

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**79 МІЖНАРОДНА НАУКОВА
КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ УЧЕНИХ,
АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ**

**«НАУКОВІ ЗДОБУТКИ МОЛОДІ —
ВИРШЕННЮ ПРОБЛЕМ ХАРЧУВАННЯ
ЛЮДСТВА У ХХІ СТОЛІТТІ»**

ЧАСТИНА 2

15 – 16 квітня 2013 р.

Київ НУХТ 2013

Програма і матеріали 79 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 15 – 16 квітня 2013 р. — К.: НУХТ, 2013 р. — Ч. 2. — 758 с.

Видання містить програму і матеріали 79 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів.

Розглянуто проблеми удосконалення існуючих та створення нових енерго- та ресурсощадних технологій для виробництва харчових продуктів на основі сучасних фізико-хімічних методів, використання нетрадиційної сировини, новітнього технологічного та енергозберігаючого обладнання, підвищення ефективності діяльності підприємств, а також результати науково-дослідних робіт студентів з метою підвищення якості підготовки майбутніх фахівців харчової промисловості.

Розраховано на молодих науковців і дослідників, які займаються означеними проблемами у харчовій промисловості.

Редакційна колегія: С.В. Іванов (голова оргкомітету), Т.Л. Мостенська (заступник голови оргкомітету), В.Л. Зав'ялов (заступник голови оргкомітету), О.О. Губеня (заступник голови оргкомітету), Н.В. Акутіна (відповідальний секретар), Г.М. Грищенко (голова студентського наукового товариства), В.О. Колосюк, Н.В. Науменко, С.І. Береговий, С.Б. Буравченкова, М.Г. Кітов, Н.М. Салатюк, А.О. Заїнчковський, О.П. Сологуб, Л.М. Чернелевський, Т.А. Говорушко, А.М. Король, М.А. Мартиненко, О.М. Полумбрик, С.І. Шульга, О.В. Грабовська, Є.Є. Костенко, Г.А. Чередниченко, Т.Ю. Годованець, Є.С. Смірнова, О.М. Якименко, В.С. Гуць, О.П. Слободян, В.Л. Прибильський, Л.В. Пешук, М.І. Осейко, В.М. Таран, В.Г. Мирончук, В.М. Ковбаса, В.І. Дробот, А.М. Дорохович, О.І. Шаповаленко, О.В. Карпов, Г.О. Сімахіна, В.Ф. Доценко, Л.В. Левандовський, М.О. Прядко, С.М. Балота, О.Г. Мазуренко, А.І. Соколенко, О.І. Некоз, О.О. Серьогін, В.М. Нигора, А.П. Ладанюк, І.В. Ельперін, В.В. Самсонов, О.Ю. Шевченко, О.С. Бессараб, Д.І. Басюк, Л.Ю. Арсеньєва, Т.М. Артюх, Т.О. Рашевська, В.В. Манк, В.Г. Мирончук.

Рекомендовано вченою радою НУХТ
Протокол № 8 від «28» березня 2013 р.

Порядок роботи конференції

15 квітня

9⁰⁰ – 13⁰⁰ Заїзд, реєстрація і розміщення учасників конференції.
14⁰⁰ – 17⁰⁰ Робота секцій.

16 квітня

9⁰⁰ – 13⁰⁰ Робота секцій.
13⁰⁰ – 14⁰⁰ Перерва на обід.
14⁰⁰ – 16⁰⁰ Пленарне засідання — ауд. А-439.

1. Вступне слово. Підсумки роботи 79 наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Голова Ради молодих учених НУХТ, канд. техн. наук, доц. Губеня О.О.

2. «Особливості вищої освіти та соціального захисту студентів в Аргентинській Республіці» Надзвичайний і Повноважний Посол Аргентинської Республіки в Україні — Ліла Ролдан Васкес де Муан.

3. «Стан та перспективи розвитку хлібопекарської галузі в Україні» Голова Ради об'єднання підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» О.М.Васильченко.

4. «Міжнародне співробітництво між університетами України та Болгарії» завідувач кафедри «Машин і апаратів харчових виробництв» Пловдивського університету харчових технологій, доктор, професор Стефан Стефанов.

4. Звіт голови студентського наукового товариства асистента Г.М. Грищенко.

5. Нагородження студентів — переможців, призерів олімпіад, конкурсів.

ЗМІСТ

11. СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ	5
11.1. Підсекція обладнання харчових, фармацевтичних та мікробіологічних виробництв	7
11.2. Підсекція технологічного обладнання харчових виробництв	104
12. СЕКЦІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ	169
13. СЕКЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСЕРВУВАННЯ	221
14. СЕКЦІЯ ЕНЕРГО- І РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	257
15. СЕКЦІЯ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ, РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ ТЕПЛО-ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	323
15.1. Підсекція промислової теплоенергетики	325
15.2. Підсекція електропостачання промислових підприємств	352
15.3. Підсекція електротехніки	385
16. СЕКЦІЯ ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ, ПАКУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ	417
16.1. Підсекція машин і технологій пакування харчових продуктів	419
16.2. Підсекція забезпечення якості, надійності і довговічності обладнання харчових підприємств	459
16.3. Підсекція інженерної графіки	489
17. СЕКЦІЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	509
17.1. Підсекція сучасних методів автоматизації процесів управління	511
17.2. Підсекція інноваційних рішень для інтегрованих автоматизованих систем управління	556
18. СЕКЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	599
19. СЕКЦІЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	687
19.1. Підсекція охорони праці	689
19.2. Підсекція безпеки життєдіяльності та цивільної оборони	721

11

СЕКЦІЯ

**ОБЛАДНАННЯ
ХАРЧОВИХ ТА
ФРАМАЦЕВТИЧНИХ
ВИРОБНИЦТВ**

*11.1. ПІДСЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ,
ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ*

Голова підсекції — В.М. ТАРАН
Секретар підсекції — І.В. ЖИТНЕЦЬКИЙ

Ауд. А-210

**1. УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ
ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВНОГО
ЕТАНОЛУ**

В.В. Корнієнко

Національний університет харчових технологій

Паливний етанол, що одержують на основі поновлювальної рослинної сировини, зайняв вагоме місце у світовій економіці. Він є ефективним альтернативним джерелом енергії з високим октановим числом. Присутність етанолу у складі бензину суттєво підвищує його якісні характеристики. Крім того, паливний етанол розкладається біологічно і не забруднює природні системи [2].

Організація виробництва паливного етанолу є для України перспективним напрямом зниження енергетичної залежності від постачальників нафти та природного газу. Підтвердженням цьому є підписаний Президентом України закон № 4970-VI «Про внесення змін до деяких законів України щодо виробництва та використання моторних палив з вмістом біокомпонентів», згідно якого до 2016 р. відбуватиметься поетапне збільшення вмісту паливного біоетанолу в бензинах моторних, що виробляються та реалізуються на території нашої держави [1].

Паливний біоетанол є по суті зневодненим етиловим спиртом із визначеним вмістом органічних домішок та денатуруючих речовин. Зневоднений етанол може бути отриманий як безпосередньо із бражки, так і з етанолу-сирцю. Для зневоднення етанолу в промислових умовах використовують азеотропну ректифікацію, адсорбцію на молекулярних ситах та первапорацію [3].

Процес виробництва паливного етанолу передбачає перегонку бражки та виділення етанолу за допомогою бражної та ректифікаційної колон, а також подальше зневоднення концентрованого водно-спиртового розчину з використанням різних методів [4].

При виробництві паливного етанолу методом адсорбції на синтетичних молекулярних ситах водно-спиртову пару концентрацією 93 – 95 % об. піддають зневодненню. Така висока концентрація початкового водно-спиртового розчину, в цілому, призводить до підвищення собівартості паливного етанолу.

Знизити концентрацію початкового для зневоднення водно-спиртового розчину можливо при використанні в якості молекулярних сит адсорбентів природного походження, зокрема, морденіту.

Морденіт має ефективні поглинальні властивості, достатню механічну стійкість. Він є екологічно безпечний, термостійкий, піддається регенерації та утилізації. В Україні велике родовище морденіту відкрито в Закарпатській області. Велика потужність пласта (приблизно 30 – 40 млн. т) та в десятки разів менша вартість морденіту, в порівнянні з синтетичним цеолітом, забезпечує широке його використання для зневоднення етанолу.

Спроможність морденіту вибірково поглинати із суміші тільки деякі компоненти, дає можливість здійснювати розділення суміші. Морденіт не сорбує молекули, критичний діаметр яких перевищує 0,42 нм. Критичний діаметр молекул води дорівнює 0,27 нм і ці молекули вільно проникають в адсорбент і залишаються у порожнинах морденіту. Критичний діаметр молекули етилового спирту дорівнює 0,47 нм. Тому із водно-спиртового розчину морденіт вибірково поглинає лише воду.

Авторами була досліджена адсорбційна здатність природного сорбенту — морденіту при зневодненні водно-спиртових розчинів низької концентрації, наприклад, 55 – 60 % об. Процес зневоднення проводили поетапно. Отриманий після 1-ої стадії спиртовий розчин концентрацію 85 – 90 % об. зневоднювали морденітом до 99,8 % об.

Ефективність зневоднення водно-спиртових розчинів морденітом при початкових їх концентраціях 55 % об. і вище збільшується в порівнянні з розчинами, які мають менший вміст спирту. Це можна пояснити зменшенням активності води, особливо у поверхневій фазі, взаємодією молекул води із спиртовими асоціатами, руйнуванням структури води. Все це сприяє підвищенню адсорбційної спроможності морденіту. При концентрації початкового водно-спиртового розчину вище 60 % об. суттєво зростають витрати пари на отримання зневодненого етанолу концентрацією 99,8 % об. Тому використовувати початкові водно-спиртові розчини з концентрацією спирту вище 60 % об. недоцільно.

Таким чином, підібраний діапазон концентрацій початкового водно-спиртового розчину на першій — 55 – 60 % об. та 85 – 90 % об. на другій стадії адсорбції забезпечує найвищу інтенсивність адсорбційного процесу. Даний метод дозволяє зменшити витрати пари на 25 – 30 %, що знижує енергоємність та вартість виробництва паливного етанолу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України № 4970-VI «Про внесення змін до деяких законів України щодо виробництва та використання моторних палив з вмістом біокомпонентів» від 19 червня 2012р. — Київ: Офіційний вісник України, 2012. — №55.

2. Ларченко К.А., Моргун Б.В. Біоетанол як альтернативне поновлювальне джерело енергії / Біотехнологія, 2008. — т. 1. — №4. — С. 18 – 28.

3. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійничук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: Монографія. — К.: Видавничий дім «Асканія», 2009. — 424с.

4. Цыганков С.П. Биоэтанол / Под. ред.. С.П. Цыганкова. — К., 2010. — 160 с.: ил.
Наукові керівники: Л.М. Мельник, В.М.Таран

2. SUPERCRITICAL FLUID EXTRACTION WALNUT LEAVES AND GREEN HUSKS

Cristina Popovici

*Faculty of Technology and Management in Food Industry,
Technical University of Moldova*

Liliana Gitin, Petru Alexe

*Faculty of Food Science and Engineering, University
Dunarea de Jos Galati, Romania*

Supercritical Fluid Extraction (SFE) offers many advantages to food processors as an of alternative operation to conventional extraction processes. Use of supercritical carbon dioxide (SCO₂), the most common supercritical fluid (SF), to replace organic solvents in extraction processes is attractive. SCO₂ is an environmentally benign and nontoxic solvent; it is easily handled and easy to obtain; it can be recycled and reused; it is nonflammable; and it does not leave solvent residue that can contaminate the food substrate or extract [4].

Walnut leaves and green husk are an agro-forest waste generated in the walnut (*Juglans regia* L.) harvest that could be valued as a source of natural compounds with antioxidant and antimicrobial properties [1, 2]. Different works demonstrated the potential antioxidant of walnut products, especially fruits, leaves and liquers which produced by green fruits. Supercritical fluid extraction technique was applied to extract biologically active compounds from walnut leaves and green husks [3]. Equipment used for supercritical fluid extraction (Figure 1) of walnut dried green husks was designed and supplied by Natex Prozesstechnologie GmbH (Ternitz, Austria).

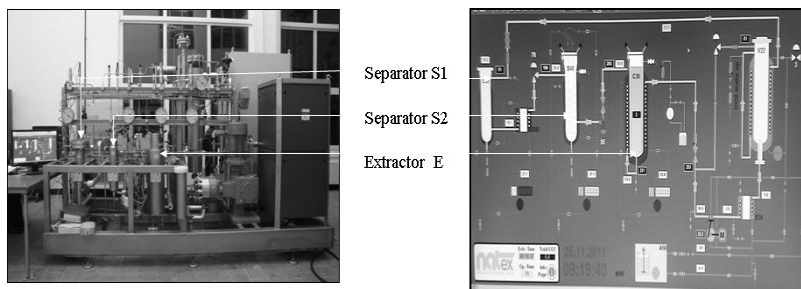


Figure 1. A schematic design of the supercritical fluid extraction (SFE) unit

Knowledge of the behavior of the factors influencing the process conditions is necessary to enhance the optimization extraction efficient for any bioactive compound. Extraction parameters used in this work are shown in table 1.

Walnut leaves and green husk extracts obtained by SFE showed the polar properties, chloroform as a solvent was used to analyze the antioxidant potential and

content of biologically active compounds. From identification of bioactive compounds by UV/Vis spectra in this study, it clearly revealed that extracts contain phenolic compounds, flavonoids and carotenoids.

Table 1. Characterization of the supercritical fluid extraction process of walnut products

Extract	Pressure [bar]			Temperature [°C]			Flow rate of CO ₂		Dynamic extraction time	
	E	S1	S2	E	S1	S2	kg/h	kg (Total)	[min]	
Walnut leaves	200 ± 4	100 ± 1	50 ± 1	50,8 ± 0,9	36,6 ± 0,2	17,4 ± 2	20 ± 1	81	240,06	200 ± 4
Walnut green husks	200 ± 5	100 ± 1	50 ± 1	51 ± 1	36 ± 1	19 ± 1	20 ± 2	81,2	240,05	200 ± 5

The total phenolic content (by Folin-Ciocalteu assay) was 477,59 mg/g and 659,45 mg/g in walnut green husks and leaves extracts respectively. The extraction yield was 5,29 % for walnut green husks and 5,34 % for walnut leaves. To increase the extraction efficiency, and consequently, reduce the extraction time of biologically active compounds from walnut products it can be proposed to increase the polarity of carbon dioxide solvent by addition of small amount of liquid co-solvent (modifier). Ethanol is more preferable as a co-solvent in SFE because of its lower toxicity.

Walnut leaves and green husk extracts obtained by SFE possess considerable amounts of carotenoids, phenolic compounds and a significant radical scavenging activity towards stable DPPH free radical. Using supercritical carbon dioxide extraction method, the EC₅₀ for walnut leaves extract was 3,74 mg/ml and 4,69 mg/ml for walnut green husks extracts.

REFERENCES

1. *Fernández-Agulló A., Pereira E., et al.* Influence of solvent on the antioxidant and antimicrobial properties of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts, *Industrial Crops and Products* 42, 2013, p. 126 – 132.
2. *Pereira J.A., Oliveira I., Sousa A., Valentão P., et al.* Walnut (*Juglans regia* L.) leaves: Phenolic compounds, antibacterial activity and antioxidant potential of different cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 45, 2007, p. 2287 – 2295.
3. *Popovici C., Gîtin L., Alexe P.* Characterization of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extract obtained by supercritical carbon dioxide fluid extraction. *Journal of Food and Packaging Science Technique and Technologies* (1), 2012, p. 5 – 9. Available on Internet: <http://mahvp.uft-plovdiv.bg/en>.
4. *Tomasula P.M.* Supercritical Fluid Extraction of Foods. *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*, 2003, p. 964 – 967.

3. СОРТИРОВАНИЕ СЕМЯН ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

В.М. Поздняков, С.А. Зеленко, А.И. Ермаков
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Агропромышленная политика сегодня направлена на то, чтобы сделать ее более эффективной и конкурентоспособной, существенно повысить надежность обеспечения населения продукцией сельского хозяйства, повысить ее качество.

Поэтому одной из приоритетной задач является повышение урожайности зерновых культур.

Кроме полноценного зерна в зерновой массе находится определенное количество неполноценных и испорченных зерен основной культуры. Для получения наивысших показателей урожайности особое внимание стоит уделить семенному материалу, отбирая наиболее полноценные, с наибольшим удельным весом зерна из всей массы продукта.

Исследования и практика показывают, что фракционный состав семян по физиологическому состоянию и биологическим качествам (энергии прорастания, всхожести, силе начального роста и другим показателям) неоднороден. Поэтому при сортировании ставится задача выделить из партии не только непригодные мелкие и щуплые семена, но и другие малоценные фракции, которые имеют по тем или иным причинам низкие посевные качества и не могут быть использованы для посева, т.к. урожайность во многом зависит от качества семян, их биологической ценности. При этом биологическую ценность семян характеризует не столько геометрические параметры, сколько их удельный вес, который связан со спелостью и натурой семени. Семена с наибольшим удельным весом обладают высокой энергией прорастания, всхожестью и, соответственно, дают максимальный урожай.

Хорошо выполненные полноценные семена, обладающие наибольшим удельным весом, имея необходимый запас всех питательных веществ для развития проростка и лучше сформированный зародыш, обеспечивают образование более мощных проростков. Это увеличивает полевою всхожесть, дает возможность получить более мощные растения, сокращает выпадение их в период вегетации. Мелкие, плохо выполненные семена неполноценны и, безусловно, не могут быть использованы на посев. Проведенными ранее исследованиями установлено, что и самые крупные семена, содержание которых в семенной партии обычно не превышает 3 – 5 %, нередко бывают дефектными, особенно при наливе их в условиях высокой влажности и низкой температуры [1, 2]. Эти семена обладают небольшим удельным весом, имеют рыхлое строение тканей, легко травмируются, а потому по урожайным свойствам могут уступать средним по величине семенам. Самыми урожайными оказались семена с наибольшим удельным весом, т.к. они наиболее биологически ценные зерна, способные дать максимальную всхожесть и энергию прорастания. Такие семена гарантированно дают прибавку к урожаю.

Проведенный анализ свидетельствует о взаимосвязи удельного веса посевных фракций семян и стойкости растений озимой пшеницы к засухе. Посевные фракции семян озимой пшеницы с максимальным удельным весом более стойкие к засухе, дают лучшую полевою всхожесть, увеличивает возможность получения более мощных растений, сокращает выпадение их в период вегетации.

На данный момент не существует достаточно эффективного оборудования для сортировки семенного материала по удельному весу, а значит и по биологической ценности. Разработка конструкции машины, позволяющей сортировать семена по удельному весу, с целью выделения семян с высоким потенциалом урожайности, позволит обеспечить сельскохозяйственные предприятия высококачественным посевными и товарными семенами, и, соответственно, повысить урожайность возделываемых культур.

Значительный вклад в развитие технологии подготовки посевного материала с высокими посевными качествами вносит разработанный нами сепаратор для сортирования семян по удельному весу. Он позволит отсортировать наиболее полноценные семена, обладающие высоким потенциалом урожайности семенного материала.

Проведение теоретических и экспериментальных исследований технологических особенностей сортирования семян по удельному весу позволило установить основные закономерности и факторы, влияющие на качество сортирования семян; определить оптимальные технологические режимы процесса сортирования семян по биологической ценности на разработанной сортировочной машине, что обеспечит увеличения прорастания, всхожести и, в конечном итоге урожайности зерновых культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Куперман Ф.М.* Биология развития культурных растений / Под общ. редакцией Ф.М. Куперман. — М.: Высш. шк., 1982. — 343 с.

2. *Шевченко В.Т.* Морфолого-биологические исследования зародышей мягкой пшеницы в свете учения о разнокачественности семян // Биология и технология семян: Сб. науч. тр. — Харьков, 1974. — С. 209 – 212.

4. ENERGY EFFICIENCY OF DIFFERENT TECHNOLOGICAL REGIMES IN DISTILLERIES PROCESSING RESENE

Stanislava Tasheva

Universiyti of food tehnologies, Plovdiv, Bulgaria

Essential oils are widely used in medicine to flavor food and other industries. Depending on the mode of deposition in plant material and their properties, the oils are extracted in different ways that will produce the largest quantity and best quality of product. Towards methods for the extraction include: 1. Mechanical processes 2. Extraction processes with non-volatile and volatile solvents (extraction) 3. Absorption processes of fats (anfloyorazh) and activated charcoal (dynamic sorption) 4. It was used distilled water or water vapor.

The distillation method is based on the properties of essential oil is removed with water vapor. Essential oil from the plant tissues under the influence of temperature in the steam passing phase and then separated from the distillation water through various methods. The method of steam distillation is the most common in Russia and in other countries. Steam distillation can be done as a whole and with ground plants. The process of steam distillation apparatus is carried out periodically and continuous, as well as periodic in mobile devices.

It also sets energy efficiency of distillation process for the flowers and leaves of raw materials processed in Bulgaria. Technological regimes are presented for processing color rose (water vapor distillation), lavender petals, pine needles and grass geranium (steam distillation) volume of the distillation apparatus 5 m³.

It was present calculations of the energy efficiency of distilleries for processing muscat sage in Bulgaria and Russia. It was determined the specific heat rate and total cost of steam for mobile, continuous and active devices. Based on the comparison it is

determined that it is more appropriate use of continuously operating equipment than others. About market conditions in Bulgaria, however, it is appropriate to use mobile and stationary periodic sets.

It was made comparison of procedures for processing fruits of coriander in periodical and continuously operating distillery used in Russia and Bulgaria. The literature provides no evidence for the effectiveness of different technological regimes used for the processing of fennel — fruits and grass in stationary and mobile distillation apparatus.

Processing of fennel in Russia takes place in regular or continuously operating units. The first work in the following technical parameters: bulk density of 300 – 400 kg/1 m³ of crushed fruit, length of distillation 15 – 20 hours. Processing unit operating in continuous NDT — 3M regime is as follows: productivity 1,8 – 2,2 t/h, speed of distillation 650 – 700 l/h, temperature 35 – 40 °C. The distillate secondary essential oil is extracted in ongoing system of cohobator Kondratskiy.

It is used active devices periodically, and in larger quantities — containers in the processing of fennel in Bulgaria. In 1 m³ loose 220 – 300 kg and 400 – 420 kg objectives crushed berries. Process parameters of distillation are: 5 – 6 % speed, steam pressure from 0, 5 to 0, 7 MPa. Distillate temperature is maintained within 40 – 50 °C. Distillation of whole fruit continues 24 – 48 hours and 10 – 12 hours for ground. Distillation of crushed fruits pre moistened to 20 %, the rate is 10 %, where the process ends at 9:00 for extracting oil from 95 %. In 1979 organized experience with container structure with parameters: speed 4 – 5 %, lasts 3 hours and distillate temperature 35 – 40 °C in containers with a capacity 16,7 m³ fit, 2 tons saturated weight.

The lowest cost of steam and cooling water treatment for grass fennel, which is due to the short duration of the distillation process, since oil is extracted from the grass more easily than with fruit. Performance in processing a grass is significantly higher compared to processing of fruit. In the literature it is known that the processing of grass provides 3 – 4 times higher yield of essential oil anethole more in it than fruit processing.

The data shows a significantly lower consumption of steam per cycle and cooling water in the processing of crushed berries than goals, but this is explained by the smaller length of the process. Significantly higher specific fuel is cooling water at ground fruits which can be explained by the higher productivity of the distillation apparatus for ground fruits purposes than it is due to the ratio of raw material 1 m³ of distillation apparatus.

Comparing the distillation apparatus in periodic stationary data are comparable and approximately equal in value, but technological regimes that are used are different. When comparing the performance shows that in Russia the cost of steam and cooling water is comparable to that of distilling apparatus in Bulgaria. From the data, it appears that the apparatus used in Bulgaria there is no difference in the specific consumption of steam and cooling water, which is explained with equal mode technology for the processing of raw materials. The apparatus used in Russia is significantly higher cost of steam and cooling water than those in Bulgaria, which depends on the process parameters.

REFERENCES

- 1 *Akteryan S.* Analysis of energy efficiency in obtaining essential oil distillation, Proceedings International Workshop materials, Russia, Khabarovsk, 2001.
2. *Valtchev D., Tasheva S., Stoyanova A., Rasheva V.* Processing of grain, grass and leafy materials. Calculation of distillation systems. Scientific papers EMF'2008, Sozopol, issue I, 2008, 330 – 337.

3. *Georgiev Ev.* Technology of natural and synthetic flavor products. Zemizdat, Sofia, 1995.

4. *Stoyanova A., Georgiev E.* Textbook of technology essential oils. 2007.

5. *Tasheva S.* The study of energy efficiency of a plant for processing distillation floral and leafy essential oils of raw materials in Bulgaria, Proceeding Engineering and tehnology food industry, Mogilev, Part 1, 2011, 26 – 30.

6. *LA Essential oil constituents of different organs of fennel (Foeniculum vulgare var. Vulgare).* Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.8, 2006, 193 – 198.

5. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЛЯ ВІДКРИВАННЯ КАРТОННОЇ ТАРИ

Надя Арабаджієва, Цветан Янакиєв

Університет харчових технологій, м. Пловдив, Болгарія

Відкривання картонної коробки захватним пристроєм пакувальної машини в багатьох випадках проблематично. Це пов'язано з неправильним функціонуванням елементів пакувальної машини, дефектами в коробці, які виникли на різних етапах її виробництва, транспортування та зберігання. Для вирішення цих питань, необхідно визначити фактори, пов'язані з процесом відкривання. Важливим елементом в розумінні цього процесу є інформація про фактичне зусилля відкривання та фактори, від яких воно залежить.

Розроблено лабораторний стенд (рис. 1) для визначення зусилля відкривання коробки з катону.

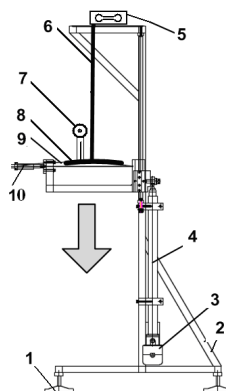


Рис. 1. Схема експериментальної установки для відкривання картонної коробки:

- 1 — опора; 2 — рама стенду; 3 — електродвигун;
- 4 — привід; 5 — вимірювальна апаратура;
- 6 — пружний елемент; 7 — оптичний датчик,
- 8 — коробка; 9 — основа; 10 — система для визначення ступеня деформування коробки

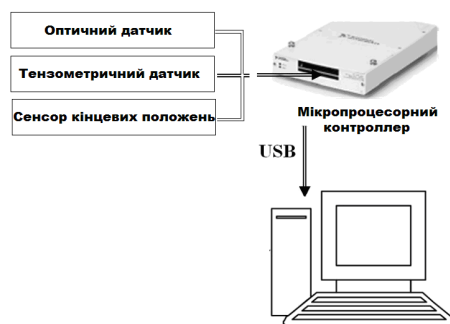


Рис. 2. Схема ресруючої частини апаратури

Під час експерименту дані про зусилля ресруються персональним комп'ютером згідно схеми на рис. 2.

На рис. 3 показано основний дисплей програмного продукту. Основні функції виконуються на дисплеї за допомогою кнопок.

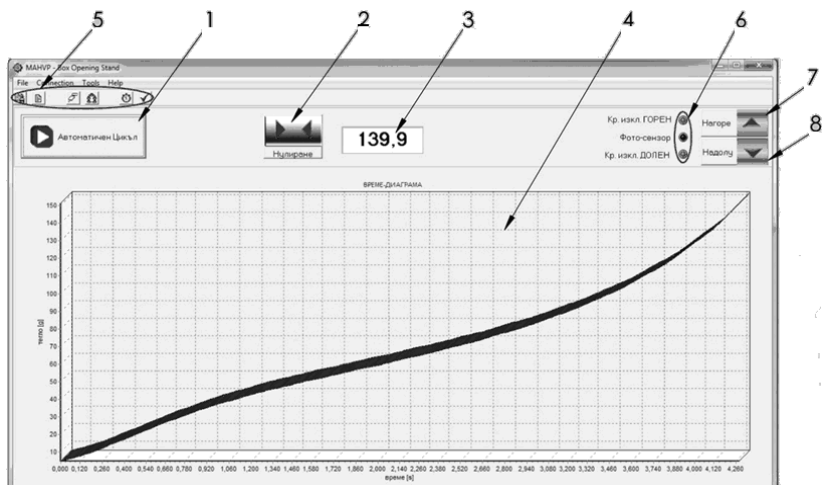


Рис. 3. Основний дисплей програмного продукту управління стендом:

1 — автоматний цикл; 2 — кнопка обнулення показів; 3 — поточне значення вимірювальної величини; 4 — діаграма зусилля в залежності від часу; 5 — кнопки налаштування програмного забезпечення; 6 — індикатор миттєвого значення сенсорів (активні чи пасивні); 7, 8 — кнопки для неавтоматичного руху вгору чи вниз.

Досліджувана коробка 8 встановлюється на поверхню основи 9 з використанням подвійного клею чого фіксатора. Попередньо можна задати кривизну поверхні основи через систему 10. Вона може бути як опукла так і вгнута. За допомогою пружного елемента 6 коробка зв'язана з гаком через датчик зусилля 5. Пристрій 7 вимірює кут нахилу відкриття зразка. Основа 9 закріплена через лінійний модуль руху до рами 2. Таким чином основа 9, разом з системою 10 і коробкою 8, яка досліджується, можуть рухатись вгору і вниз по точно визначеній траєкторії.

Отже, за допомогою створеного стенда можна експериментально визначити зусилля відкриття картонної коробки, фактори, які на нього впливають, моделювати та прогнозувати напруження і деформації, які виникають в коробці при відкритті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стефанов С., Н. Арабаджиева, К. Ангелов. Изследване процеса на отваряне на сгъваеми картонени опаковки. Международна научна конференция «Унитех» 20-21.X.2009. Габрово, с. II – 75 – 78.
2. Арабаджиева Н., Ангелов К., Михайлов И. Анализ на един тип механизъм за отваряне на картонени опаковки. / УХТ. Научни трудове, том LVIII, свитък 3, с. 359.
3. Mihaylov I., Arabadzhieva N. Analysis of the accuracy of stand for opening folded cartons, 12th International Conference «Research and Development in Mechanical Industry» RADMI 14-17.IX.2012. Vrnjacka Banja, Serbia, vol. 2, pp. 1093 – 1097.

6. ПАРОКОНВЕКЦИОННЫЙ АППАРАТ ИНЖЕКТОРНОГО ТИПА АПК-1,36

И.М. Кирик, А.В. Кирик

*Могилевский государственный университет
продовольствия, Республика Беларусь*

Основные недостатки теплового оборудования, используемого на объектах питания при лечебных учреждениях и учреждениях образования — низкая функциональность и неспособность обеспечивать заданное качество готовой продукции, высокая энергоемкость, не соответствующая современным требованиям к энергосбережению. В номенклатуре его типов для модернизации названных объектов ключевыми рассматриваются пароконвекционные аппараты, которые позволяют решить данные проблемы.

Пароконвекционные аппараты — самые популярные в настоящее время автоматизированные, многофункциональные аппараты для объектов питания, используемые для тепловой обработки пищевых продуктов в паровоздушной среде. Данный эффект достигается за счет интенсивного вентилирования греющего воздуха и использования регулируемой системы увлажнения. Принудительная конвекция теплоносителя позволяет выравнивать температурное поле в рабочей камере и создавать одинаковые условия нагрева в любой ее зоне, максимально загрузив камеру продуктом, а также ускорять нагрев продуктов и автоматизировать процесс. Увлажнение греющей среды создает оптимальные условия массообмена, уменьшающие потерь массы, оно позволяет получить изделие с однородной структурой центральных слоев и одновременно сформировать ярко выраженную тонкую корочку на поверхности.

Для организации технологического процесса производства блюд и кулинарных изделий в лечебном и школьном питании основными требованиями к пароконвекционным аппаратам являются: их относительная простота в конструкции и в эксплуатации, достаточные технологические возможности, требуемая типоразмерность в соответствии с производственной мощностью объектов питания, относительно низкая стоимость.

Для большинства объектов питания при учреждениях образования, как показали проведенные исследования, расчетное количество уровней (стандартных гастроек емкостью Е1×65) в пароконвекционных аппаратах, необходимых для их оснащения должно быть 8 штук, таким образом разработка аппарата АПК-1,36 (рис. 1) технологически обоснована и найдет свое достойное применение как на объектах школьного и лечебного питания, так и другого профиля наряду с уже существующим пароконвекционным аппаратом АПК-0,85, разработанным на кафедре машин и аппаратов пищевых производств Могилевского государственного университета продовольствия [1] и серийно выпускаемым Гомельским заводом торгового машиностроения.

Аппарат работает в следующих режимах: пар с температурой +105 °С; сухая конвекция с температурой, регулируемой в диапазоне 45...250 °С; пароконвекция, при которой возможно произвольное изменение и регулировка не только температуры, но и уровня относительной влажности паровоздушной среды; разогрев готовых блюд. Для его подключения необходимо наличие источника переменного тока, водопроводной сети (холодная вода) с давлением до 0,2 МПа и жесткостью воды не выше 1 мг/дм³, канализации.

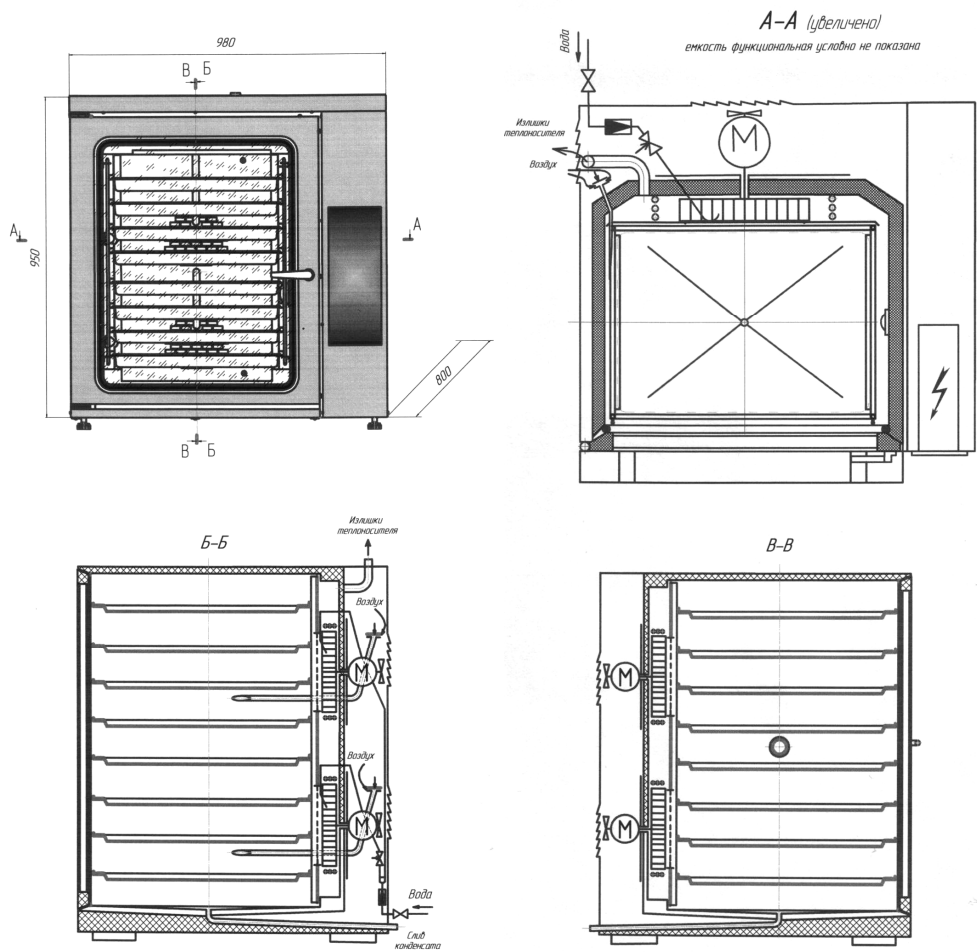


Рис. 1. Схема пароконвекционного аппарата АПК-1,36

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хлебопекарная печь*: пат. на полезную мод. 6333 Респ. Беларусь, МПК А 21В1/00 / И.М. Кирик, А.В. Иванов, А.В. Кирик; заявитель Учреждение образования «Могилевский гос. ун-т продовольствия»: — № u20090892; заявл. 29.10.09; опубл. 30.06.10//Афіцыйны бюл./ Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2010. — № 3. — с. 155 – 156.

7. RHEOLOGICAL AND STRUCTURAL PROPERTIES OF MAYONNAISE SAMPLES CONTAINING DIFFERENT SUBSTITUTION LEVELS OF WALNUT (*JUGLANS REGIA* L.) OIL

Cristina Popovici, Olga Deseatnicova
*Faculty of Technology and Management in Food Industry,
 Technical University of Moldova*

Mayonnaise comes under the class of foods commonly referred to as salad dressings or salad cream. A salad dressing is an oil-in-water emulsion where oil is the discontinuous phase and water is continuous phase. Mayonnaise contains vegetable oil, egg yolk, acetic acid, sugar, mustard to maintain closely packed foam of oil droplets; it may also include salt, sugar and other optimal ingredients. Because of its high oil content, from 50 % to 80 % by weight, mayonnaise shows semisolid and viscoelastic behavior. Thus, rheological behavior of mayonnaise is very important for the sensory properties contributing to its perceived texture as well as the quality evaluation and control (Figure 1).

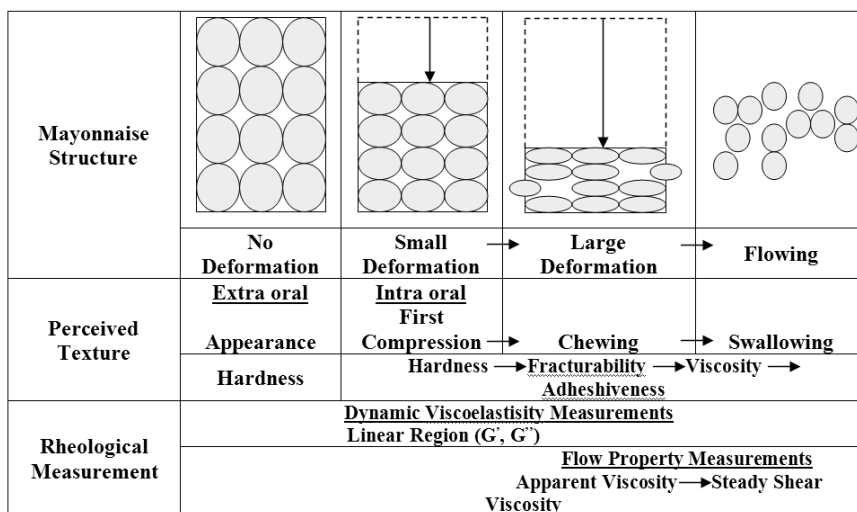


Figure 1. Schematic diagram describing the relationship between mayonnaise structure, perceived texture and rheological measurement.

Over the past decade, strong interest in functional food market is growing as result of consumer demand in obtaining foods that contain some health-promoting components beyond traditional nutrients. Of major interest are dietary fats and current research is to a large extent focused on effects of individual fatty acids related to health. This includes essential n-3 and n-6 fatty acids of plant origin [2, 4]. The actual nutritional trend towards functional foods has increased the interest in fat type utilized without altering the consistency of the product. In fact, fats type have many important functions, they contribute to the flavor, appearance, texture and shelf life of the emulsions [3]. Texture analysis of mayonnaise was done recently. The results of texture analysis had better discriminating ability to compare emulsions. As introduced

in some patents, a series of vegetable oils were used in functional mayonnaise or salad dressing. But the application effect was not study systemic.

In this work the structure of the walnut oil-enriched mayonnaise samples, characterized by a high content of polyunsaturated n-3 and n-6 fatty acids, was studied. Emulsion structure affects rheological properties and sensory characteristics of mayonnaise such as flavour, mouthfeel and texture. The effect of the walnut oil substitution levels and storage time on rheological, microstructural and sensory properties of mayonnaise samples was analyzed.

During this study physical and chemical properties of mayonnaise samples, such as emulsion stability, oil content and free fatty acid value were evaluated by trained panels using the quantitative descriptive analysis method. Rheological properties, microstructure and particle size distribution were measured instrumentally. Close packing structure of spherical and uniform oil droplets are observed in the control sample. When walnut oil is added, the droplets are polydisperse and the samples present a less close packing structure. Viscoelastic behaviour of the mayonnaise samples is affected by oil type and storage time. The increase in walnut oil content leads to the diameter dimensions oil droplets increase and consequently viscoelastic properties decrease. Sensory profiles were affected only by oil type and texture attributes change as a consequence of a different structure.

REFERENCES

1. *Maruyama K., Sakashita T., Hagura Y., Suzuki K.* Relationship between rheology, particle size and texture of mayonnaise. *Food Sci Technol Res* 2007 (13), p. 1 – 6.
2. *Nikovska K.* Oxidative Stability and Rheological Properties of Oil-In-Water Emulsions with Walnut Oil. *Advance Journal of Food Science and Technology* 2(3), 2010, p. 172 – 177.
3. *Popovici C., Capcanari T., Deseatnicova O., Sturza R.* Etude des propriétés rhéologiques et des structures de mayonnaises à une valeur biologique augmentée. *Revue électronique internationale pour la science et la technologie*, Nr. 7, 2012, p. 23 — 34. Disponible sur Internet: <http://www.revue-genie-industriel.info/document.php?id=1494>.
4. *Stern P., Mikova K., Pokorny J., Valentova H.* Effect of oil content on the reological and textural properties of mayonnaise. *Journal of Food and Nutrition Research* 46 (1), 2007, p. 1 – 8.

8. ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ КУТТЕРОВАНИЯ НА ВОДОСВЯЗЫВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ МЯСА КУР МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБВАЛКИ

А.Л. Желудков, С.В. Акуленко

*Могилевский государственный
университет продовольствия*

Особенностью обработки мяса в куттере является совмещение процессов интенсивного резания и перемешивания фарша, находящегося в чаше. При этом в процессе куттерования значительно увеличивается поверхность контакта белков мышечной ткани и воды, что позволяет в наибольшей степени, по сравнению с другими измельчителями, использовать естественную водосвязывающую способность сыря.

При куттеровании необходимо достигнуть не только требуемую степень измельчения мясного фарша, но и связывания им количества воды, обеспечивающего получение продукта высокого качества с максимальным выходом при дальнейшей термической обработке [1, 2]. От количественного содержания в колбасных изделиях связанной воды зависят их вкусовые качества, сочность и плотность консистенции.

На рис. 1 представлена поверхность отклика выходной функции водосвязывающая способность мяса кур механической обвалки $BCC = f(\tau, v_p)$. Полученная поверхность имеет явный максимум, что свидетельствует о том, что процесс стабилизировался и границы изменения факторов для проведения исследований определены верно (скорость резания $v_p = 21,9 \dots 33,8$ м/с; время куттерования $\tau = 120 \dots 600$ с).

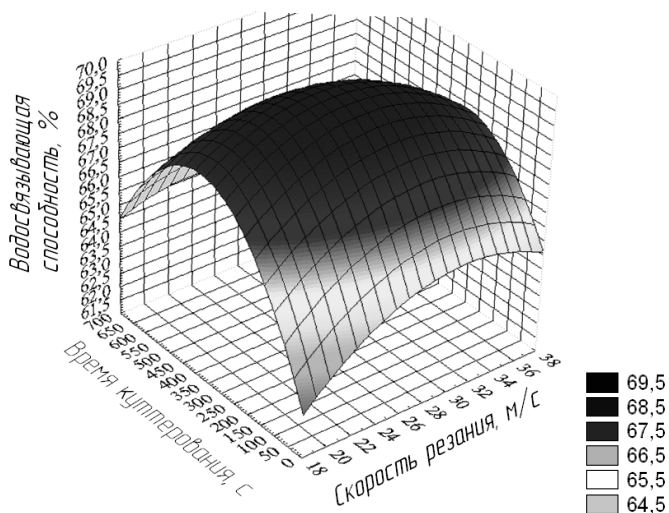


Рис. 1. Поверхность отклика выходной функции BCC

В первый период куттерования происходит интенсивное разрезание частиц, их общая поверхность увеличивается, влага из свободной переходит в поверхностно-связанную. В этот период величина водосвязывающей способности возрастает и достигает максимума ($BCC = 69,5$ %), при этом потери жидкости при последующей термообработке убывают до минимальных значений. Образование первичной структуры фарша заканчивается. При дальнейшем куттеровании увеличивается число мельчайших частиц, аэрирование массы и эмульгирование жира, что ведет к вторичному структурообразованию, а также к уменьшению величины водосвязывающей способности и увеличению потерь массы при термообработке.

Зависимость, представленная на рисунке 2, отображает области, каждой из которой соответствует различная величина водосвязывающей способности сырья BCC. Область поверхности отклика, представленная на рис. 1, которой соответствует максимальная BCC сырья, проецируется в замкнутый контур. Данный контур определяет наиболее оптимальные параметры работы куттера с точки зрения обеспечения максимальной водосвязывающей способности измельчаемого сырья.

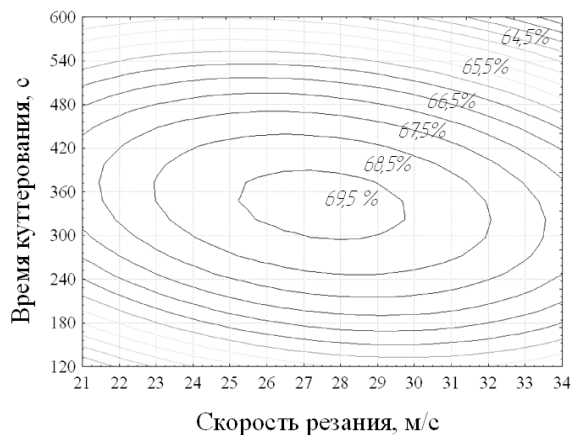


Рис. 2. Линии равного уровня для выходной функции ВСС

В результате проведенных исследований определены параметры проведения процесса куттерования мяса кур механической обвалки (время куттерования от 300 до 390 с, скорость резания от 25,4 до 29,7 м/с), обеспечивающие повышение водосвязывающей способности измельчаемого сырья от 64,58 % до 69,5 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Технология* мяса и мясopодуkтов: учебник для вузов / под ред. А.А. Соколова. — 2-е изд., перераб. — М.: Пищевая промышленность, 1970. — 740 с.
2. *Косой В.Д.* Совершенствование производства колбас (теоретические основы, процессы, оборудование, технология, рецептуры и контроль качества): монография / В.Д. Косой, В.П. Дорохов. — М.: ДеЛи принт, 2006. — 765 с.

9. INFLUENCE OF DRYING PROCESS ON WALNUT OILCAKE OXIDATIVE AND MICROBIOLOGICAL STABILITY

C. Grosu, E. Boaghi, V. Resitca, O. Deseatnicova
Technical University of Moldova

Oil cakes have been in use for feed applications to poultry, fish and swine industry. Being rich in protein, some of these have also been considered ideal for food supplementation. However, with increasing emphasis on cost reduction of industrial processes and value addition to agro-industrial residues, oil cakes could be ideal source of proteinaceous nutrients for food industry. Edible oil cakes have a high nutritional value; especially have protein content ranging from 15 % to 50 %. Due to its high level of humidity and lipids, a major problem is how to store the press cake produced by ram press operations on walnuts.

In the present study it was evaluated the possibility to avoid degradation processes in walnut oilcake by drying it. Drying process reduced the moisture exceed, but it can also influence the oxidative stability of oilcake. Therefore were analyzed the indices of oxidative stability.

The drying process, at 50C, was monitored with the special computer program «Balance Thermo» until the constant weight of product. Drying curve was obtained on screen due to a scale connected to the computer. The drying installation and drying curve of walnut oilcake are illustrated in figure 1 and figure 2.

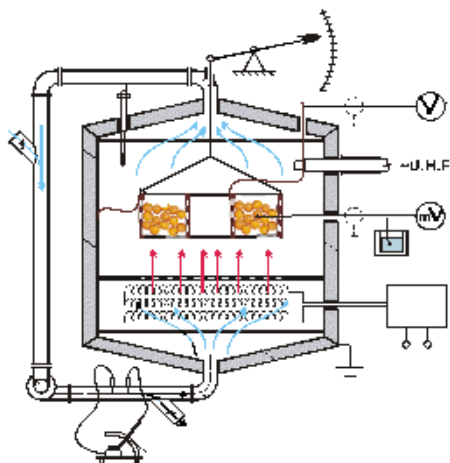


Fig. 1. Drying installation

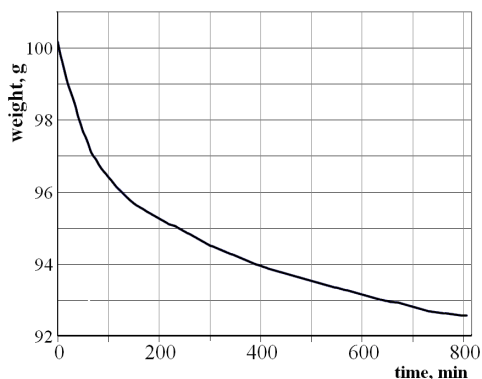


Fig. 2. Drying curve of walnut oilcake

The drying process lasted for 14 hours and stopped at registration if constant weight, during this process the weight of oilcake decreased by 8 %.

The kinetic of lipid oxidation was assessed by measuring peroxide value (PV), which registered a value of 7.98 mmol/g for fresh oilcake and 7.63 mmol/g for dried oilcake. Nor even in the fresh or dry oilcake were not detected conjugated dienes (CD), conjugated trienes content (CT) registered values within 2.60 and 2.70 $\mu\text{mol/g}$, in studied oilcake samples. It was established that drying process didn't influenced the oxidative stability of oilcake.

Analyzing the results, for treatment of walnut oilcake that would keep all the stability indices in a normal range, it is recommended to dry walnut oilcake at a temperature not higher than 50C.

REFERENCES

[1] Preserving Foods: Walnuts & Filberts, Oregon state university Extension Service, SP 50 – 709, Revised March 2000.

[2] Walnuts & Filberts, Washington state university Spokane Conty Extention, Revised January 2005.

10. CALCULATION OF DISTRIBUTED PARAMETER SYSTEMS UNDER TRANSVERSE VIBRATIONS AND IMPACT

D. Kristiya, D. Amangaliev, Yu. M. Petrova
*Donetsk National University of Economics
 and Trade named after M. Tugan-Baranovsky*

Transverse vibrations occur during dispatch velocity v_0 to a beam section, e.g. strikes roots in washing machines.

Let us consider cantilever beam with distributed mass intensity m . Its dynamic design reduces to a differential equation of the fourth order displacement sections:

$$EJ \frac{\partial^4 y(x, t)}{\partial x^4} = \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2}. \quad (1)$$

The solution of this equation seeks in famous Fourier method in the initial parameters through the dynamic features of Krylov. Considering the boundary conditions; we obtain a system of homogeneous equations, whose determinant is equal to zero. Thus obtained transcendental equation are the eigenvalues (roots of the equation) $\lambda_n = k_n l$, allowing to define the wave numbers k_n , and therefore, the spectrum of natural frequencies ω_n , taking into account bending stiffness EJ :

$$\omega_n = k_n^2 \sqrt{\frac{EJ}{m}} = \frac{\lambda_n^2}{l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}}. \quad (2)$$

Force of inertia occurs of the incident mass M

$$P_0 = -M\ddot{y}(0) = M\omega^2 y_0 = M \frac{k^4 EJ}{m} y_0,$$

then, denoting a functions of Krylov as A_{kx} , B_{kx} , D_{kx} , obtain the equation of bent axis of the console:

$$\begin{aligned} y(x) &= y_0 A_{kx} + \frac{y'_0}{k} B_{kx} + \frac{Mk^4 EJ}{m} y_0 \cdot \frac{1}{k_3 EJ} D_{kx} = \\ &= y_0 (A_{kx} + \xi \lambda D_{kx}) + \frac{y'_0}{k} B_{kx}, \quad \left(\xi = \frac{M}{ml} \right). \end{aligned} \quad (3)$$

Differentiating (3) we get the rotation angles. Express the angle of rotation as y'_0 through deflection y_0 from the condition $y(l) = 0$, then equation (3) will have one unknown

$$y(x) = y_0 (A_{kx} + \xi \lambda D_{kx} - \alpha B_{kx}) = y_0 Y(x), \quad (4)$$

where $Y(x)$ — eigenfunctions,

$$\alpha_n = (A_{\lambda} + \xi \lambda D_{\lambda}) / B_{\lambda}.$$

By differentiating we obtain the equation of the bending moments:

$$M(x, t) = EJy''(x, t) = 4\nu \xi \sqrt{EJm} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{C_{k_n x} + \xi \lambda_n B_{k_n x} - \alpha_n D_{k_n x}}{(C_{\lambda_n} + \xi \lambda_n B_{\lambda} - \alpha_n D_{\lambda})^2 + \xi} \sin \omega_n t, \quad (5)$$

where $\nu = \theta l$ — linear velocity at the end of the blade.

On the basis of equations we can solve problems of forced vibrations of weight beams with different disturbing loads.

11. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ИНФРАКРАСНОГО НАГРЕВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЯСНОГО ФАРША

И.М. Кирик, С.И. Василевская

*Могилевский государственный университет
продовольствия, Республика Беларусь*

Одним из основных факторов, обуславливающих успешность применения инфракрасных (ИК) лучей для термообработки, является способность их

проникать в обрабатываемые изделия на некоторую глубину, воздействовать на молекулярную структуру, в связи с чем быстро возрастает температура не только на поверхности, но и на некоторой глубине. Это увеличивает зону нагрева, сокращает продолжительность термообработки и позволяет свести к минимуму удельные энергозатраты на процесс тепловой обработки [3].

Для проведения исследований по изучению процесса тепловой обработки пищевых продуктов инфракрасным излучением создана экспериментальная установка, схема которой представлена на рисунке 1 [1 – 2].

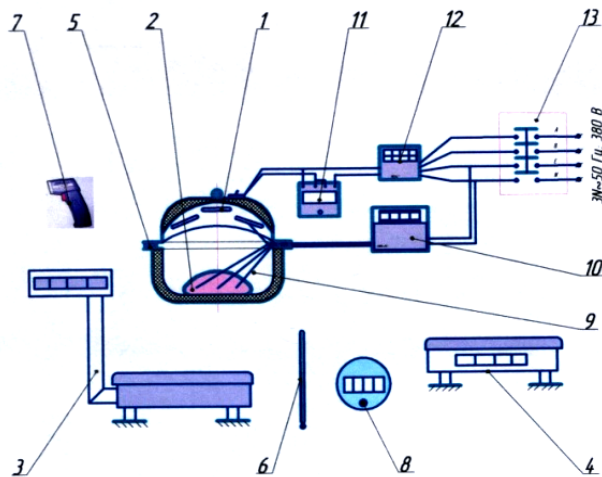


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

- 1 — аппарат инфракрасного нагрева; 2 — обрабатываемый продукт;
 3 — весы ВТН-15; 4 — весы электронные SC 4010; 5 — вставка дистанционная;
 6 — термометр; 7 — пирометр Centr-350; 8 — счетчик-секундомер; 9 — термопары;
 10 — измеритель-регулятор «Сосна-004»; 11 — ваттметр Д5004; 12 — счетчик
 трехфазный ЦЭ6803ВШ; 13 — пускатель магнитный ПМЕ

Разработанный и исследуемый опытный образец представляет собой емкость из нержавеющей стали объемом 3 дм³, в крышку которой встроены галогеновые кварцевые излучатели, отражающий теплоизолирующий экран и защитный экран из термостойкого стекла. С помощью таких излучателей можно создавать плотности энергии до 60 кВт/м².

Результаты проведенных исследований показали, что тепловая обработка изделий из мясного фарша в изучаемом инфракрасном аппарате представляет собой нестационарный тепловой процесс, включающий теплопроводность, перенос влаги с изменением ее агрегатного состояния и различные другие процессы. Основным процессом в данном случае можно считать нестационарную теплопроводность в заготовке.

Таким образом, результаты исследований позволили получить уравнения, описывающие процесс прогрева изделия из мясного фарша в форме шара при температуре поверхности излучателя аппарата 365 °С, 400 °С и 420 °С (т.е. при напряжении питания источника излучения (лампы) 100 В, 110 В и 125 В), которые представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты обработки экспериментальных данных

Напряжение на лампе, В	Температура лампы, °С	Расчетная формула
100	365	$\theta = 2,9 \cdot \bar{a}^{-10,8 F_0}$
110	400	$\theta = 2,74 \cdot \bar{a}^{-10,6 F_0}$
125	420	$\theta = 2,9 \cdot \bar{a}^{-13,8 F_0}$

Входящая в расчетную формулу θ является безразмерной величиной:

$$\theta = \frac{100 - t}{100 - t_0},$$

где t_0 — начальная температура мясного фарша, °С; t — температура мясного фарша в момент времени τ , °С; F_0 — число Фурье.

Данные уравнения получены для изделий из мясного фарша массой 50 – 100 г в виде шара и справедливы при $F_0 \geq 0,1$. Эти уравнения рекомендуются для определения температуры в центре изделий в зависимости от времени или расчета необходимого времени до достижения заданной температуры в центре обрабатываемой мясной заготовки в форме шара. Данные зависимости могут быть положены в основу методики инженерного расчета аппаратов инфракрасного нагрева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург А.С. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам пищевых производств/ А.С. Гинзбург, С.М. Гребенюк, С.Н. Михеева [и др.]. — М.: Агропромиздат, 1990. — 256 с.
2. Гортышев Ю.Ф. Теория и техника теплофизического эксперимента: учеб. пособие для вузов/ Ю.Ф. Гортышев, Ф.Н. Дресвянников, Н.С. Идиатулин [и др.]; под ред. В. К. Щукина. — М.: Агропромиздат, 1985. — 360 с.
3. Островский Л.В. Инфракрасный нагрев в общественном питании/ Л.В. Островский. — М.: Экономика, 1978. — 104 с.

12. ACCURACY EVALUATION OF CALCULATION OF STONE CATCHER BLADE FOR ROOTS FLUSHING

D. Kristiya, D. Amangaliev, Yu.M. Petrova
Donetsk National University of Economics and Tradenamed after M. Tugan-Baranovsky

Upon impact of falling root stone catcher blade is impacted with a speed v in a certain section, which causes the natural oscillations, but in addition there is applied force acting on the weight of the falling root which suddenly occurs in elastic system, which causes forced vibrations. We estimate the stress blades, considering it weightless, and calculate it by method of bringing the masses.

The design scheme presented as console rod attached to the shaft.

If the rod blade may be considered as weightless, we can get a system with one degree of freedom in the movement of the stroked root place $y(t) = \frac{v}{\omega} \sin \tilde{\omega} t$. The

oscillation frequency of a console under bending stiffness EI , $\tilde{\omega} = \sqrt{\frac{3EJ}{MI^3}}$, and the force of inertia $P_u = -M\ddot{y}(t) = M \frac{3EJ}{MI^3} \cdot \frac{v}{\tilde{\omega}} \sin \tilde{\omega}t$, i.e. $P_u = v \sqrt{M \frac{3EJ}{I^3}} \sin \tilde{\omega}t$. With technical shaft speed $n = 20$ rev/min, the cyclic rate $\theta = \pi n/30 = \pi 20/30 = 2,09$ s⁻¹, i.e. $v = 1,56$ m/s, the diameter of the rod blades $d = 30$ mm, length $l = 700$ mm, bending stiffness $EJ = E\pi d^4/64 = 7954$ Nm², root mass $M = 5$ kg, bending moment at the clamp $M_{\text{пачч}} = P_u l = v \sqrt{\frac{3EJM}{I}} = 643,9$ Nm. Given the importance of the exact solution of the system ($M = 773,6$ Nm at linear mass $m = \pi d^2 \gamma/4 = 5,5$ kg/m), the error is 16,77 %.

To clarify the approximate calculation it can be taken into account the reduced mass of the rod blades. To do this, in the case of a free console frequency equation $= y_0 (A_{kx} + \xi \lambda D_{kx}) + \frac{y_0'}{k} B_{kx}$ we can set $\xi = 0$, leading to a transcendental equation $\text{ch}\lambda \cos \lambda = -1$, where the first equation root is $\lambda = 1,875$, which leads to the frequency of the pitch oscillation of the weighty rod $\omega = \frac{\lambda^2}{l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}}$. If you replace the weighty console by weightless with reduced mass $M_{\text{np}} = \mu ml$, the oscillation frequency will be $\tilde{\omega} = \sqrt{\frac{3EJ}{I^3 \mu ml}}$. Equating these two values of the frequency, we obtain the coefficient of the reduced mass of the rod $\mu = 3/\lambda^4 = 0,243$. Bearing in mind the weight of the blade, the design moment in the approximate calculation will be as follows $M_{\text{пачч}} = v \sqrt{\frac{3EJM}{I}} (M + M_{\text{np}}) = 744,5$ Nm, which does not differ from the exact calculation.

13. CUTTING BAKING PRODUCTS ON BAKERIES

Yevgen Rodionov

National University of Food Technologies (Ukraine)

Staike Milushev, Stoiko Nieshev

University of Food Technologies (Bulgaria)

Consumers increasingly prefer sliced and packed bread. In some countries, food packaging is imperative. Besides, production of sliced and packaged bread meets modern hygienic requirements and is more profitable.

In some regions of Ukraine (part of Lviv and Zakarpattia regions) of the population buys only sliced bread, so historically. Therefore, companies that do not cut their products suffer losses and lose customers. There are cases closing private bakeries for this reason.

In large enterprises cut to 10 % of total production. For example, in bakery № 10 in Kyiv on the production line loaf cut into more than 30 tons of goods per day. For most businesses the problem is cooling and maturation of bread. Before cutting it stand for 2 – 5 hours and some rusks products — up to 24 hours. This requires significant production area.

Slicing fresh bread without long exposure makes it possible to reduce the duration of the process and the number of technological equipment.

Consider options instrumentation software that is used for slicing bread.

1. Cutting machine with one disk knife. Cut bread in half and quarters. Capacity — up to 200 pieces/hour. Disadvantage — large contact surface blade products, bread sticks on knives, the need for manual labor.

2. Cutting Machine Service plate gear knives. Capacity — up to 600 pieces/hour. Feed grain can be both manual and automatic, the oscillation frequency knife frames $200 - 400 \text{ min}^{-1}$, the amplitude of 20 – 60 mm. The lack of such machines — difficulty cutting exactly fresh bread. Advantage — low cost, which is beneficial to enterprises with low capacity.

3. Cutting Machine Service toothed belt knife — up to 3000 pieces/hour. Advantages: great performance by higher cutting speeds, low surface area contact knives with the product, increase productivity, the ability to work in a production line.

4. Use packing machine with cutting allows to refuse from additional labor for packing and increases productivity.

Production line in which the bread from the oven comes to cooling conveyors, and then on the cutting machine, cut and packaged in the automatic mode. The work of the unit manages one operator. Provides stable quality and high productivity. Disadvantage — large metal units for cooling and holding bread.

Leading manufacturers of cutting equipment and scientific institutions conducting research to improve the process of cutting bread main directions of current research:

1. Determination of the cutting (feed rate and product movement knife), which provide high cutting quality and low energy consumption.

2. Increased wear resistance of cutting tools.

3. Investigation of packaging sliced bread to modernize equipment and to ensure sanitary conditions of storage and realization.

The most modern cutting equipment, working body which is a pack belt knife, cut the bread after exposure for 1 hour and achieves performance 3000 pieces per hour (for premium sort long loaf, weighing 500 g.), with a total capacity of 3.5 kW. In our countries most widely known bread slicing machine manufacturers such — «Hranpack», «Hartman.»

REFERENCES

1. *Viktor Guts, Oleksiy Gubenia, Stefan Stefanov, Wilhelm Hadjiiski*. Modelling of food product cutting / 10th International conference «Research and development in mechanical industry — 2010», Donji Milanovac, Serbia, 10 – 16 september 2010. V.2. — P.1100 – 1105.

2. *Стефанов С., Губеня О., Теличкун В.* Хлябът на народа — нарязан и опакован, качествен и безопасен. ProPack. 2011. № 2. С. 8 – 15.

3. *Губеня А., Стефанов С., Теличкун В., Хаджийски В.* Усъвършенствование на конструкцията и режимите на работа на машина за резане на хляб. Русенски Университет «Ангел Кънчев». Научни трудове. Том 8, серия 9: Химични технологии, биотехнологии и хранителни технологии. Руссе — 2009. С. 186 – 190.

Scientific directors: prof. Stefan Stefanov (Bulgaria), prof. Telychkun Volodymyr (Ukraine)

14. CUTTING VEGETABLE RAW MATERIALS IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY

**Dmytro Voznesenskyi, Oleksandr Senin,
Bogdan Lukianenko**

National University of the Food Technologies

In the pharmaceutical industry vegetable raw materials (grass, bark, fruit and roots) are used for the production of extracts, tinctures, essential oils. For uniform removal target component raw shredded into pieces the same size.

The most common type of grinding herbs, leaves, twigs is a method of cutting. Often cutting equipment has high energy and does not provide the required quality of cut. The literature is insufficient data on the choice of the cutting conditions and which are of great importance in the design stage equipment.

We know that for many materials cutting force at high speeds knife reduced, and the quality of cut — increases less deformed material during cutting.

To determine the rational cutting mint conducted research.

Set the cutting force for a large range of speeds knife difficult, because there are no required research methodology.

A simple method for determining the dependence of research efforts and quality process for a large range of knife speed (1 – 10 m/s). A pilot installation — pendulum (Fig. 1), at the end of the beam is fixed knife that cuts the product. Installation is convenient because the cutting speed can change widely. This changes the angle of launch beam, or kinetic energy by attaching additional masses on the yoke.

The known laws depending on the angle and start lifting beam velocity determined knife at the inlet and outlet of the product:

$$V = R\sqrt{2\frac{\sum P_i r_i}{J}(1 - \cos\beta)}$$

P_i — weight of each part rocker; r_i — distance from the center of mass of detail to the axis of the beam; β — launch angle; R — length of the beam; J — moment of inertia.

To determine the cutting force was mathematically modeling the knife. Consider the forces acting on the knife and composition of equilibrium equations, uncover its members and obtain the differential equation of motion of the knife in the material:

$$F_c + G + F_i = F_c + \left(C + k \frac{dy(t)}{dt} \right) + m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} = 0$$

G — force of friction; F_i — force of inertia; F_c — cutting force; C — coefficient depends on the specific load product on the side of the knife; V — speed; k — rate of speed on friction force; y — move the knife in the product; t — time of cutting, m — weight cutting mechanism; a — speed-up.

By solving the equation, substituting the initial conditions, we obtain the force and specific cutting force depending on the speed of the blade, cutting time and structural and mechanical properties of the product:

$$F_{cut}^{spec} = \frac{F_c}{h} = \frac{1}{h} k_1 \frac{dy(t)}{dt} - e^{-\frac{k_1 t}{m}} \left(C + V_{oy} k_1 \right) + C \frac{e^{-\frac{k_1 t}{m}}}{e^{-\frac{k_1 t}{m}} - 1}$$

The results established for the leaves and stems of mint knife at speeds 1 – 10 m/s.

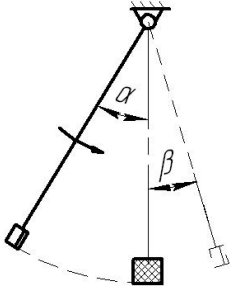


Fig. 1. Apparatus for the study of the cutting process

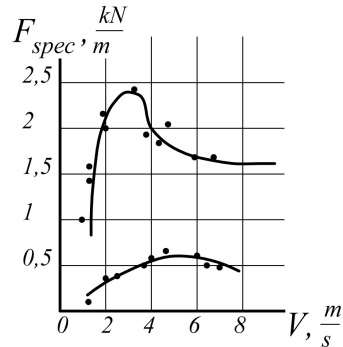


Fig. 2. The dependence of cutting force leaves (1) and stems (2) mint from cutting speeds

With increasing speed knife cutting force increases and then decreases by reducing the deformation of the product under the knife edge at high speeds (Fig. 2). This is true for all elastic-plastic products.

The scientific value of the research — development of mathematical models for determining directly cutting force.

We recommend that in machines for cutting mint and similar raw speed knives over 4 m/s. This will be reduced energy and deformation of the product, provided the same size particles sliced raw materials.

REFERENCE

1. Guts V., Gubenia O. Cutting of multi-layered products in food industry. *EcoAgroTourism*. 2012. N. 12. — P. 46 – 50.
2. Гуць В.С., Губеня О.О. Різання багатошарових пакувальних матеріалів. *Упаковка*. 2012. — №1. С. 52 – 55.
3. Viktor Guts, Oleksiy Gubenia, Stefan Stefanov, Wilhelm Hadjiiski. Modelling of food product cutting. 10 th International conference «Research and development in mechanical industry — 2010», Donji Milanovac, Serbia, 10 – 16 september 2010. Volume 2. — P. 1100 – 1105.

Scientific directors: Viktor Guts, Oleksii Gubenia

15. VIBRO EXTRACTION OF ROSEHIPS

Oleksandr Gorkavyi, Vadym Dekanskyi

National university of food technologies

With rosehip made various medications:

- preparations containing ascorbic acid
- concentrate of vitamin P
- concentrates of vitamin E
- carotenoid preparations

Manufacturing such medicinal products include extraction.

Natural extraction of biologically active substances (BAS) from plant material is slow. There are many different methods to intensify this process, such as mechanical mixing by a rotating stirrer, vibration systems, electrodynamic vibration, technological methods, etc. Increase temperature to improve the mass transfer is meaningless because BAS lose their organoleptic and medicinal properties [3], [4]. Based on this, we propose to use mechanical vibrations to intensify mass transfer during extraction rosehip.

It is known that low-frequency vibrations provide intense hydrodynamic conditions help to reduce diffusion resistance and activation the surface of interacting phases [1]. The use of high-frequency oscillations improves the coefficient of internal diffusion [2]. Due to their interactions, the overall mass transfer coefficient increased in several times.

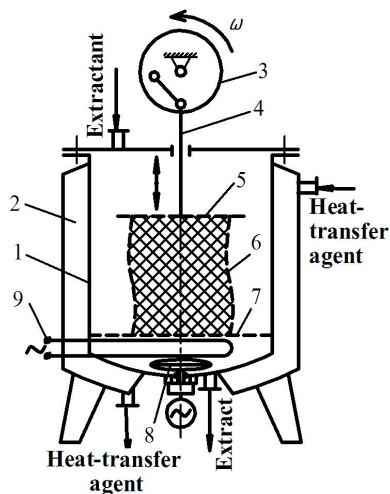


Fig.1. The experimental setup:

- 1 — body; 2 — heater; 3 — drive; 4 — rod;
- 5 — perforated top disc; 6 — flexible container;
- 7 — fixed perforated disk; 8 — high-wave emitter; 9 — electric heater

Used experimental installation (Fig. 1). It is a extractor of periodic action with intermediate spin and high-frequency oscillations emitter. It consists of a cylindrical body (1) which contains the electric heater, heat shirt, high-wave emitter (8), a system of low-frequency harmonic waving (rod (4), perforated top disc (5), flexible container (6), lower fixed perforated disk (7) and drive (3)). Key Features of the device: volume-15 L, the oscillation frequency of the rod — 3 Hz, amplitude rod — 0.02 m, high-frequency oscillations of the emitter — 10 kHz, temperature — 55 C, hydraulic — 10:1. In the experiments, samples were taken every 5 min.

These results confirm the increase in the yield of extractives in the case of combined vibration mode of extraction. Built extraction curves concentration changes over time to achieve the equilibrium concentration and calculated volumetric mass transfer coefficients.

REFERENCE

1. Завялов В.Л., Бодров В.С., Запорожець Ю.В., Мисюра Т.Г., Попова Н.В., Деканський В.Є. Дослідження процесу віброекстрагування із рослинної сировини та перспективи його використання в промисловості / Харчова промисловість. — 2012. — № 12. — С. 260 – 268.
2. Bousbia N., Vian M.A., Ferhat M.A., Meklati B.Y., Chemat F. A new process for extraction of essential oil from citrus peels: Microwave hydrodiffusion and gravity / Journal of Food Engineering. — 2009. № 90. — P. 409 – 413.
3. Дамянова С., Колева А., Ташева С., Стоянова М., Стоянова А., Добрева К, Ангелов Б., Житнецкий І. Пауловнія — джерело біологічно активних речовин. Технологія екстрактів для косметики та фармацевтії / Харчова промисловість. — 2012. — № 12. — С. 193 – 196
4. <http://techlekform.ru/tehnologiya-summarnyih-galenovyih-preparatov/preparaty-i-svezhih-rasteniy/preparaty-shipo.html>

Scientific director: prof. Volodymyr Zavialov

16. ОБЖАРКА СОЛОДА В АППАРАТЕ С ПАРОВОЗДУШНОЙ СРЕДОЙ И ИНТЕНСИВНЫМ ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

В.Я. Груданов, П. Д. И. Эбиенфа, А.А. Почебут
*Белорусский государственный аграрный
технический университет, г. Минск*

При производстве темных сортов пива возрастает потребность в высококачественных специальных сортах солода (карамельного и жжёного).

Одним из основных процессов при производстве карамельного и жжёного солода является процесс его тепловой обработки, в результате которой продукт приобретает своеобразный цвет и аромат [1]. На качество готового солода существенное влияние оказывает температурный режим в рабочей камере обжарочного аппарата. С целью интенсификации процесса тепловой обработки продукта в рабочую камеру обжарочного барабана подаётся влажный насыщенный пар.

Одним из энергоёмких процессов приготовления карамельного солода является обжарка зерен, при этом качество обжарки определяет конечные физико-химические показатели карамельного солода.

Для проведения экспериментальных исследований процесса обжарки солода разработано экспериментальный стенд и проведено исследования.

На рис. 1 и 2 представлены экспериментальные данные влияния продолжительности обжарки (II этап) на физико-химические показатели карамельного солода.

Продолжительность обжарки 165 мин является оптимальной с точки зрения достижения требуемых органолептических и физико-химических параметров. Снижение продолжительности обжарки ведет к неудовлетворительным органолептическим и физико-химическим показателям, а увеличение — приводит к возрастанию числа обгорелых зерен, что отрицательно сказывается на качестве готового пива (ухудшение цвета и аромата).

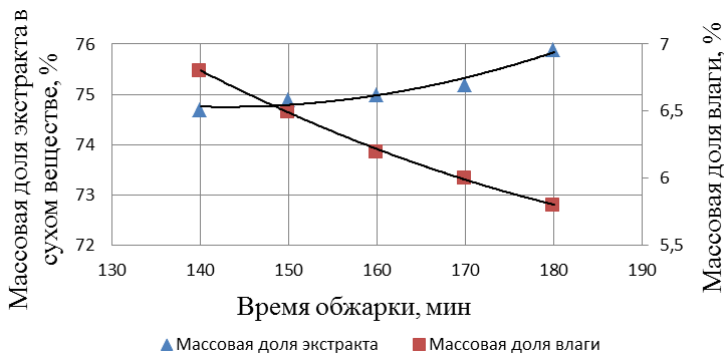


Рис. 1. Влияние продолжительности обжарки (II этап) на массовую долю экстракта в сухом веществе и массовую долю влаги

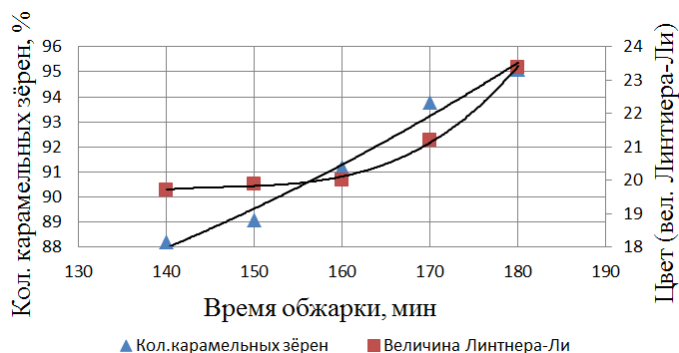


Рис. 2. Влияние продолжительности обжарки (II этап) на количество карамельных зёрен и величину Линтиера-Ли

Изучены вопросы, связанные с исследованием технологических особенностей обжарки солода для приготовления темных сортов пива, установлены основные закономерности и технологические факторы, влияющие на физико-химические свойства карамельного солода; определены оптимальные технологические режимы процесса обжарки солода для достижения требуемых органолептических и физико-химических характеристик продукта, а также энергетических характеристик устанавки, что в конечном итоге позволит повысить эффективность приготовления карамельного солода для производства темных сортов пива, а также снизить зависимость пивоваренной промышленности Республики Беларусь от импортного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кунце В., Технология солода и пива: пер.с нем. / В. Кунце, Г. Мит. — СПб., Изд-во «Профессия», 2001. — 912 с., ил.
2. Воскобойников В.А., Оборудование пищекоцентрализованного производства / В.А. Воскобойников, В.М. Кравченко, И.Т. Кретов. — Справочник. М., 1989.

17. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ВОДЫ ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ АЭРАЦИЕЙ

В.Я. Груданов

*Белорусский государственный аграрный
технический университет*

Ю.А. Секацкая

*Могилёвский государственный университет
продовольствия, Беларусь*

Основными причинами, способствующими снижению качества воды, как по химическим, так и по органолептическим свойствам, является повышенное содержание в ней соединений железа и присутствие железобактерий. Допустимое содержание железа в питьевой воде в соответствии с действующим стандартом составляет 0,3 мг/л.

Среди существующих методов обезжелезивания подземных вод наиболее перспективным технологическим решением на предприятиях пищевой промышленности Республики Беларусь является обезжелезивание методом принудительной напорной аэрации с последующим фильтрованием.

Процесс аэрации — это обработка потока воды атмосферным воздухом, в результате которой происходит окисление растворимых соединений железа до образующих хлопьевидный осадок нерастворимых, которые затем оседают и удаляются на осадочных фильтрах. Использование оборудования для аэрации воды позволяет полностью отказаться от использования реагентов, что более безопасно в плане контакта с химическими веществами и менее затратно.

Одним из наиболее распространённых видов оборудования для аэрации воды являются газо-жидкостные эжекторы, которые обеспечивают насыщение воды расчетным количеством кислорода воздуха. С целью улучшения качества обезжелезивания подземных вод нами был разработан и запатентован новый газо-жидкостной эжектор, в котором используется многосопловая конструкция и принцип периферийной подачи воды с закруткой активного потока воды в тангенциальном направлении [1]. При этом сопла располагаются концентрично и наклонно к плоскости осевого сечения камеры смешения, что обеспечивает увеличение пути струи до места соприкосновения со стенками камеры смешения, увеличивает время и площадь контакта кислорода воздуха с двухвалентным железом, содержащимся в воде. При закрутке активного потока, вода дополнительно приобретает центробежные силы, отбрасывающие ее к периферии и циркулируя поток, они повышают эффект подсоса воздушной среды и способствуют повышению качества очистки воды от железа.

Для изучения газо-жидкостного эжектора новой конструкции и оптимизации процесса обезжелезивания подземных вод в проточной части аппарата были проведены экспериментальные исследования. С этой целью была изготовлена лабораторная установка, которая позволила определить влияние режимно-конструктивных параметров работы газо-жидкостного эжектора на производительность и эффективность очистки подземных вод от железа. Конструкция стенда позволяет регулировать угол наклона сопел, диаметр сопел, длину камеры смешения и давление в гидросистеме. На основании проведённого многофакторного эксперимента по очистке подземных вод методом принудительной аэрации, были установлены оптимальные режимно-конструктивные параметры процесса: угол наклона сопел — 40° ; диаметр выходного сечения сопла — 1,5 мм; длина камеры смешения — 500 мм; рабочее давление — 0,65 МПа.

Экспериментальные исследования показали, что длина камеры смешивания существенно не влияет на производительность, при этом максимальный коэффициент очистки наблюдается при длине камеры смешения равной 530 мм. Низкий коэффициент очистки на более короткой длине камеры смешения свидетельствует о том, что на такой длине еще не успел завершиться процесс энергообмена и смешения сред в проточной части аппарата, диффузия эжектируемого газа в воде не закончена. При увеличении длины камера также наблюдается снижение эффективности очистки, поскольку рабочий процесс в аппарате уже завершился, тем самым просто идет увеличение потерь на трение, рост гидравлического сопротивления, при этом также необоснованно увеличивается металлоемкость эжектора.

Для проверки эффективности работы эжектора и оценки качества воды до и после обезжелезивания в аккредитованной лаборатории был проведен химический анализ воды, который показал, что при обезжелезивании с применением разработанного газо-жидкостного эжектора снижается уровень содержания железа до полного удаления, при этом химический состав и концентрация других обнаруженных компонентов, таких как Ca, Mg, Na, K, Sr, Zn, Cu остаются величинами постоянными. Промышленные испытания изготовленного опытного образца эжектора новой конструкции, установленного в технологической линии по производству минеральной воды показали высокую эффективность его работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мясников И.Н.* Совершенствование очистки подземных вод для питьевого водоснабжения Текст. / И.Н. Мясников, В.А. Потанина, Ю.Б. Буков // Водоснабжение и санитарная техника. 1999. — № 7. С. 11 – 13.
2. *Эжектор*: патент РБ № 11810.

18. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И МОЩНОСТЬ ГРАНУЛИРОВАНИЯ КОМБИКОРМОВ НА ПРЕСС- ГРАНУЛЯТОРАХ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ КОЛЬЦЕВОЙ МАТРИЦЕЙ

А.Э. Кошак, Ж.В. Кошак

*Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно, Беларусь*

Важнейшими техническими характеристиками пресс-грануляторов не зависимо от их конструкции являются производительность и полезная потребляемая мощность на процесс прессования гранул, т.е. активная мощность. В настоящее время для инженерного расчета производительности и полезной мощности пресс-грануляторов предлагается ряд формул [1, 2, 3]. Одна из первых формул для расчета производительности пресс-грануляторов и потребляемой активной мощности была предложена А.Я. Соколовым. Его расчет основывается на ряде допущений, и предлагаемые формулы содержат параметры, которые трудно определить. Например, в формуле имеется поправочный коэффициент, который учитывает влияние перемычек между отверстиями в матрице. Средняя скорость перемещения гранулы в отверстии матрицы определяется на основе расчетной схемы, в которой приняты некоторые допущения. Формула для расчета полезной мощности затрачиваемой на прессование гранул, также содержит ряд сложно определяемых параметров, таких как сила трения гранулы о стенки матрицы, число одновременно прессуемых гранул в матрице, поправочный коэффициент, учитывающий физико-механические свойства комбикорма. Поэтому воспользоваться данной формулой для расчета полезной мощности, затрачиваемой на гранулирование крайне сложно. Поэтому практический интерес представляют формулы для инженерного расчета производительности пресс-гранулятора и активной мощности, которые будут содержать определяемые параметры и коэффициенты.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана формула для расчета производительности пресс-гранулятора следующего вида:

$$Q_{ГР} = k_C \cdot k_W \cdot \frac{\pi D_{ОТВ}^2}{4} \rho_{ГР} z n_M n_{ОТВ} l_{ГР}, \quad (1)$$

где $Q_{ГР}$ — производительность пресс-гранулятора, кг/с; k_C — безразмерный экспериментальный коэффициент, характеризующий влияние состава прессуемого комбикорма; k_W — безразмерный экспериментальный коэффициент, характеризующий влияние влажности пропаренного комбикорма перед зоной прессования; $D_{ОТВ}$ — диаметр отверстий матрицы, м; $\rho_{ГР}$ — плотность гранулы, кг/м³; z — число прессующих роликов, шт; n_M — частота вращения матрицы, с⁻¹; $n_{ОТВ}$ — число отверстий в матрице, шт; $l_{ГР}$ — условная длина гранулы за один проход прессующего ролика, м.

Для расчета производительности была принята условная длина гранул за один проход прессующего ролика при производительности пресс-гранулятора 10 т/ч или 2,8 кг/с. Условная длина гранулы за один проход ролика равна 0,0055 м.

Определены численные значения экспериментальных коэффициентов k_C и k_W .

Формула для расчета активной мощности, затрачиваемой на процесс гранулирования, имеет вид

$$P_{АКТ} = v_{ГР} F_{ПР} k_Q = \frac{Q_{ГР}}{\rho_{ГР} S_{ОТВ}} F_{ПР} k_M k_Q, \quad (2)$$

где $P_{АКТ}$ — активная мощность, Вт; $v_{ГР}$ — скорость гранулы при прохождении продукта через одно отверстие при заданной производительности пресс-гранулятора, м/с; $F_{ПР}$ — усилие, затраченное на прессование одной гранулы, Н; k_M — безразмерный экспериментальный коэффициент учитывающий физико-механические свойства прессуемого комбикорма; k_Q — безразмерный коэффициент пропорциональности, учитывающий влияние производительности пресс-гранулятора; $Q_{ГР}$ — производительность пресс-гранулятора, кг/с; $\rho_{ГР}$ — плотность гранул, кг/м³; $S_{ОТВ}$ — площадь отверстий в матрице, м².

Коэффициент k_M показывает способность каждого комбикорма к гранулированию, чем выше значения коэффициента, тем сложнее протекает процесс гранулирования и повышается активная мощность затрачиваемая на него. Экспериментальный коэффициент k_Q является коэффициентом пропорциональности. С увеличением производительности пресс-гранулятора активная мощность растет не прямо пропорционально, рост активной мощности замедляется с ростом производительности. Данный коэффициент k_Q и учитывает эту особенность процесса гранулирования. Значения коэффициента k_Q были определены для пресс-гранулятора «Матадор» при гранулировании изучаемых комбикормов при постоянной влажности пропаренного комбикорма 14 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демский А.Б. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов. Справочник / А.Б. Демский, В.Ф. Веденьев. — М.: ДеЛи принт, 2005. — 760 с.
2. Демский А.Б. Справочник по оборудованию зерноперерабатывающих предприятий / А.Б. Демский, М.А. Борискин, Е.В. Тамаров, Ш.С. Камалетдинов, А.С. Чернолихов. — М.: Колос, 1970. — 432 с.
3. Соколов А.Я. Комбикормовые заводы / А.Я. Соколов. — М.: Колос, 1969. — 431 с.

19. НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН КАМЕРИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ФЛЮЇДНОЇ ВОДИ

Д.О Крістя, Д.В. Амангалієв, Ю.М. Петрова
 Донецький національний університет економіки
 і торгівлі ім. М. Туган-Барановського

Задоволення зростаючих вимог суспільства до більш здорового способу життя вимагає нових екологічно чистих технологій. Світова сучасна практика збереження і поліпшення якості продуктів виробила принципово нову технологію обробки харчових продуктів шляхом застосування флюїдних технологій.

Для отримання флюїдів необхідно використовувати робочі камери (РК), що витримують високі тиски до 40 МПа і перепад температур до 4000С.

Мета досліджень — вивчити напружено-деформований стан (НДС) РК для отримання флюїдної води і виробити рекомендації зі створення відповідного обладнання.

Таблиця. Коліві напруження в поперечному перерізі РК в залежності від співвідношення внутрішнього і зовнішнього радіусів $\eta = r/R$

η	Напруги від тиску, МПа		Напруги від температури, МПа		Сумарні напруження, МПа		Розрахункові напруги, МПа	
	У зовнішній поверхні	У внутр. поверхні.	У зовнішній поверхні	У внутр. поверхні.	У зовнішній поверхні	У внутр. поверхні.	У зовнішній поверхні	У внутр. поверхні.
	$\sigma_{\theta(R)}^p$	$\sigma_{\theta(r)}^p$	$\sigma_{\theta(R)}^0$	$\sigma_{\theta(r)}^0$	$\sum \sigma_{\theta(R)}$	$\sum \sigma_{\theta(r)}$	$\sigma_{расч(R)}^{III}$	$\sigma_{расч(r)}^{III}$
0,1	0,808	40,808	473,840	-829,622	474,648	-788,814	474,648	-748,814
0,2	3,333	43,333	506,696	-796,143	510,029	-752,810	510,029	-712,810
0,3	7,912	47,912	534,483	-768,315	542,395	-720,403	542,395	-680,403
0,4	15,238	55,238	558,367	-744,438	573,605	-689,200	573,605	-649,200
0,5	26,666	66,666	578,933	-723,637	605,599	-658,971	605,599	-616,971
0,6	45,000	85,000	597,025	-705,576	642,025	-620,575	642,025	-580,575
0,7	76,862	116,862	613,090	-689,509	689,952	-612,647	689,952	-572,647
0,8	182,222	142,222	627,177	-675,398	809,399	-493,176	809,399	-453,176

РК для отримання флюїдної води являють товстостінні циліндри з високоміцної сталі. РК відчуває об'ємний напружений стан. У поперечному перерізі виникають радіальні і окружні напруги. У табл. наведено результати дослідження окружних напружень по відомій задачі Ляме у зовнішній і внутрішній поверхні РК від тиску і температури. Радіальні температурні напруги у зовнішній $\sigma_{r(R)}^0$ та внутрішній $\sigma_{r(r)}^0$ поверхнях, а також радіальні напруги від тиску біля зовнішньої поверхні $\sigma_{r(R)}^p$ дорівнюють нулю. Радіальні напруги від тиску у внутрішній поверхні РК стискаючі і дорівнюють $\sigma_{r(r)}^p = -40$ МПа. Розрахункові напруги визначаємо за третьою теорією міцності.

Аналіз отриманих даних свідчить, що найбільш раціональною при зовнішньому радіусі мм буде робоча камера з товщиною стінки від 50 до 60 мм. При конструюванні РК необхідно вибирати леговану сталь з допустимою напругою не менше 700 МПа, корозійностійку, жароміцну.

20. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОЩНОСТИ ВАЛЬЦОВОЙ ПЛЮЩИЛКИ- ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ

Е.М. Прищепова

*Белорусский государственный аграрный
технический университет, г. Минск*

Применение вальцовой плющилки зерна одновременно и в качестве измельчителя позволит увеличить время загрузки оборудования, что повысит эффективность его использования.

Для того, чтобы плющилка выполняла функции измельчителя необходимо, чтобы образующие поверхности вальцов имели различную линейную скорость, при этом наряду с основными составляющими мощности: на трение скольжения поверхности вальцов по зерновке $P_{тр.с}$ и на деформацию зерновки P_d [1] возникают дополнительные затраты мощности, затрачиваемой на сдвиг зерновки $P_{сдв}$ и на проскальзывание вальцов по зерновке $P_{проск}$ при сдвиге. При измельчении зерна вальцами одинакового диаметра D вальцы нажимаю на зерновку с силой, создаваемой устройством прижатия вальцов, которую можно разложить на равнодействующую F_R давления на зерновку под неопределенным углом в пределах угла деформации α_1 , на вертикальную силу $F_Y = F_R \cdot \sin \alpha_1$, горизонтальную $F_X = F_R \cdot \cos \alpha_1$ и по касательной к вальцу $F_R \cdot \operatorname{tg} \alpha_1$. Под действием силы F_R на окружности вальца при его вращении возникает сила трения равная произведению коэффициента трения на равнодействующую F_R , т. е. $F_{мп} = f \cdot F_R$, которая должна быть больше силы по касательной $F_R \cdot \operatorname{tg} \alpha_1$. При этом, зерновка сначала будет скользить по вальцам, затем произойдет ее захват вальцами и деформация в межвальцовом зазоре. Так как образующие вальцов имеют различные окружные скорости, то одновременно при деформировании зерновки происходит ее проскальзывание на вальцах. Проскальзывание при деформации зерновки будет происходить до тех пор, пока касательные напряжения, воздающие на зерновку в межвальцовом пространстве не превысят предельных. При превышении касательными напряжениями предельного значения произойдет сдвиг зерновки и соответствующее измельчение (разрушение) сплющенного зерна. Тогда указанные составляющие мощности вычислим по следующим формулам:

$$P_{тр.с} = \frac{\pi D f (mg + F)}{120 \cos \alpha_1} (n + n'),$$

где m — масса зерновки, кг; g — ускорение свободного падения, м/с²; F — дополнительная внешняя сила, действующая на зерновку, Н; n и n' — частота вращения вальцов, соответственно, с большей и меньшей скоростью, мин⁻¹.

$$P_d = 2fF_R v_3,$$

где v_3 — скорость зернового потока, м/с [1].

$$F_R = \frac{EL}{4d_n \cos \alpha_1} \sqrt{(d_n \cdot \cos \alpha_1 - b_3)^4 + D^4 (\alpha_1 - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1)^2}$$

где E — модуль упругости зерновки, Н/м²; L — длина вальца, м; b_3 — зазор между вальцами, м; d_n — средняя толщина зерновки, м.

$$P_{\text{сдв}} = \frac{\pi D F_R f \cos \alpha_1}{60} (n - n')$$

$$P_{\text{проск}} = \frac{\pi D F_R f}{60} (n - n') (1 - \cos \alpha_1)$$

Общая мощность вальцової плющили

$$P_{\text{дв}} = P_{\text{тр.с}} + P_{\text{д}} + P_{\text{сдв}} + P_{\text{проск}}$$

Для определения разницы частот вращения вальцов определим минимальное смещение ΔY зерновки в межвальцовом зазоре, при котором произойдет разрушение (измельчение) зерновки:

$$\Delta Y = \frac{\sigma_{\text{max}} l^2 (1 + \nu)}{E}$$

где $\sigma_{\text{max}} = F_{\text{max}}/S$ — максимальное механическое напряжение, Н/м²; F_{max} — сила сдвига достаточная для создания механического напряжения, превышающего предел прочности, Н; S — площадь поперечного сечения зернового потока, на которое действует сила, м²; ν — значение коэффициента Пуассона для измельчаемого зерна; l — среднее значение длины межвальцового пространства, м.

Кроме этого условия необходимо, чтобы действующая сила сдвига $P_{\text{сдв.действ}}$ была больше F_{max} .

Действующую силу сдвига определим из баланса энергии на сдвиг, т.е.

$$F_{\text{сдв.действ}} = \frac{E F_R \cos \alpha_1 \cdot \alpha'_1 f}{4 \sigma_{\text{max}} l n' (1 + \nu)} (n - n')$$

где α'_1 — угол деформации на вальце с меньшей скоростью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дайнеко В.А. Математическое моделирование мощности вальцової плющилки зерна / В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова // *Ukrainian Food Journal*. — 2012. — № 3. — С. 40 – 49.
2. Дайнеко В.А. Теоретическое обоснование мощности электропривода вальцової плющилки-измельчителя / В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова, Н.А. Воробьев // *Агропанорама*. — 2013. — № 1. — С. 16 – 26.

21. ВДОСКОНАЛЕННЯ ВУЗЛА РОЗПОДІЛЕННЯ РОБОЧОГО АГЕНТА В ТЕРМОКАМЕРІ

В.А. Божко

Національний університет харчових технологій

Процес термообробки є однією з основних операцій у виготовленні ковбасних виробів, які здійснюються за рахунок конвективного методу підведення теплоти.

Найважливішими умовами проведення процесу є рівнозначність та симетричність підведення теплоти до кожного ковбасного виробу незалежно від його розташування в об'ємі термокамери.

Під час виготовлення ковбасних виробів на їх якість значною мірою впливає спосіб підведення робочого агенту в камеру термічної обробки ковбасних виробів. Для досягнення рівномірного розподілення робочого агенту, а значить і досягнення однорідного температурного поля, ми змінюємо спосіб подачі теплового агенту в камеру термічної обробки.

Відомо, що рівномірне розподілення робочого агента по всьому об'єму камери сприяє рівномірній обробці всіх виробів, які знаходяться в термокамері. Це дозволяє отримати найбільш якісну продукцію по завершенню процесу приготування ковбасних виробів.

Для забезпечення рівномірної подачі робочого агента в камеру термічної обробки продукції, необхідно забезпечити рівновеликий тиск робочого агента в проміжній камері між термоізолюваним корпусом та стінками камери термічної обробки ковбасних виробів.

За прототип взята термокамера [1] Полягає у визначенні закономірностей конвективного підведення теплоти до ковбасних виробів та створенні раціональної конструкції термоагрегату для їх здійснення.

– розробити конструкцію експериментальної установки для здійснення процесів конвективного підведення теплоти до ковбасних виробів.

– встановити взаємозв'язок між геометричними параметрами вирішальних елементів аеродинамічної системи, характером руху робочого середовища, рівномірністю та симетричністю підведення теплоти до кожного окремого ковбасного виробу.

Полягає у тому, що вивчені та розраховані нові конструкції підведення теплового агента в камеру обробки ковбасних батонів, та оптимальні режими роботи термокамери, а саме:

– вперше досліджено взаємозв'язок між геометричними параметрами елементів аеродинамічної мережі термокамер і характером руху робочого середовища навколо продукту;

– визначено характерні геометричні параметри вирішальних елементів, що забезпечують рівномірність та симетричність підведення теплоти у камеру обробки ковбасних виробів.

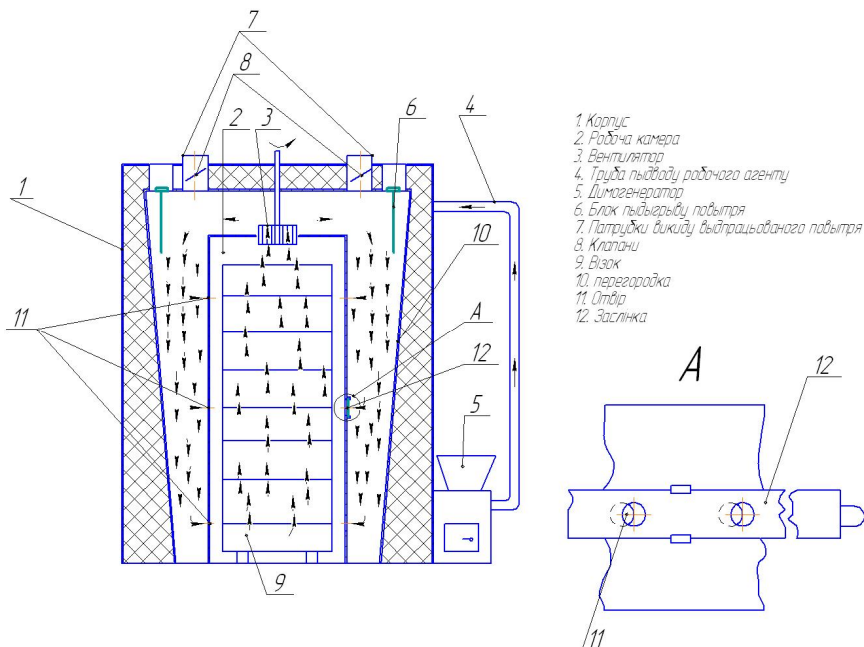


Рис. 1. Термокамера

Розрахунок та моделювання, нових способів підведення теплового агенту в камеру термообробки ковбасних батонів було проведено в програмі FlowVision.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Оборудование* для переработки мяса. В.И. Иванов. — СПб.: ГИОРД, 2007 — с. 35 – 335

Науковий керівник: В.М. Таран

22. УДОСКОНАЛЕННЯ ДІЛЬНИЦІ ПЕРЕМІШУВАННЯ ФАРШУ В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КОТЛЕТ

Р.Р. Василюк

Національний університет харчових технологій

У харчових виробництвах, а саме у м'ясопереробному, виникає необхідність у змішуванні в'язких матеріалів (фаршу). Процес змішування полягає в підготовці інгредієнтів, періодичному їх дозуванні, змішуванні, вивантаженні суміші, підготовці змішувальної камери для наступних операцій.

У багатьох безперервних технологічних процесах перевага віддається змішувачам безперервної дії, безпосередньо включеним у технологічний процес. Серед різноманітних змішувачів безперервної дії значними перевагами володіють лопатеві змішувачі, де харчові продукти перемішуються лопатями, закріпленими, як правило, на горизонтальному валу.

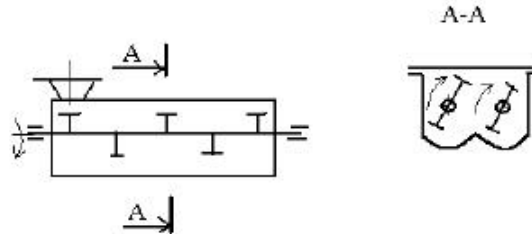


Рис. 1. Конструктивна схема лопатевого змішувача.

У лопатевих змішувачах безперервної дії лопаті закріплюються на валу по гвинтовій лінії, що забезпечує одночасне перемішування і переміщення продукту уздовж вала. Для забезпечення необхідної якості перемішування в'язких продуктів у лопатевому змішувачі безперервної дії експериментально встановлюється оптимальний час змішування, який повинен відповідати часу переміщення в'язких продуктів в змішувачі від місця завантаження до місця розвантаження. Цей час можна змінювати шляхом зміни числа обертів вала з лопатями, а також кута повороту лопатей щодо вала. У лопатевих змішувачах періодичної дії продукт зазвичай перемішується радіальними лопатями, поверненими відносно осі обертання. Такий пристрій робочих органів забезпечує перемішування з одночасною циркуляцією продукту в кориті змішувача.

Крім ефективного перемішування, ці змішувачі покликані пригнічувати пульсації в подачі компонентів на вході в змішувач, які виникають з різних причин

в реальних технологічних процесах, тобто вони вирішують завдання забезпечення рівномірності перемішування в просторі і стабільності суміші в часі. Найбільш інформативною характеристикою змішувача безперервної дії, що визначає його працездатність в тих чи інших технологічних умовах, є крива розподіл часу перебування у ньому ключового (спостережуваного і контрольованого) змішувача компонента, є звичайно предметом експериментального дослідження.

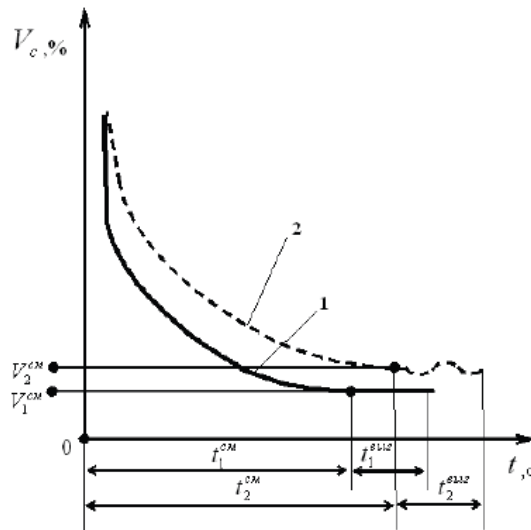


Рис. 2. Кінетичні криві процесу змішування.

Активний обмін частками між протилежними осьовими потоками поблизу корпусу і валу в радіальному напрямку в межах сусідніх рядів робочих органів реалізований конструктивними особливостями запропонованого змішувача забезпечує швидке вирівнювання концентрацій компонентів в осьовому напрямку при їх одночасному завантаженні і інтенсифікує періоди конвективного і дифузійного процесів змішування, що знижує час змішування ($t_1^{cm} < t_2^{cm}$) (рис. 2 крива 1), спрямоване переміщення великим потоком зменшує час вивантаження суміші ($t_1^{blyt} < t_2^{blyt}$) при забезпеченні стабільної якості приготовленої суміші ($V_1^{cm} = \text{const} < V_2^{cm} = \text{var}$) в порівнянні зі змішуванням, реалізованим у відомих лопатевих змішувачах (рис. 2 крива 2).

Науковий керівник: В.М. Таран

23. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПОДРІБНЕННЯ М'ЯСА В КУТЕРІ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

О. Довгаль

Національний університет харчових технологій

Під час переробки м'ясної сировини на технологічному обладнанні здійснюють основні (подрібнення, перемішування, варіння, формування тощо) та

допоміжні (завантаження, переміщення, контроль якості, вивантаження й транспортування) операції [1].

Залежно від участі людини в цих операціях, машини й обладнання для переробки м'яса бувають: автоматичні, напівавтоматичні та ручні або не автоматичні, на яких частину чи всі операції виконують вручну. Конструктивною особливістю таких машин є наявність рухомих робочих органів, які й виконують основні дії з переробки сировини в харчовий продукт.[2]

Важливим і не відємним процесом при виробництві ковбасних виробів є процес тонкого подрібнення мяса на кутері. На сьогодні провідні фірми світу випускають всі модифікації кутерів: атмосферні, вакуумні з діапазоном місткості чаші від 5 до 1200л. Сучасний вакуумним- кутер серії «Катмастер-В фірми» Кремер-Гребер» (Німеччина) Він складається з станини, вакуумного корпусу і кришки з оглядовим вікном. До корпусу приєднаний електродвигун з приводом ножового вала. Привід чаші має двошвидкісний асинхронний двигун. Кутер оснащений гідравлічним підйомником перекидачем, візком і механізмом вивантаження.[3, 5]

На основі проведених аналітичних досліджень нами запропонован процес тонкого подрібнення м'яса і приготування фаршу безструктурних ковбас на кутері безерервної дії. Безперервність процесу полягає в заміні чаші кутера на замкнену металеву стрічку, яка за допомогою відхиляючих роликів утворює жолоб в якому відбувається процес кутерування.

В даному обладнанні запропоновано встановити кілька ножевих головок, що розташовані в ряд, завдяки цьому достатньо одного проходу сировини через серію серповидних ножів, для забезпечення тонкого подрібнення фаршу.

Для обґрунтування даного методу проведення процесу, необхідно:

- провести дослідження процесу подрібнення фаршу, виявити фактори які безпосередньо впливають на готовий продукт;
- розробити математичну модель робочого органу і простору в якому відбувається процес з урахуванням статичних та динамічних характеристик;
- на основі математичної моделі здійснити моделювання та розрахунок параметрів технологічного процесу.

Для моделювання процесу було обрано одну ножеву головку, що подрібнює фарш в жолобі з металевої стрічки. [4]

Моделювання процесу подрібнення, а зокрема розподілення тисків, швидкості руху, напряду потоків, було проведено в програмному забезпеченні Flowvision. [7]

Базою для проведення моделювання процесів подрібнення служить об'єм м'ясного фаршу, що було створено в програмі КОМПАС 3D V12, та ножева головка, що використовується в Flowvision як фільтр.[6]

Жолобчата металева стрічка має радіус $R = 265$ мм.

Ножева головка складається з 18 ножів розташованих на одному валу. Дослідження в Flow Vision проводились з такими параметрами м'ясного фаршу:

Молекулярна в'язкість фаршу 23520 а.о.м.

В'язкість 2,01 Па с

Коефіцієнт теплопровідності 0,409 Вт/(мК)

Густина 1010 кг/м³

Використання значень, отриманих при моделюванні в майбутньому дозволить зробити удосконалення конструкції кутера, покращити продуктивні показники якості готового продукту.

Визначення оптимальних геометричних розмірів дозволить створити оптимальні умови роботи кутера, що, в свою чергу, збільшить ефективність подрібнення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Горбатов В.М.* // «Монтаж,наладка,експлуатация и ремонт оборудования» / Пищевая промышленность Москва, 1975. — 575с.
 2. *Ивашов В.И.* //Оборудование для уояя и первичной обработки / В.И. Ивашов. — СПб.:ГИОРД, 2007. — 464 с.: ил. — (Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности 6 Учеб. пособие: в 2 ч./ В.И. Ивашов; ч. I)
 3. *Бредихин С.А.* // Технологическое оборудование мясокомбинатов [Текст] / С.А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский, Л.Л. Никифоров; Под общ. ред. С.А. Бредихина. — 2-е изд., испр. — М.: Колос, 2000. — 391 с.: ил. — 3000 экз.
 4. *Анурьев В.И.* // Справочник конструктора- машиностроителя в 3-х т.: Т.2 — 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. —М.:Машиностроение, 2001. — 912 с.:ил.
 5. *Фалеев Г.А.* // Оборудование предприятий мясной промышленности / Г.А.Фалеев. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 483 с.
 6. *Бібліотека* програмного забезпечення Компас 3Д V12, АСКОН.
 7. *Довідкові дані* програмного забезпечення Flow Vision.
- Науковий керівник: І.Г. Бабанов**

24. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ СИРОВИНИ З МЕТОЮ ЇХ УДОСКОНАЛЕННЯ

О.М. Абросімов

Національний університет харчових технологій

Аналіз літературних даних і практичного вивчення проблеми використання нехарчових відходів, отриманих в результаті переробки тваринної сировини з метою виробництва сухих тваринних кормів в Україні показав низький рівень технічного оснащення і недосконалості технології даного виробництва. Механізація процесів відходів на м'ясокомбінатах складає біля 50 % [1].

Створення підприємств малої потужності для перероблення тварин в Україні, на основі підприємницької діяльності, призвело до значного зниження обсягу виробництва сухих тваринних кормів, технічного і санітарного рівня їх виробництва.

Більшість цехів технічних фабрикатів м'ясокомбінатів укомплектовані вакуум-горизонтальними котлами для теплового оброблення технічної сировини і сушка знежиреної шквари, дробарками, просіювачами, використовують застарілу технологію отримання кормів і мають низький рівень механізації і автоматизації.[2]

Корма, що виробляються за даною технологією і мають низьку біохімічну і харчову цінність у зв'язку з тривалим термічним обробленням сировини і не своєчасним її переробленням, і в основному виробляються другими та третіми сортами.

Технічна сировина отримана при переробленні тварин на підприємствах малої потужності, створених в умовах сільської місцевості, практично не використовується.

З метою удосконалення існуючої технології і обладнання необхідно розробити високоєфективні процеси перероблення відходів м'ясного виробництва, створити на цій основі технологічне обладнання малої продуктивності, яке використовувало б малу кількість теплової і електричної енергії та було б придатним для використання на підприємствах малої потужності.[3, 4]

Для підвищення ефективності подрібнення сировини до складу молоткової дробарки МПС-300 пропонується сконструювати та встановити пристрій для попереднього подрібнення кістки.

Пристрій для попереднього подрібнення має бути виконаний у вигляді валкової дробарки з рифленими валками. Обертаючись з невеликою швидкістю назустріч один одному ці валки забезпечують попереднє подрібнення кістки, завдяки цьому більш дрібна кістка швидше дробиться до необхідного розміру в основній частині дробарки. Для забезпечення універсальності передбачено можливість регулювання зазору між валками за допомогою натяжного пристрою.

З конструктивних розрахунків встановлюється електродвигун з двостороннім валом. Приведення в рух молоткової дробарки — через муфту, а пристрій попереднього подрібнення приводиться в рух за допомогою редуктора та ланцюгової передачі.[5]

Доцільно встановлювати решітки з меншими отворами і завдяки цьому отримується вихідний продукт меншого розміру.[6]

Таким чином, використання пристрою для попереднього подрібнення у вигляді валкової дробарки з рифленими валками та встановлення решіток з меншими отворами дозволяє інтенсифікувати не лише процес подрібнення кістки (отримання менших шматків на виході), а і технологічний процес в цілому (обезжирювання кістки, сушіння та подрібнення сухої шквари).[7,8]

ЛІТЕРАТУРА

1. *Борцев В.Я.* // Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы: учебное пособие, Тамбов: издательство Тамбовского Государственного Технического Университета, 2004. 75с.
2. *Оборудование* для переработки мяса / В.И. Ивашов. — СПб.: ГИОРД, 2007. — 464 с. ил. — (Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: Учеб. Пособие: в 2 ч. / В. И. Ивашов; ч. II). ISBN 5-98879-023-2/
3. *Кошевой Е.П.* / Практикум по расчетам технологического оборудования пищевых производств. — СПб: ГИОРД, 2007. — 232 с.
4. Технологическое оборудование мясокомбинатов / С.А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский, Л.Л. Никифоров. — 2-е изд., испр., — М.: Колос, 2000. — 392 с.: ил. ISBN 5-10-003622-2.
5. *Богданов В.С., Катаев Е.Ф., Шаранов Р.Р.* / Расчет и проектирование дробильного оборудования. Учебное пособие. Белгород 1990.
6. *Фалеев Г.А.* // Оборудование предприятий мясной промышленности[Текст]/ Г.А.Фалеев. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 483 с.
7. *Бібліотека* програмного забезпечення Компас 3Д V12, АСКОН.
8. *Довідкові дані* програмного забезпечення Solid Works.

Науковий керівник: І.Г. Бабанов

25. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПОБІГАННЯ ЗНОСУ МОЛОТКІВ ПРИ ПОДРІБНЕННІ КІСТОК

О.М. Абросімов

Національний університет харчових технологій

Важливим напрямком харчової промисловості є впровадження безвідходних технологій, зокрема витопка жиру з кісток та виробництво м'ясокосної муки.

Важливу роль у цьому виробництві відіграють молоткові та роторні дробарки різних модифікацій.[1, 2]

Вирішальним фактором залишається не лише ступінь подрібнення а й економічна доцільність використання того чи іншого їх типу обладнання.

Молоткові і роторні дробарки за способом дії відносяться до ударних. Руйнування шматків дробильного матеріалу в них здійснюється переважно шляхом удару рухомими робочими органами.

У молоткових дробарках такі удари наносяться по матеріалу молотками, шарнірно підвішеними, на обертовому з великою швидкістю, роторі. Сила удару обумовлюється швидкістю і масою молотка.

Дроблення ударом в молоткових дробарках забезпечує значний ефект подрібнення, ніж дроблення роздавлюванням в інших типах дробарок, наприклад в цокових або конусних. Ступінь дроблення в молоткових дробарках значно вища (доходить до 20 – 30), а питома витрата енергії на дроблення нижча, ніж в дробарках, що працюють на інших способах дроблення.[3]

Молоткові дробарки відрзняються високою продуктивністю, що припадає на одиницю маси, менш металоємкі, вартість обладнання на одиницю продуктивності в 3,5 – 5,5 рази нижче, ніж валкових і цокових дробарок, а маса відповідно в 4,5 – 5 разів менше. У молоткових дробарках набагато нижче встановлена потужність електродвигуна. Вони придатні для крупного, середнього і дрібного дроблення різноманітної харчової продукції. Молоткові дробарки можуть застосовуватися в харчовій промисловості для подрібнення крихких матеріалів і для подрібнення рослинної сировини. До переваг можна віднести і простоту конструкції.

До недоліків відносяться: швидкий знос молотків, бронеплит, колосникових грат при подрібненні абразивних матеріалів, залипання колосникових грат при подрібненні вологих пластичних матеріалів, складність монтажу і балансування ротора.[5]

Це зумовлює необхідність пошуку науково — обґрунтованих шляхів інтенсифікації та оптимізації процесів дробіння на молоткових дробарках з метою зменшення зносу молотків, що призводить до зменшення часу на ремонтні роботи і збільшенню беззупинної роботи молоткової дробарки.

Для досягнення поставлених задач необхідно вирішити наступні завдання:

- провести дослідження процесу подрібнення кісток в дробарці, виявити фактори, які безпосередньо впливають на готовий продукт;
- розробити математичну модель робочого органу молоткової дробарки з урахуванням статичних та динамічних характеристик;
- на основі математичної моделі здійснити моделювання та розрахунок параметрів технологічного процесу.

Для забезпечення інтенсифікації процесу що включає зменшення зносу молотків запропоновано встановити молотки, які виконані з легованих термічно оброблених зносостійких сталей. Термообробка сталі відбувається при нагріві до

800 °С з подальшим охолодженням в мастилі і відпуску при 225 °С. Після такої термообробки молотки мають твердість 39 – 47,5 НРС. Молотки виконують з одним отвором, профільним краєм із сталі щільністю 7850 кг/м.[4]

За допомогою програми SolidWorks на основі математичної моделі було здійснено дослідження роботи молотків та розрахунок напружень, які виникають під час роботи. Проаналізувавши результати які були отримані можна зробити висновок, що використання профільного молотка доцільніше.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Горбатов В.М.* // «Монтаж, наладка, експлуатація и ремонт оборудования» / Пищевая промышленность Москва, 1975. — 575с.

2. *Ивашов В.И.* // Оборудование для уоя и первичной обработки / В.И. Ивашов. — СПб.:ГИОРД, 2007. — 464 с.: ил. — (Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности 6 Учеб. пособие: в 2 ч. / В.И. Ивашов; ч. I)

3. *Бредихин С.А.* // Технологическое оборудование мясокомбинатов [Текст] / С.А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский, Л.Л. Никифоров; Под общ. ред. С.А. Бредихина. — 2-е изд., испр. — М.: Колос, 2000. — 391 с.: ил. — 3000 экз.

4. *Анурьев В.И.* // Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т.: Т.2 — 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. — М.:Машиностроение, 2001. — 912 с.: ил.

5. *Фалеев Г.А.* // Оборудование предприятий мясной промышленности [Текст] / Г.А. Фалеев. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 483 с

Науковий керівник: І.Г. Бабанов

26. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИТИСКАННЯ ФАРШУ ДВОШНЕКОВИМ ВИТИСКАЧЕМ

Ю.Ю. Лавріцька

Національний університет харчових технологій

На сьогодні ковбасні вироби є найбільш поширеною групою продукції м'ясопереробних підприємств. За рахунок різноманіття свого асортименту вони мають великий попит у населення. Частка в загальному обсязі виробництва варених ковбас, сосисок і сардельок — 60 %, а частка напівкопчених та варенокопчених ковбас відповідно становить 30 і 10 %. Виробництво варених ковбас збільшується з кожним роком. М'ясопереробними підприємствами все більше приділяється увага таким споживчим властивостям ковбасних виробів, як структура, консистенція продукту, соковитість, смакові якості та склад основних інгредієнтів [1]. Отже, перед виробниками постає завдання задовольнити попит населення на високоякісну продукцію.

Це є можливим тільки з використанням сучасних високотехнологічних розробок для переробки м'ясної сировини, які спрямовані на створення ліній безперервної дії, оснащених високотехнологічним обладнанням, яке має відповідати підвищеним технологічним, експлуатаційним і санітарно-гігієнічним вимогам, що дозволить скоротити загальну тривалість циклу виробництва та випускати високоякісні й біологічно-повноцінні продукти харчування.

Стабільно високий попит на ковбасні вироби стимулює їх виробництво і разом з тим спонукає до модернізації обладнання, за допомогою якого вони виготовляються.

Одним із важливих етапів виробництва варених ковбас є процес шприцювання [2], який визначає якість готового продукту, зокрема щільність структури ковбас. При шприцюванні фаршу в оболонку можуть утворюватися повітряні бульбашки, які негативно впливають на якість варених ковбас. Їх наявність обумовлена цілою низкою факторів, як на попередніх технологічних операціях (неточне дотримання рецептури фаршу, подрібнення та перемішування рецептурних компонентів; нераціональне використання технологічного обладнання), так і під час самого процесу наповнення оболонки. Особливо це залежить від конструкції витискувача, що використовується, тиску, який він створює під час шприцювання, ефективності роботи системи вакуумування [3]. На процес також впливають структурно-механічні характеристики фаршу, вид та розмір оболонки, її термостатичні і динамічні властивості.

Досліджено процес витискання фаршу двошнековим витискачем вакуумного шприца. Ці машини призначені для додаткового вакуумування фаршу після перемішування на мішалці або подрібнення на кутері та наповнення різних оболонок і ємностей ковбасним фаршем всіх видів.

Для поліпшення вакуумування фаршу запропоновано при виробництві варених ковбас, сосисок, сарделок та інших продуктів з тонкоподрібненого м'яса в горловину бункера встановлювати пристрій регулювання його перерізу. З тією ж метою при виробництві варених ковбас всередині фланця кріплення цівки при необхідності може встановлюватися один із розсікачів фаршу.

Для визначення доцільності використання запропонованих пристроїв було проведено моделювання процесу витискання фаршу шприцом з використання зазначених конструктивних змін.

З цією метою було створено в програмі SolidWorks геометричні моделі витискача шприца, пристрою регулювання перерізу і розсікачів фаршу.

Моделювання процесу витискання фаршу було проведено в програмному комплексі FlowVision, який призначений для моделювання тривимірних течій рідин і газів в технічних і природних об'єктах, а також візуалізації цих течій методами комп'ютерної графіки.

Внаслідок виконаного моделювання отримали такі характеристики параметрів процесу шприцювання як швидкість переміщення сировини та розподіл тисків.

Доцільність використання запропонованої конструкції полягає в тому, що основний режим роботи вакуумної системи шприца дозволяє працювати при глибокому вакуумі навіть на відносно рідких фаршах.

Запропоноване рішення є економічно вигідним та підвищить експлуатаційні якості шприца.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Рогов И.А.* Общая технология мяса и мясопродуктов / Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. — М.: Колос, 2000. — 367 с.

2. *Ивашов В.И.* Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть 2. Оборудование для переработки мяса / В.И. Ивашов. — СПб.: ГИОРД, 2007. — 464 с.

3. *Технологическое оборудование мясокомбинатов / С.А. Бредихин и др.* — М.: Колос, 2000. — 392 с.

Наукові керівники: О.М. Чепелюк, В.М. Таран

27. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ М'ЯСА НА ВОВЧКУ

Л.В. Дудар

Національний університет харчових технологій

Доля операцій, пов'язаних з подрібненням, в м'ясній промисловості складає значну частину. Вони широко застосовуються при виробництві ковбасних, кулінарних, консервованих виробів, а також харчових жирів, технічних фабрикатів тощо. Серед обладнання, яке використовується з цією метою, найбільшого застосування набули вовчки, які є машинами неперервної дії, і забезпечують якісне подрібнення сировини при високій продуктивності. На ефективність протікання процесу найбільше впливають конструктивні особливості ріжучого механізму вовчка. У вовчків вони бувають конічні, циліндричні або плоскі. Плоскі — це звичайний набір нерухомих ножових решіток: приймальної, проміжної й вихідної з отворами, як правило, круглої форми діаметром від 2 до 30 мм і ножів, що обертаються, з прямолінійними або криволінійними лезами. Діаметр отворів решіток визначає швидкість виходу сировини та міру її подрібнення, а також, певним чином, продуктивність вовчка. Ножі застосовують здебільшого двохсторонні хрестовидні (суцільні, або з ріжучими вставками). За основну технічну характеристику вовчка беруть діаметр решітки [1], що може становити 82, 98, 105, 114, 120, 130, 160 і 200 мм (у деяких конструкціях вовчків — 300...400 мм).

Аналіз існуючих конструкцій вовчків вказує на їх значну різноманітність за конструктивними особливостями. Основними недоліками існуючих конструкцій вовчків можна вважати велику витрату енергії на подолання сил тертя між ножами та решітками, недостатню продуктивність, малу довговічність ножів та неоднорідність подрібнення сировини [2].

Отже, однією з важливих задач м'ясопереробної галузі є вирішення проблеми удосконалення ріжучого механізму вовчків у напрямку зниження енергоємності процесу, зменшення величини опору руху фаршу, розширення функціональних можливостей обладнання.

Для вдосконалення ріжучого механізму вовчка з метою зменшення витрат енергії на проведення процесу подрібнення м'яса запропоновано більш раціональну конструкцію решітки.

На сьогодні широко використовуються системи автоматизованого проектування (САПР), які дозволяють проектувати технологічні процеси з меншими витратами часу та засобів, зі збільшенням точності спроектованих процесів і програм обробки, що скорочує витрати матеріалів та час обробки, завдяки тому, що режими обробки також розраховуються та оптимізуються за допомогою ЕОМ.

Для створення геометричної моделі решітки використано програму Компас 3D [3], яка є універсальною системою тривимірного моделювання і знаходить своє застосування при вирішенні різних завдань, у тому числі при розробці і проектуванні технологічного обладнання (створення тривимірних асоціативних моделей окремих елементів і збірних конструкцій з них). Параметрична технологія дозволяє швидко отримувати моделі типових елементів на основі одного разу спроектованого прототипу.

Геометричну модель решітки виконана з різними діаметрами отворів і довжиною каналів решітки. Вона використана для моделювання в програмі FlowVision, яка заснована на кінцево-об'ємному методі вирішення рівнянь гідродинаміки й використовує прямокутну адаптивну сітку з локальним подріб-

ненням. Ця технологія дозволяє імпортувати геометрію із систем САПР і обмінюватися інформацією із системами кінцево-елементного аналізу. Використання цієї технології дозволило вирішити проблему автоматичної генерації сітки — щоб згенерувати сітку, досить задати всього лише кілька параметрів, після чого сітка автоматично генерується для розрахункової області, що має геометрію будь-якого ступеня складності.

Моделювання даного процесу з використанням модернізованої решітки показало, що дещо збільшується продуктивність ріжучого механізму, зменшуються витрати енергії на подрібнення та зменшується величина опору проходженню фаршу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Ивашов В.И.* Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть 2. Оборудование для переработки мяса / В.И. Ивашов. — СПб.: ГИОРД, 2007. — 464 с.

2. *Рогов И.А.* Общая технология мяса и мясопродуктов / Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. — М.: Колос, 2000. — 367 с.

3. *Кидрук М.Н.* Компас-3D V10. — М.: КГТА, 2009. — 560 с.

Наукові керівники: С.Д. Беседа, О.М. Чепелюк

28. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ МІКРОФІЛЬТРАЦІЇ ПРИ ОСВІТЛЕННІ ПИВА

О. В. Гільтай

Національний університет харчових технологій

У пивоварному виробництві доводиться вирішувати безліч інженерних задач пов'язаних з поділом рідких сумішей - при водопідготовці, освітленні проміжних і кінцевих продуктів, при утилізації рідких відходів виробництва, а також одним із найважливіших технологічних завдань є підвищення стійкості пива. В даний час ці завдання вирішують, в основному, за допомогою традиційних методів — фільтрування, сепарації, іонного обміну, теплової обробки і інших. Дана реалізація перерахованих процесів пов'язана з рядом технічних труднощів, наприклад, застосуванням витратних матеріалів, істотними енерговитратами та зміною органолептичних властивостей пива і т. д.

Проте на зміну загальноприйнятому обладнанню приходять нове, а саме фільтраційні апарати в яких використовуються мембрани. Мембрани — гнучка або пружна, закріплена по замкнутому контуру перетинка, що розділяє дві порожнини з різним тиском або відокремлює замкнену порожнину від навколишнього середовища. Використання мембран дає можливість отримати більш якісну продукцію (очищену та освітлену), а також зменшити енерговитрати та збільшити термін зберігання продукції(пива)[2]. Необхідно підкреслити, що даний метод стабілізації властивостей напоїв є новим, а це дає змогу нам вийти на новий рівень розвитку в машинобудуванні.

Аналіз літературних джерел свідчить, що більшість зарубіжних країн такі як США, Росія, Німеччина уже досить тривалий час займаються розвитком та впровадженням мембранних технологій в виробництво. Оскільки процес фільтрування пива за допомогою традиційних фільтрів не забезпечує повного

видалення дріжджових клітин і бактерій, які утворюють помутніння, а пастеризація пива спотворює його смак. Тому застосування саме мембранних технологій в процесі освітлення пива дозволить усунути всі представлені недоліки і вийти на новий рівень в процесі стабілізації властивостей напоїв[3].

Тому метою даної роботи являється пошук найбільш раціонального обладнання його модернізація, що призведе до ефективного освітлення пива.

Дослідження процесу мікрофільтрації пива проводиться на лабораторній установці непроточного типу об'ємом 16 мл, площа поверхні мембрани становить $S = 0,00049 \text{ м}^2$. Для мембранного розділення використовували металеві мембрани ФНС-5 та ФНС-10 виготовлені методом порошкового спікання з подальшою прокаткою верхнього шару розміром пор 5 та 10 мкм відповідно.

Проведенні дослідження показали можливість освітлення пива з використанням вищерозглянутих металевих мембран.

Результати проведених досліджень дозволили провести модернізацію установки рис. 1.

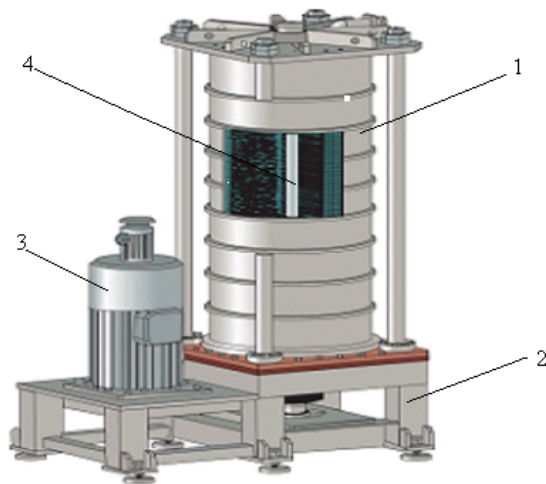


Рис1. Фільтраційна установка:

- 1 — фільтрувальний модуль; 2 — сталева рама;
3 — привід; 4 — генератор вихрив.

Дана установка буде модернізована таким чином:

1. замість генератора вихрив встановлюється патрубок для подачі пива;
2. в корпусі встановлюються металеві мембрани, утворюючи при цьому міжмембранний простір;

Застосування металевих мембран дає можливість більш тривалої роботи не тільки самої мембрани, але й самої установки, оскільки термін дії металевих мембран становить близько 3 років. Ці мембрани виготовляють вилуговуванням або сублимацією одного з компонентів сплаву. Одержувані мембрани відрізняються високою пористістю і дуже вузьким розподілом пор за розмірами. Діаметр пор у таких мембранах складає 0,1 – 10 мкм, але в разі необхідності його можна зменшити, використовуючи при отриманні мембран тонку металеву фольгу. Основна перевага металевих мембран — однорідність структури і розмірів пор. Ці мембрани не піддані

впливу бактерій, хімічно стійки в різних середовищах. Їх можна очищати зворотним струмом води або який-небудь іншої рідини, або прожарюванням [1].

Необхідно відмітити, що мембранні процеси довели свою високу ефективність у різних галузях харчової промисловості та дали високі результати очистки, що є головною перевагою даного процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Брык М.Т.* Мембранная технология в пищевой промышленности [Текст] / М.Т.Брык, В.Н. Голубев, А.П. Чагаровский. — К.: Урожай, 1991. — 224с.

2. *Федоренко Б.Н.* Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли / Б.Н. Федоренко. — СПб.: Профессия, 2009. — 1000 с.

3. *Федоренко Б.Н.* Варочный цех XXI века: фильтрование затора [Текст] / Б.Н. Федоренко // Пиво и напитки. — 2009. — N 1. — С. 20 – 23.

Наукові керівники: С.О. Удодов, І.В. Житнецький

29. РОЗРОБКА КОМБІНОВАНОГО ЗАТОРНО-ВАРИЛЬНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

Д.В. Мерзляк

Національний університет харчових технологій

В межах пивзаводів малої продуктивності, широкого розповсюдження набули комбіновані апарати та агрегати переважно іноземного та лише інколи вітчизняного виробництва, що дозволяють проводити декілька процесів в одній ємності без перекачування продукту та застосування додаткового обладнання та арматури. Комбінування декількох апаратів в один спрощує їх обслуговування, зменшує кількість обслуговуючого персоналу, а також зменшує площу робочого місця.[1] Отже створення вітчизняних комбінованих агрегатів є дуже актуальним питанням на сучасному етапі розвитку пивоваріння.

В сучасних варильних агрегатах присутні два апарати: один з яких заторно-сусловарильний-вірпул апарат, в якому проходять процес приготування затору і в подальшому кип'ятіння сусла і очищення від білкових часток; та фільтр апарат призначений для гравітаційного фільтрування і отримання сусла.[2]

Нами було запропоновано модернізувати заторно-сусловарильний апарат, з метою створення комбінованого заторно-фільтраційно-варильного апарату. В результаті зміни в конструкції в одній ємності будуть проходити три процеси: затирання та оцукрювання, фільтрація та вилуговування і кип'ятіння пивного сусла.

Модернізований апарат являє собою циліндричну ємність з нижнім слабо конічним днищем всередині якої розташований рухомий трубо-вал з не рухомим гвинтом всередині. До трубо-валу приєднаний диск з лопатями та фільтруючими отворами, який може здійснювати поступальний рух паралельно осі трубо-валу. Внутрішня поверхня корпусу виконана у вигляді кожухотрубного теплообмінника, висота якого не перевищує рівень заповнення сусла при його кип'ятінні, що забезпечує природну циркуляцію за рахунок різниці температур та позбавляє нас від потреби у використанні додаткових перемішуючих пристроїв. В верхній частині апарату розміщений ще один диск з лопатями, що слугує в ролі преса для прискорення процесу фільтрації затору. Лопаті на диску служать для вивантаження дробини до вивантажувального

патрубка розташованого в верхній частині корпусу апарату. Апарат оснащений патрубками подачі суміші солоду та води, відведення парів сусла, відведення готового сусла, запобіжним патрубком відведення води, патрубками подачі пари в між трубний простір кожухотрубного теплообмінника, патрубками відведення конденсату та не сконденсованих газів, а також привід з регульованою частотою обертання.

Нижній диск з гвинтовими лопатями обертається за допомогою привода розташованого знизу апарату, в результаті чого проводиться процес затирання водо-солодової суміші. Далі привід робить реверсивний хід, мішалка входить в різьбове зчеплення з гвинтом і диск обертаючись по гвинту підіймається вертикально до верхнього диска, при цьому затор фільтрується крізь фільтруючі отвори. Досягши відповідного рівня затор повторно промивається водою для вилугування. При подальшому підйманні відбувається притискання та віджимання дробини чим прискорюється та покращується процес фільтрації (шар дробини, як і при гравітаційному фільтруванні, виступає в ролі фільтруючого елемента). За допомогою спеціально розташованих пластин верхнього та нижнього дисків, дробина вивантажується через патрубок до бункера дробини. Тим часом в нижній частині апарату відбувається процес кип'ятіння сусла.

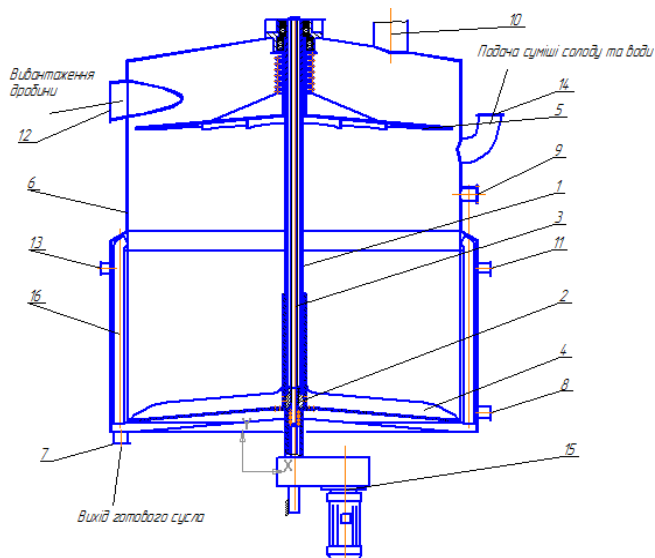


Рис.1 Заторно-фільтраційно-варильний апарат:

- 1 — вал-труба; 2 — втулка напрямна; 3 — гвинт; 4 — диск нижній фільтраційний;
- 5 — диск верхній віджимний; 6 — корпус; 7 — патрубок відведення готового сусла;
- 8 — патрубок відведення конденсату гриючої пари; 9 — патрубок подачі промивної води та хмелевого концентрату; 10 — патрубок відведення парів сусла; 11 — патрубок відведення не сконденсованих газів; 12 — патрубок відведення дробини; 13 — патрубок подачі пару; 14 — патрубок подачі суміші води та солоду; 15 — привід мішалки;
- 16 — теплообмінник кожухотрубний

ЛІТЕРАТУРА

1. Кунце В. Технология солода и пива. Санкт-Петербург: «Профессия», 2001 г. — 911с.

2. *Device*, useful for producing wort for beer products, comprises at least one brewing kettle comprising a heatable mash and/or wort kettle in a housing, in which a heater is integrated Inventor(s): WENBERT ANDREAS [DE]; WENBERT RICHARD [DE] +Applicant(s): WENBERT ANDREAS [DE]; WENBERT RICHARD [DE] +Bibliographic data: DE102010037104 (A1) — 2012-02-23

Наукові керівники: С.О. Удодов, Л.В. Марцинкевич

30. МОДЕОНІЗАЦІЯ МІШАЛКИ КОМБІНОВАНОГО ЗАТОРНО- ФІЛЬТРАЦІЙНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

Д.В. Мерзляк

Національний університет харчових технологій

В пивоварінні велику роль відіграють процеси, що проходять на початкових етапах створення безпосередньо пива, а в свою чергу і обладнання, в якому саме й відбуваються ці процеси. Якість готового продукту в значній мірі залежить від правильно приготованого затору, а як наслідок і якісного сусла.[1]

Для приготування якісного затору використовують заторні апарати із застосуванням мішалок різноманітних конструкцій для більш ретельного та бережливого змішування води та подрібненого солоду. Щоб позбавити сировину від негативної дії дотичних напружень при змішуванні доцільно використовувати великі лопаті, при цьому зменшивши частоту обертання.[2]

В умовах пивоварень малої продуктивності (ресторанні, барні, міні пивзаводи) широкого розповсюдження набули комбіновані апарати та агрегати, що дозволяють проводити декілька процесів в одній ємності. Це значно полегшує обслуговування обладнання, зменшує габаритні розміри, частково прискорює процес, позбавляє від потреб у використанні додаткового енергоємного обладнання, що в свою чергу знижує собівартість кінцевого продукту.[2]

З цієї метою було запропоновано модернізувати заторний апарат, а саме його робочий орган — мішалку, отримавши в результаті заторно-фільтраційний апарат з гравітаційною фільтрацією, фільтруючим елементом — шаром солоду, та зворощувачами.

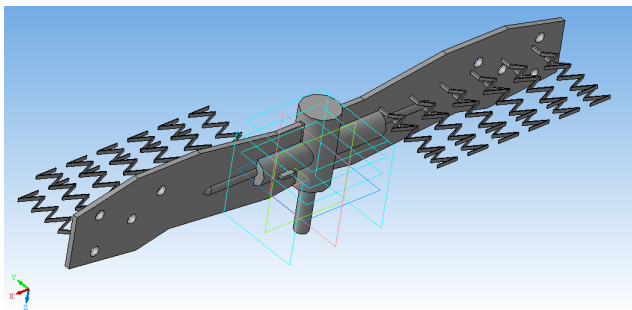


Рис.1. Модернізована мішалка заторно-фільтраційного апарату

Модернізована мішалка являє собою спеціально розроблену для більш якісного перемішування подрібненого солоду та води лопатеву мішалку з закріпленими на зворотній стороні до робочій поверхні лопаті плужками для

зворощування шару дробини під час проходження процесу фільтрації. Оскільки плужки закріплені на зворотній до робочої поверхні стороні, вони не заважають під час затирання, а частково навіть покращують його, виступаючи в ролі додаткових перемішуючих елементів.

Після проведення процесу затирання привід робить реверсивний хід. За допомогою конічної зубчастої передачі, розташованої в циліндричному корпусі мішалки, лопаті роблять півоберт на 90° в різні сторони при цьому занурюючи зворощуючі плужки в шар затору. Вал зробивши півоберт фіксується штифтом всередині циліндричного корпусу і починає обертати всю конструкцію мішалки забезпечуючи якісне фільтрування. Лопаті мішалки в свою чергу також фіксуються двома штифтами, які обмежують їх рух та покращують жорсткість конструкції.

Таким чином запропоноване технічне рішення дасть змогу проводити процеси затирання та фільтрації використовуючи при цьому один апарат, без потреби перекачування затору та використання додаткового обладнання. Це спрощує проходження процесів та їх обслуговування отже дана модернізація є доцільною.

Список використаної літератури

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кретов И.Т., Антипов С.Т.* Технологическое оборудование предприятий броидильной промышленности: Учебник. — Воронеж: Издательство государственного университета, 1997. — 624с.

2. *Кунце В.* Технология солода и пива. Санкт-Петербург: «Профессия», 2001 г. — 911с.

Наукові керівники: С.О. Удодов, Л.В. Марцинкевич

31. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШКИ СОЛОДУ З МЕТОЮ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДВОХЯРУСНОЇ СОЛОДОСУШАРКИ

О.О. Крук

Національний університет харчових технологій

Головними компонентами, які входять до складу пива є вода, солод, дріжджі та хміль. Від якості цих компонентів залежить кінцевий результат — смак та якість пива. Отримання солоду є досить складним біохімічним процесом, який залежить від багатьох факторів, таких, як якість ячменю, умови його зберігання, пророщування та процес сушки солоду.[3]

Однією із актуальних проблем є проблема сушіння свіжепророслого ячменю.

Від якості солоду залежать органолептичні властивості напою (смак, колір, аромат), від його виду- класифікація за кольором (світле, темне, червоне, біле).

Свіжепророслий солод легко псується через високу вологість, тому його слід перевести у стійкий для зберігання стан видаленням води. Хіміко-біологічні перетворення, що відбуваються в процесі пророщування, при сушінні повинні завершитися.

Цих цілей можна досягти за допомогою підсушування (підв'ялювання) і сушки солоду. У процесі зневоднення свіжепророслого солоду розрізняють два етапи.

Підсушування (підв'ялювання) — видалення вологи з свіжепророслого солоду при більш низьких температурах до вологості близько 10 %. На цій стадії відбувається видалення води до досягнення вологості 18 – 20 % (до так званої точки гігроскопічності) проходить легко. Подальше підсушування до 10 %-го вмісту вологи проходить важче, але все ще порівняно просто. Способи підсушування світлого і темного солоду різні.

Власне висушування проводиться до вмісту вологи в світлому солоді 3,5 – 4 %, [2] а темного — до 1,5 – 2 %. У порівнянні з підсушуванням зневоднення проходить набагато складніше, так як йому протидіють капілярні, а в кінці та колоїдні взаємодії, утримуючі вологу усередині зерна. Сповільненню видалення води на цій стадії сприяють зморщування і ламкість паростків корінців. Зневоднення проводять при температурі 80 – 105 ° С.

В більшості випадків сушка вологих матеріалів відбувається нагрітим газом, повітрям, топковими газами та ін. Кінетика процесу сушки визначається як тепло- так і вологообміном між поверхнями тіл і оточуючим середовищем, так і переносом всередині тіла.

Відносна вологість повітря значно впливає на інтенсивність процесу сушки в періоді постійної швидкості. Волога видалається із зернинки в два етапи-зовнішня волога та внутрішня. Найскладнішим завданням є видалення вологи із внутрішньої поверхні матеріалу.

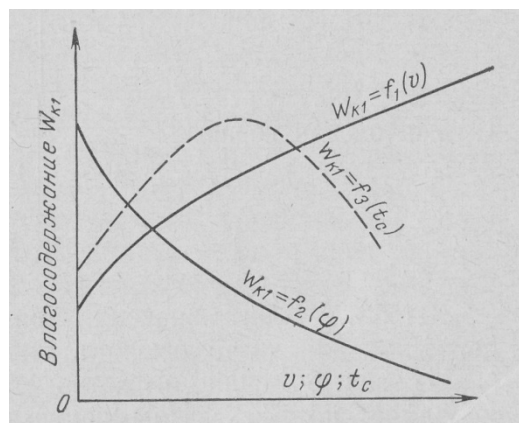


Рис. 1. Вплив температури, відносної вологості і швидкості руху повітря на першу критичну вологість матеріалу

Для отримання якісного солоду використовують двоярусні солодосушарки. [1] У горизонтальному двох'ярусному сушильному апараті свіжепророслий солод завантажують рівним шаром на верхню решітку, де з нього випаровується основна частина вологи.

На нижній решітці одночасно з видаленням залишків вологи відбувається теплова обробка солоду. На нижньому поверсі розміщена топка. Гарячий газ проходить через калорифер, потім послідовно через шари солоду, розташовані на нижній і верхній решітках, і, зволожений, видалається через витяжну трубу назовні.

У міжповерхових перекриттях над топкою і калорифером встановлені клапани для регулювання кількості повітря за допомогою лебідок. Холодне повітря

можна подати, минаючи калорифер, безпосередньо під решітку через вертикальні канали в стінах будівлі. Міжповерхове перекриття служить для збору паростків, що провалилися крізь нижню решітку, для рівномірного розподілу по всьому перетину сушарки холодного повітря, що входить в канал, і оберігає солод від нерівномірного нагрівання трубами калорифера.

Солод на ґратах періодично перемішується зворощувачами. Для вивантаження солоду з нижньої решітки у бункер призначена механічна лопата. Відпрацьоване повітря видаляється через повітропровід.

Основним недоліком двохярусної солодосушарки є недосконала автоматизація та трудомісні ручні роботи.

Після детального перегляду аналогів двохярусних солодосушарок було запропоновано удосконалення. Для поліпшення роботи солодосушарки використовуються вібросита, які значно покращують роботу сушарки та покращують якість кінцевого результату — сухого солоду. Запропонована методика розробки оптимальних динамічних режимів сушіння [4] для двохярусних сушарок періодичної дії.

Отже, запропоноване рішення дає змогу покращити роботу солодосушарки, що в свою чергу підвищить продуктивність солодосушарки, зменшить травмування солоду при загрузці та ворошінні, що значно впливає на якість солоду, зменшить металоємність конструкції.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Дисертаційна* робота Тимофеев И.П. «Исследование сушки солода и реконструкция двухярусной солодосушилки», 1979 рік
2. *Дисертаційна* робота Кашурин А.Н. «Исследование конвективной сушки светлого солода с целью повышения эффективности работы солодосушилки», 1977 рік.
3. *Ликов А.В.* Теория сушки, 1968.
4. *Гавриленков А.М.* Интенсификация процесса сушки солода, 1970.

Наукові керівники: С.О. Удодов, Л.В. Марцинкевич

32. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КИП'ЯТІННЯ ПИВНОГО СУСЛА В СУСЛОВАРИЛЬНОМУ АПАРАТІ

С.Г. Хоменко

Національний університет харчових технологій

Пивоваріння — це одна з основних бюджетоформуючих галузей економіки України. До бюджетів усіх рівнів пивоварні заводи щорічно перераховують майже 1,3 млрд. гривень податків та обов'язків платежів. Виробництво пива — надзвичайно складний і досить тривалий біотехнологічний процес. Він складається з багатьох етапів виробництва, серед яких головні етапи — це виробництво солоду і приготування пивного сусла. На першому етапі зерно ячменя замочують, пророщують і висушують, отримують солод. Під час даного процесу він збагачується активними ферментами, які в подальшому відіграють важливу роль у подальшому виробництві. Потім із подрібненого солоду в результаті ферментативних перетворень крохмалю та білків одержують пивне сусло, яке потім зброджують за допомогою дріжджів та їхніх ферментів на пиво.

При виробництві пива існує ряд актуальних проблем. Однією з головних являється проблема виробництва пивного суслу, а точніше кип'ятіння його з хмелем.

Кип'ятіння суслу з хмелем відбувається в сусловарильних апаратах різної конструкції. Метою кип'ятіння є стабілізація його складу та ароматизація хмелем. При кип'ятінні суслу протікає ряд важливих процесів: розчинення та перетворення компонентів хмелю, утворення та коагуляція білкових та дубильних речовин, випаровування води, стерилізація суслу, руйнування всіх ферментів, підвищення колірності суслу, підвищення кислотності суслу, утворення редуруючих речовин, зміна вмісту в суслі диметилсульфіту та інших летких речовин [1].

Проаналізувавши всі варіанти та провівши ряд теоретичних досліджень, було зроблено висновок, що найбільш ефективним способом є кип'ятіння суслу в сусловарильному апараті при низькому надлишковому тиску.

В системах кип'ятіння при низькому надлишковому тиску використовуються сусловарильні апарати з виносним та внутрішнім кип'ятильниками. При цьому апарати виготовляються герметичними, що розраховані на максимальний надлишковий тиск 0,5 бар, і оснащуються всією необхідною для цього запобіжною арматурою на випадок перевищення тиску та утворення вакууму.

Внутрішній кип'ятильник являє собою кожухотрубний теплообмінник, який розміщений всередині сусловарильного апарату. По вертикальним трубкам теплообмінника піднімається сусло, яке підігрівається парою, що подається у міжтрубний простір. При цьому пара охолоджується і конденсується. У звужуючому конусі, що розміщений над кип'ятильником, сусло прискорюється, і піднімаючись над рівнем поверхні суслу в апараті, розподіляється по цій поверхні широким «віялом» за допомогою розподільючого екрану, що сприяє гарному випаровуванню і в той же час забезпечує постійність рівня суслу в апараті.

Провівши порівняльний аналіз конструктивних особливостей існуючих сусловарильних апаратів з внутрішнім кип'ятильником, було виявлено недосконалість умов гідродинаміки, що в свою чергу негативно впливає на процес теплопередачі та якість охмеленого суслу. Тому було запропоновано дещо вдосконалити систему циркуляції суслу.

Апарат являє собою циліндричний корпус із слабо конічним днищем та кришкою, всередині якого встановлений внутрішній кожухотрубний теплообмінник — кип'ятильник [2], у якому забезпечується ефективне видалення ароматичних речовин і одночасно зберігається необхідна кількість речовин необхідних для піноутворення.

Основна конструктивна відмінність даного сусловарильного апарату полягає в тому, що він оснащений двома центральними трубами, що проходять через кожухотрубний внутрішній нагрівник. Труби знаходяться одна в одній. Труба меншого діаметру заварена зверху і заглушена знизу, вона являється опорою для всього кип'ятильника. Всередину труби більшого діаметру подається грюча пара, що через отвори розподіляється в міжтрубному просторі кип'ятильника. Сусло в апараті циркулює за допомогою циркуляційного насоса. Для підвищення ефективності роботи апарату встановлюємо патрубок подачі суслу в апарат тангенційно, що забезпечить більш інтенсивніший рух суслу за рахунок його закручування.

Використання даної конструкції сусловарильного апарату дозволяє ефективно проводити процес нагрівання при незначних енерговитратах, тобто підводиться рівно стільки теплоти, скільки необхідно для проведення процесу. При нагріванні температура в апараті підвищується рівномірно, без пульсацій суслу в трубках

внутрішнього теплообмінника. Інтенсифікація процесу кип'ятіння відбувається за рахунок руху сусла.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кретов И.Т.* Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 462 с.
 2. *Кунце В.* Технология солода и пива — М.: Издательство Профессия, 2001. — 911 с.
- Наукові керівники: В.М. Таран, Л.В. Марцинкевич**

33. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПИВНОЇ ДРОБИНИ

В.О. Шило

Національний університет харчових технологій

Переробка, зберігання й використання відходів харчових виробництв завжди були й залишаються предметом особливої державної турботи. На пивоварних заводах утворюється велика кількість різних відходів, серед яких основну масу становить пивна дробина. Цей «побічний» продукт у сирому стані має великий попит у тваринників як висококалорійна білкова добавка. У зимовий період року проблема реалізації сирої пивної дробини практично відсутня, але влітку фермери віддають перевагу зеленим кормам, а тим часом на пивоварних заводах накопичується велика кількість цінних відходів, строк зберігання яких обмежений декількома десятками годин через швидке шумування й пліснявіння.

Потребують вирішення питання утилізації багатотонних відходів пивної дробини, тому що багато заводів зливають її у каналізацію, що погіршує екологічну ситуацію на Україні.

Солодова дробина утворюється в процесі фільтрації затору як залишок після відділення рідкої фази — пивного сусла. В кінці процесу затирання затор складається з суміші розчинених і нерозчинених у воді речовин. Водний розчин екстрактних речовин називається суслем, а нерозчинену фазу називають дробиною. Дробина в основному складається з м'яких оболонок, зародків і інших речовин, не розчинених при затиранні. Для виробництва пива використовують тільки сусло, яке повинно бути відокремлене від дробини як найбільш ретельніше. Подібний процес розділення фаз називають фільтруванням затору.

Фільтрування затору є процесом, при якому дробина бере на себе роль фільтруючого матеріалу. Фільтрування затору проходить в дві окремі фази, що йдуть одна за одною, а саме:

- збір першого сусла;
- вилуговування дробини шляхом вимивання затриманих в ній екстрактних речовин (промивні води).

Використання дробини у свіжому вигляді пов'язане з рядом труднощів. По-перше, сира дробина швидко закисає й пліснявіє (строк зберігання свіжої дробини не більше 24 год), а по-друге, транспортування сирої дробини до місця споживання скрутне й коштовне (вона подвоює ціну відходу).

З метою підвищення стійкості при зберіганні і транспортабельності пивної дробини пропонується спосіб сушіння дробини з подальшим її гранулюван-

ням. Перед сушінням дробину необхідно відпресувати на дискових пресах, знижуючи її вологість приблизно до 67 %. Далі відбувається сушка і гранулювання. [1].

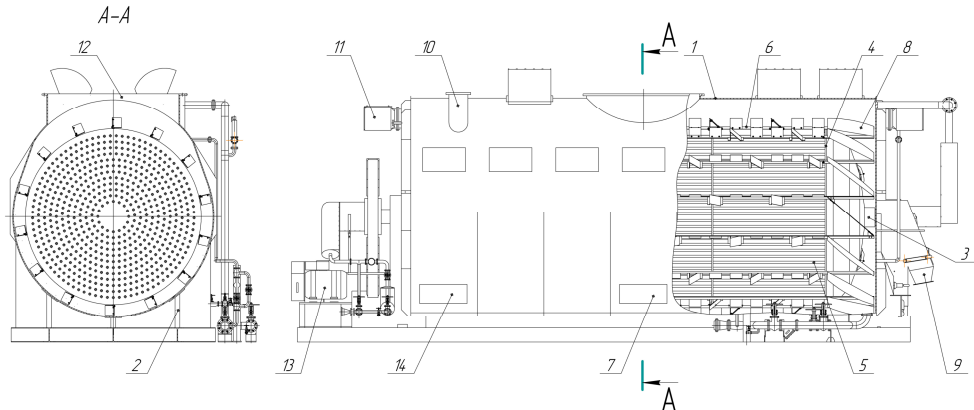


Рис. 1. Багатотрубна барабанна сушарка

- 1 — циліндричний корпус, 2 — опори, 3 — трубовал, 4 — трубна решітка,
5 — грючі трубки, 6 — кутики, 7 — температурний датчик, 8 — великі лопаті,
9 — розвантажувальна шахта, 10 — живильний патрубок, 11 — клапани подачі повітря,
12 — патрубок виводу вторинної пари, 13 — привід, 14 — люк

Сушка пивної дробини до остаточної вологості 10 % забезпечує тривалий строк зберігання, що робить рентабельним її виробництво й транспортування на великі відстані. Твердий залишок можна використовувати для одержання цілої гами цінних продуктів, оскільки він містить у своєму складі близько 8 % ліпідів, 26 % білка, 58 % вуглеводів, а також мінералів, вітамінів та інших біологічно активних речовин.[2].

Аналіз хімічного складу абсолютно сухої дробини дає змогу прогнозувати, що наявність у ній таких речовин, як целюлоза, геміцелюлоза та лігніновий комплекс (до 65 % (мас.)), дасть можливість використовувати її як сировину для виробництва добавок на основі харчових волокон. Фізичні властивості таких добавок дають можливість вводити їх у харчові продукти й безпосередньо вживати. Харчові волокна використовують як лікувально-профілактичні добавки для збагачення продуктів розмелювання зерна.[3].

ЛІТЕРАТУРА

1. Кунце В. Технология солода и пива-М.: Издательство Професия, 2001. — 911 с.
2. Гинсбург А.С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности-М.: Агропромиздат, 1985. — 336 с.
3. Кретов И.Т. Исследование процессов механического обезвоживания и сушки пивной дробины-диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Научный руководитель-доктор технических наук профессор Попов В.И. — К. 1962.

Наукові керівники: В.М. Таран, Л.В. Марцинкевич

34. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІШУВАННЯ І ПОВІТРОРІЗПРИДІЛЕННЯ У ФЕРМЕНТАТОРАХ

А.М. Барабаш

Національний університет харчових технологій

Серед багатьох продуктів, що виробляє мікробіологічна промисловість на теперішній час інтенсивно розвивається промислове виробництво біопрепаратів. Дані препарати знаходять більш широке застосування в самих різноманітних галузях харчової і легкої промисловості, побутової хімії, медицині, сільському господарстві і т. д.

Біопрепарати — це продукти білкової природи складного складу, що мають специфічну дію на субстрат. Ця дія проявляється при суворо визначених умовах, властивих живій природі, що не викликають денатурації тих білкових речовин, які і є носіями ферментативної активності.

Як вже вище було зазначено, біопрепарати широко використовуються і в медицині. А саме використання препаратів амілолітичних та протеолітичних ферментів при приготуванні живильних середовищ для культивування мікроорганізмів на біохімічних заводах, що виготовляють біологічно активні речовини.

В наш час ферменти медичного призначення отримують в основному або з тваринних тканин або з патогенних мікроорганізмів і в дуже невеликій кількості — з сапрофітних мікроорганізмів.

Обладнання на якому і отримують ферменти носить назву ферментатори.

В наш час видів цього обладнання досить багато. Різні по конструкції ферментатори можна розділити на три групи з урахуванням конструктивних і проектних принципів:

1. герметизованні ферментатори з механічним перемішуванням барботерного типу;
2. інтенсивного масообміну, практично ідеального механічного змішування, без градієнтні по температурі і концентрації;
3. герметизованні з пневматичним перемішуванням.

Недоліком деяких апаратів є наявність великої кількості запірної арматури, устаткування для прокачування середовища, що значно збільшує ймовірність зараження культури мікроорганізму сторонньою мікрофлорою та інактивації продуцента. Вони придатні до культивування лише одноклітинних мікроорганізмів.

Цех ферментації може складатися з батареї ферментерів ємкістю від 10 до 50 тис. л і батареї інокуляторів та посівних апаратів ємкістю від 100л до 5 тис. л, що мають ту ж конструкцію, що і великі ферментатори.

На підприємствах використовують періодичний спосіб культивування продуцентів ферментів в камерах на кюветах. Такий спосіб вирощування ферментів пов'язаний з затратою ручної праці, що зумовлює велику собівартість ферментних культур.

На даний час для аналогічних цілей побудовані цеха для глибинного вирощування культур пліснявих грибів на барді.

На даний час вже побудовані та знаходяться на стадії проектування нові більш потужні підприємства по виробництву ферментних культур та препаратів.

Приготування препаратів відбувається у ферментаторах, серед яких часто використовують аераційні ферментатори. Дуже важливим є інтенсифікація процесу

перемішування, бо від нього насамперед залежить якість лікарського препарату. Цей процес залежить від впливу основних параметрів: витрати повітря, ступінь перемішування, склад живильного середовища, концентрація, рН середовища.

Модернізація перемішуючого пристрою, а також повторне використання повітря, дозволить нам досягти ефективності роботи, і заощадження енергії.

Науковий керівник: О.М. Прохоров

35. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ І МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ІН'ЄКЦІЙНОЇ ВОДИ

Л.В. Посто́л

Національний університет харчових технологій

За останні роки більшого розвитку набуло використання мембранних технологій у виробництвах очищеної води. Завдяки більш низькій чутливості коливань вхідної води і невеликої різниці в інвестиційних затратах, в даний час спостерігається тенденція до комбінування зворотнього осмосу і дистиляції.

Дистиляція є єдиним надійним методом отримання очищеної води і води для ін'єкцій.

Існує багато конструкцій апаратів, що застосовувались раніше і застосовуються тепер у мікробіологічній, фармацевтичній, хімічній промисловостях. Якщо простежити за їх розвитком, то можна помітити таку послідовність: при малих масштабах виробництва спочатку з'явилися апарати з паровою оболонкою, потім на зміну їм прийшли змійовикові і горизонтальні трубчасті апарати, де кипіння відбувалось у великій місткості зовні кип'ятильних трубок. У міру вдосконалення техніки з'явилися більш компактні конструкції вертикальні апарати з сепараційним простором.

На прикладі ЗАТ «Фармак», ми досліджуємо роботу дистиляційної установки Bosch-Pharmatec. Яка відноситься до малогабаритних установок з безшумною роботою. Її головною перевагою є те що в ній немає рухомих частин, тому установка легка в експлуатації, і гарантує безвідмовну роботу навіть після 10 років експлуатації. Існує багато її аналогів, наприклад, ФИНАКВА. Але різниця в тому, що в ФИНАКВА сепараційний простір знаходиться з зовнішньої сторони трубчастої решітки. В дистиляторі Bosch-Pharmatec сепараційний простір знаходиться у вільному, від трубчастої решітки, просторі.

Особливості роботи досліджуваної установки. Дистилятор Bosch-Pharmatec, працює на попередньо очищеній воді, яка попередньо проходить 3 мікрофільтра і установку зворотнього осмосу. Установка складається з 5 колон (на деяких підприємствах вона може складатися із 7 і 9 колон, але принцип однаковий).

В нижній частині колони знаходиться трубна решітка з 331 трубкою і одною великою трубою для виходу пари. Ця труба і стала основним об'єктом для дослідів. По принципу дистиллятора ФИНАКВА, в трубу для відведення пари, з між трубного простора встановлюється, за допомогою різьби, яка нарізана по внутрішній поверхні труби, вал з нарізаними витками, довжиною 300 мм. Він встановлюється на вході пари у трубу і за допомогою різьби ми легко можемо регулювати його висоту всередині колони. Цей вал з витками служить для завіхрювання пари, що необхідно для додаткового сепарування пари від апірогенів. За допомогою різьби, яка нарізана в трубі, часточки, під дією відцентрових сил, спускаються до низу і відводяться як відпрацьований конденсат.

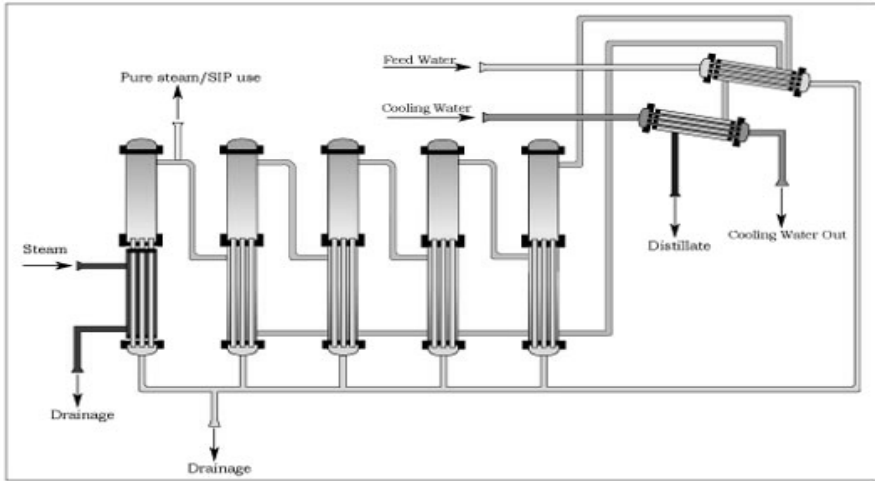


Рис. 1. Загальний вигляд

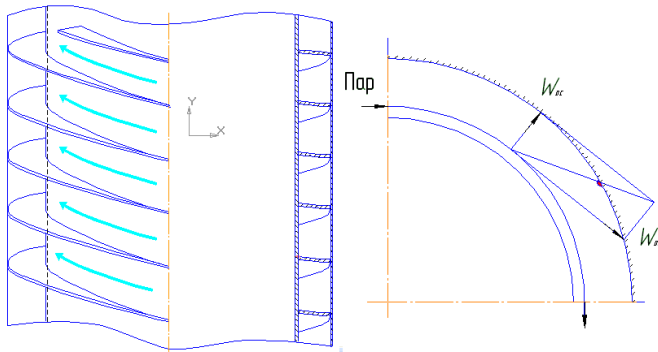


Рис. 2. Завіхрюється пара, і відділення частинки забруднення

Обертальна швидкість рівномірно обертаючої точки можна визначити за допомогою рівняння:

$$W = \omega R = \frac{\pi n R}{30} \quad (1)$$

Значення відцентрової сили може бути визначене з урахуванням (1)

$$C = \frac{m w^2}{R} = m R \omega^2 H \quad (2)$$

де C — відцентрова сила, Н; m — маса тіла, кг; w — обертальна швидкість, м/с; R — радіус обертання, м; ω — кутова швидкість c^{-1}

Якісною характеристикою сепаратора являється фактор розділення

$$\Phi_p = \frac{\omega^2 R}{g} = \frac{R n^2}{900} \quad (3)$$

Головним об'єктом досліджування є вода для ін'єкцій. Тому головним критерієм визначення доцільності модернізації являється якість цієї води на виході, так як вона поступає у найголовніший цех — цех для виготовлення інсуліну, де від якості води залежить не лише матеріально частина виробництва, а й людські життя.

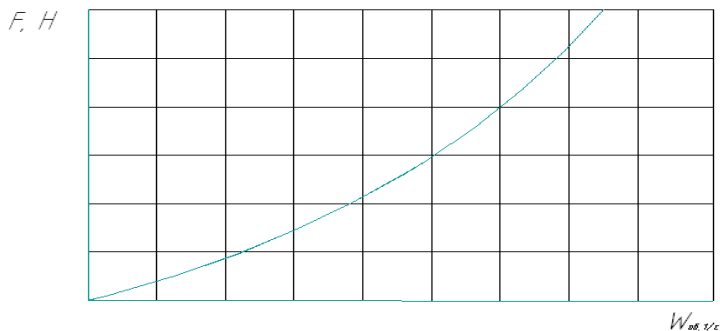


Рис. 3. Залежність відцентрової сили від обертальної швидкості

За допомогою, данної розробки, ми підвищуємо коефіцієнт розділення, який дозволяє підвищити якість води на виході, і зменшити витрати пари, а вони складають майже 80 % від вартості ін'єкційної води) на підігрів. Так як вже після першої колони ми маємо конденсат, який вже не йде на наступну колону, а одразу відкидається. Це відбувається за рахунок додаткового відокремлення пари від частинок апірогенів, які окремо відводяться з колони, не перемішуючись з основним конденсатом.

Науковий керівник: О.М. Прохоров

36. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ І РОЗРОБКА ВУЗЛА ДОЗУВАННЯ МАЛИХ ДОЗ СИПКИХ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ

О.С. Зьоменко

Національний університет харчових технологій

Дозування — це вимірювання потрібної кількості продукції за масою, об'ємом або поштучно.

Діапазон необхідних доз, додержання заданих технологічних вимог під час дозування обумовлює застосування пристроїв дозування різних за своєю конструкцією і способом дозування. Найбільш широко використані одержали наступні способи дозування: ваговий, об'ємний, комбінований, з корекцією за певним параметром.

При використанні об'ємного способу, матеріал дозується за об'ємом. Об'ємні дозувальні пристрої, включають: бункер-накопичувач продукції; живильник, що створює рівномірний потік продукції з бункера до дозувального механізму; дозувальний механізм; вивідний пристрій або фасувальний механізм, який призначено для переміщення продукції в упаковку.

Використання об'ємного способу спрощує процес дозування, але він характеризується значною похибкою у величині доз. Даний метод обмежує його використання.

Робота об'ємних дозувальних пристроїв в основному залежить від амплітудно-частотної характеристики дозувального пристрою. Для одержання результатів із мінімальною похибкою потрібно забезпечити постійну швидкість потоку і час наповнення мірної ємності. Крім цього для кожної конструкції дозувального пристрою потрібно знати коефіцієнт заповнення мірної ємності різними типами продукції. Здебільшого цей коефіцієнт встановлюється для кожного типу продукції і конструкції дозатора експериментально.

Об'ємний спосіб дозування доцільно використовувати для дозування матеріалів малими дозами, де похибка дозування дуже незначна. Поряд із цим важливо відмітити, що продуктивність дозаторів об'ємного типу на порядок вища, ніж у вагових.

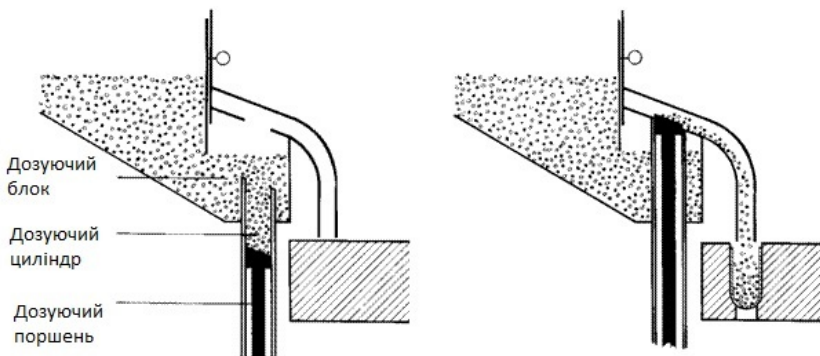
Найбільш точність дозування можна отримати при дозуванні в'язких і пластичних матеріалів у малому діапазоні зміни температур і перепаду тиску під час наповнення.

В часових об'ємних дозаторах величина дози продукції, що відміряється, пропорційна часу його відмірювання. В потокових дозаторах величина дози продукції пропорційна величині його потоку за фіксований час. В дозаторах штучної продукції відраховується задана кількість виробів що подаються на пакування.

На сьогодні у світовій практиці використовують декілька методів ручного наповнення, на напівавтоматичних машинах і на високошвидкісних автоматах.

1. Наповнення вдавненням
2. Дисковий метод дозування
3. Поршневі методи дозування
4. Трубковий метод дозування
5. Метод подвійно гоковання
6. Метод дозувальних циліндрів
7. Метод дозувальних трубок
8. Метод наповнення капсул твердими формами

Метод поршневого дозування базується на об'ємному дозуванні за допомогою спеціального дозуючого циліндра. Наповнювач надходить з бункера в дозувальний блок, який розташований разом з дозуючими циліндрами. При наповненні циліндри переміщуються вгору через збірник наповнювача, після чого піднімається поршень до верхньої точки циліндра, сприяючи переміщенню наповнювача через спеціальні канали в корпус капсули (рис. 1).



Всі вищевказані методи, треба враховувати при виготовленні нових лікарських препаратів. Кожна лікарська форма, володіючи присутній тільки їй фізико-хімічними та фармакологічними властивостями, потребує індивідуального підходу для створення готового продукту.

Науковий керівник: О.М. Прохоров

37. СТВОРЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ЛЕГКОЛЕТКИХ КОМПОНЕНТІВ НА ОСНОВІ НАНОПОРИСТИХ КОМПОЗИТІВ СИСТЕМИ $Al_2O_3-SiO_2$

І.В. Гоменюк

Національний університет харчових технологій

Ю.І. Рубін

Національний технічний університет

України (НТУУ) «КПІ»

Установки для вилучення або розділення легколетких компонентів в даний час мають ряд недоліків: великі габаритні розміри та відповідно металоємність, проведення процесу вимагає значних витрат пари, конструктивна будова їх достатньо відома і проведення модернізації установки не приводить до отримання значного економічного ефекту.

Останнім часом в спиртовій галузі застосовують керамічні фільтрувальні елементи для ректифікації та зневоднення спирту. Застосування керамічних фільтрів для ректифікації ефірних олій залишається менш відомим для ефірно-олійної промисловості та майже неописаний науково.

Слід зазначити, що конструкції установки її робота та в кінцевому варіанті отримання якісного кінцевого продукту залежить від правильного вибору фільтрувального елемента а саме його технічної характеристики та фізико-хімічних властивостей.

Одним з варіантів вирішення цієї проблеми може бути застосування як фільтрів оксидної високопористої нанокераміки для тонкого очищення рідин [1, 2].

Завдяки своїм високим температурній стійкості і ударній міцності, низькій теплопровідності, а також стійкості до агресивних середовищ керамічні матеріали на основі $Al_2O_3-SiO_2$ знаходять широке застосування як капілярно-пористі тіла з розміром пор, що контролюються в широкому діапазоні. Розмір пор залежить як правило від фізичних і технологічних властивостей порошоків, які визначаються технологічними параметрами процесу їх отримання.

Тому в роботі вивчено вплив технологічних факторів на формування пористої структури високо пористої кераміки із нанопорошків оксиду алюмінію, синтезованого кріохімічним методом, і пірогенного діоксиду кремнію.

Капілярно-пористі пресовки виготовлялись по технології з наступним формуванням та спіканням.

Велика пористість і задані розміри пресовок були досягнуті шляхом механічного змішування вихідних нанопорошків Al_2O_3 і SiO_2 .

Із суміші порошоків оксидів виготовляли пресовки діаметром $\varnothing 30$ мм і висотою від 1 до 5мм в металевій пресформі під тиском 50 МПа.

Спікання пресовок при температурі 1200 °С в алундових контейнерах проводилось в муфельній печі СВК «Эмитрон» на повітрі. Під'йом температури в печі відбувався за відповідним експериментально встановленим режимом.

Після ізотермічної витримки відбувалось охолодження до температури 600 °С зі швидкістю 200 °С/год, а далі — разом з піччю.

Досліджувались вплив температури спікання та ізотермічної витримки на усадку, пористість, розмір і розподіл пор за розмірами, міцність на стиснення.

Рентгено-фазовий склад отриманої оксидної кераміки вивчався на установці Ultima японської фірми Rigako.

Дослідження мікроструктури зразків нанопористого композиту проводилось на електронному мікроскопі РЕМ-106И фірми Selmi.

На автоматизованій системі ASAP 2000 було проведено дослідження структури вихідного порошку до пресування в насипному стані, а також зразки спеченої кераміки складу $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ по аналізу повних ізотерм адсорбції й десорбції.

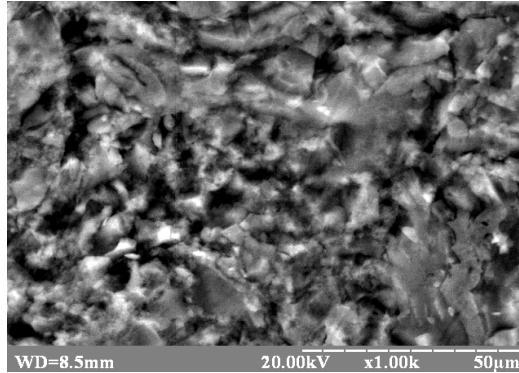


Рис. 1. Мікроструктура пористої кераміки складу $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ спеченої при температурі 1200°C

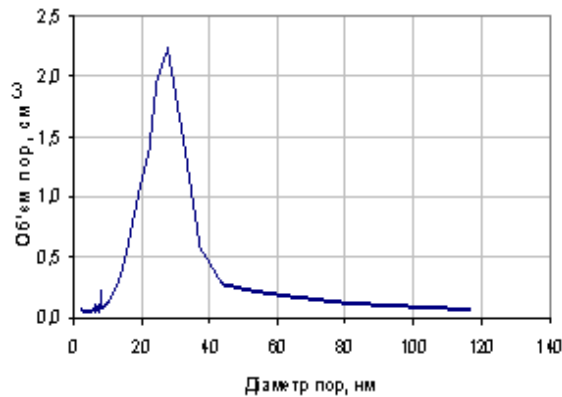


Рис. 2. Розподіл пор за розмірами в кераміці $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$

Показано, що використані в роботі нанопорошки Al_2O_3 і SiO_2 можуть застосовуватися для виготовлення високопористої кераміки пористістю 60 – 70 %, з середнім діаметром пор 20-30 нм і менше та міцністю на стиснення 20 – 40 МПа.

За своїми фізико-механічними характеристиками створена високопориста оксидна кераміка відповідає вимогам, які пред'являються до капілярно-пористих елементів капілярних насосів [3], фільтрів, катодів и др. Вона може застосовуватися в приладобудуванні, в радіотехнічній та харчовій промисловостях, в фармакології, в медицині та інших областях.

Визначення проникності та селективності фільтрувальних елементів вироблених з нанопористих композитів системи $AL_2O_3-SiO_2$ проводили на непроточній лабораторній установці з площею фільтрування $S = 0,007 \text{ м}^2$. Тестування фільтрів поводити по дистильованій воді, етанолу та розчину альбуміну при тиску від 0,05 – 0,6 МПа.

Результати досліджень свідчать про достатньо високу проникність фільтрів на основі оксиду алюмінію в порівнянні з полімерними та керамічними мембранами.

Враховуючи отримані результати подальша наукова робота буде направлення на застосування фільтрів при розділенні легколетких компонентів та наукове опис процесу розділення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Новый* подход к созданию многофункциональных фильтрующих материалов. / Парфенова Л.В., Молодожен Е.В., Кравчик А.Е. // Всерос. науч. конф. «Мембраны —98», Москва, 5 – 10 окт., 1998: Прогр. тез. докл. — М., 1998. — с.214.

2. *Азаров С.М.* Многослойная керамика на алюмосиликатной основе для фильтрации ветеринарных препаратов // Стекло и керамика. — 2004. — № 7. — С. 15 – 17.

3. *Рассамакин М., Хайрмасов С.М., Руденький С.О.* Свойства капиллярной структуры на основе оксида алюминия для контурных тепловых труб // Наукові вісті. — 2003. — № 6. — С. 40 – 45.

Наукові керівники: С.О. Руденький, Національний технічний університет України (НТУУ) «КПІ», І.В. Житнецький

38. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ І РОЗРОБКА ВУЗЛА ЕКСТРУЗІЙНО — РОЗДУВНОГО ФОРМУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ФЛАКОНІВ

І.В. Барбарук

Національний університет харчових технологій

На сьогодні практично немає жодної галузі економіки, де б не використовувалися полімери або матеріали на їх основі. У виробництві пластмас вдалося розробити полімери, які з органолептичної й токсичної точок зору можна було застосовувати у фармацевтичній промисловості. Це означає, що дані пластмаси — головним чином, поліетилен, можуть використовуватися для пакування фармакологічних продуктів — розчинів для ін'єкцій. До речі, знищення використаної поліетиленової упаковки не супроводжується утворенням шкідливих речовин, що є сприятливим з погляду захисту навколишнього середовища.

Одним з основних видів обладнання, що використовується для виробництва порожнистих виробів з пластичних мас, є екструзійно-роздувні агрегати (ЕРА).

Основним технологічним устаткуванням для переробки полімерів у виробі методом екструзії є черв'ячні, поршневі й дискові екструдери.

Метою дослідження є створення математичної моделі процесу екструзії та перевірка адекватності розробленої моделі, а також розрахунок обладнання, що дозволить обчислювати геометрію робочих органів, визначати енергосилові параметри процесу та умови переробки процесу екструзії полімерів.

Розглядаємо один з вузлів реально діючої машини Bottelpack — 3012 для виготовлення і наповнення поліетиленових флаконів по 10 мл нафтизину (назальні

краплі) в одиницю тари. Машина виконує послідовно операції: екструзії (продавлювання) розплавленого грануляту, видув, наповнення та запайка флаконів.

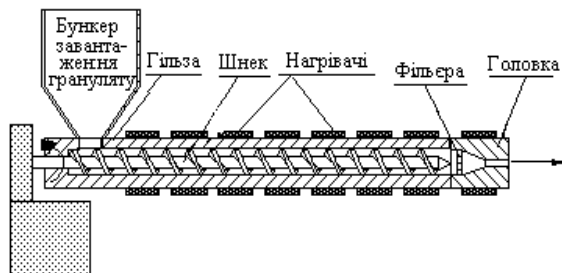


Рис. 1. Схема екструдера

З метою зменшення енерговитрат та подовження терміну експлуатації шнека екструдера було запропоновано промоделювати процес екструзії у Rommelag Bottelpack type — 3012 та змінити геометричні параметри шнека (черв'яка) таким чином, щоб отримати бажані результати.

Конструкція шнека має враховувати велику кількість факторів: довжину шнека, припустиму стабільність і в'язкість полімеру, продуктивність, потужність приводу, діаметр циліндра, розміри і форму завантажувальної воронки.

Використовуючи програми моделювання процесу екструзії, Comuplast Extruder Calculator (USA) та програму Extruder (розроблену фахівцями кафедри МАХНВ, НТУУ КПІ), було обрано нові геометричні параметри шнека, щоб задовольнити бажаним вимогам. Також здійснено (промодельовано) та оброблено результати повного факторного експерименту з метою встановлення впливу геометричних параметрів шнека екструдера на його продуктивність.

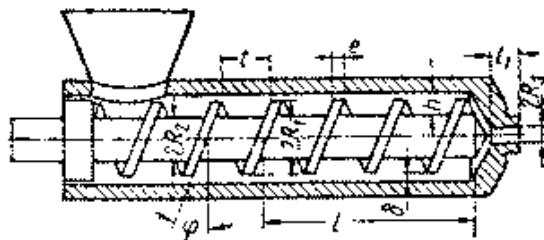


Рис. 2. Схематичне зображення екструдера та основних його параметрів

Продуктивність екструдера визначається за формулою:

$$Q = \frac{\pi^2 D^3 \operatorname{tg}^3 \phi}{4} \chi (F - \operatorname{tg} \rho T) n$$

Продуктивність Q залежить від D — діаметра черв'яка; n — кількості обертів черв'яка за хв; та t — кроку гвинтової лінії, адже коефіцієнти F і T визначаються з урахуванням t . Отже, входні фактори обрано, а вихідним фактором експерименту — є продуктивність.

Проаналізувавши результати моделювання отримаємо графічні залежності:

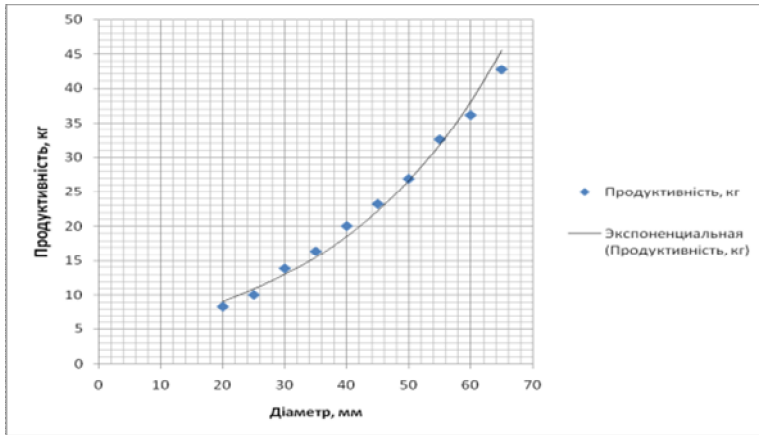


Рис. 3. Залежність продуктивності екструдера від діаметра шнека
З даного графіка бачимо, що зі збільшенням діаметра шнека продуктивність екструдера збільшується

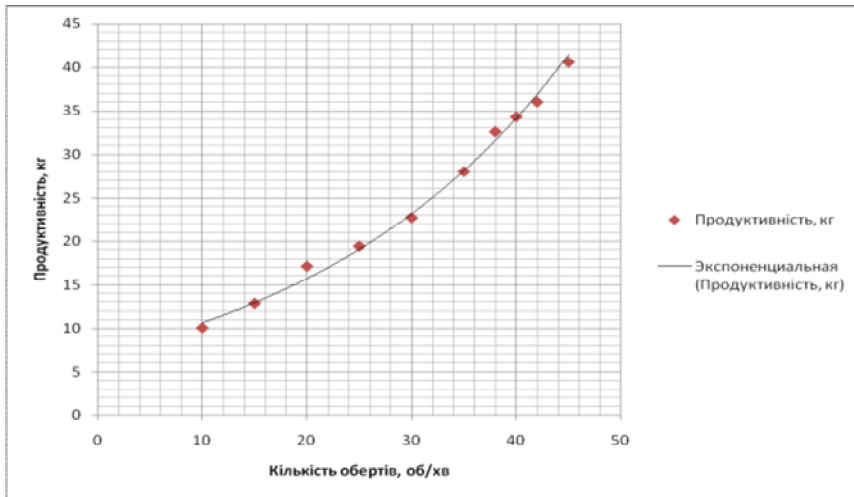


Рис. 4. Залежність продуктивності екструдера від кількості обертів шнека

Маємо залежність: ріст продуктивності зумовлений зростанням швидкості обертання шнека екструдера.

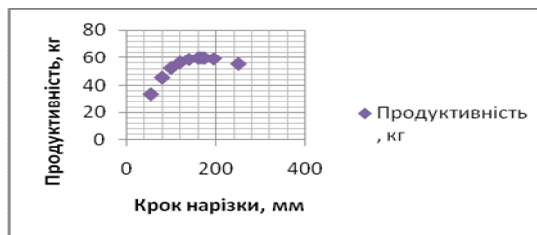


Рис. 5. Залежність продуктивності екструдера від кроку нарізки шнека

Зі збільшенням кроку нарізки продуктивність збільшується. Екстремум (найбільше значення продуктивності) відповідає значенням кроку нарізки на проміжку від 165 мм — до 172 мм, але за даних значень кроку нарізки суттєво збільшуються витрати потужності, що не є доцільним.

Із результатів моделювання процесу екструзії за даними машини Rommelag Bottelpack type 3012, було встановлено, яким чином крок нарізки шнека, його діаметр та швидкість обертання впливають на продуктивність екструдера. Графічно зображено залежності, що були отримані при моделюванні. За економічними оцінками Івачева В.І. та Чиркова В.Г. («Экономическая оценка машин для переработки пластмасс»), подана наступна залежність:

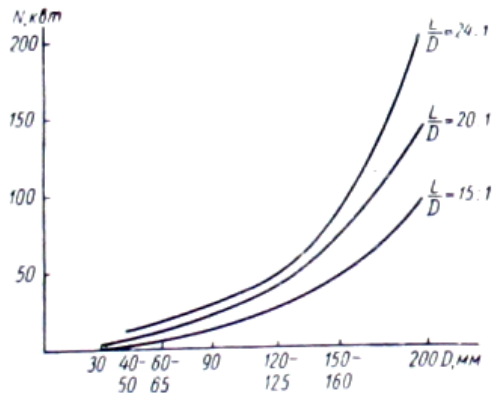


Рис. 6. Залежність потужності привода екструдера від діаметра черв'яка за визначених значень співвідношень L/D

Тобто, при збільшенні діаметра шнека (D), зменшується відношення L/D, оскільки діаметр знаходиться у знаменнику дроби. А, як видно з графіка, зменшення відношення L/D призводить до зниження витрат потужності привода.

Висновок. Отже, результати моделювання у Compuplast Extruder EC, USA, відповідають результатам досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців, і вони мають практичну цінність. Залежності, що були встановлені за моделювання ПФЕ знайшли своє підтвердження у літературних джерелах. Продуктивність екструдера залежить від геометричних параметрів шнека (діаметра та кроку нарізки), а також від швидкості обертання черв'яка. Дані залежності зображено графічно.

39. РЕКОНСТРУКЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДИХ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТОВ «ФАРМАСТАРТ»

І.С. Бесараб

Національний університет харчових технологій

Кожен реальний інвестиційний проект має свої особливості щодо його здійснення та впливу на техніко-економічні показники підприємства в цілому. Пропонуємо оцінити ефективність реконструкції цеху з виробництва твердих лікарських форм на підприємстві ТОВ «Фармастарт» (м. Київ), потреба в якій

викликана нераціональним використанням приміщень і розташування обладнання на цьому підприємстві. ТОВ «Фармастарт» є одним з найбільших в Україні підприємств галузі у виробництві твердих лікарських засобів.

Метою роботи є підвищення ефективності виконання процесів, пов'язаних з виробництвом таблеток (змішування сипких компонентів, гранулювання маси і таблетування, фасування і упаковка продукції) на основі забезпечення найбільш повної узгодженості і відповідності між характеристиками технологічних рішень, які застосовуються, і архітектурно-будівельними параметрами споруди, що реконструюється, а також виробничими й організаційно-технологічними умовами реконструкції.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні основні задачі: раціонально спроектувати приміщення, розмістити в ньому виробниче обладнання; передбачити дотримання на кожному етапі виробництва відповідних класів чистоти.

Об'єктом дослідження в даній роботі є лінія виготовлення твердих лікарських засобів, зокрема компоновка обладнання в ній.

Апарати і машини на фармацевтичному підприємстві можуть бути розташовані наступним чином:

- цехове розташування;
- змішане розташування;
- розміщення за технологічним процесом.

Машини і апарати необхідно розташовувати таким чином, щоб за мінімальних витрат випуск готових лікарських препаратів був максимальним і здійснювався в короткі терміни. Однак фармацевтичні підприємства мають специфіку — виробництво лікарських засобів слід здійснювати у приміщеннях визначених класів чистоти, з дотриманням вимог щодо чистоти повітря з точки зору вмісту в ньому механічних часточок і мікроорганізмів. Основною проблемою є транспортування напівфабрикатів і продукції в приміщеннях з різними класами чистоти. З цією метою при впровадженні автоматизованих ліній необхідно використовувати стерилізаційні тунелі.

Особливо суворі вимоги висуваються до виробництва стерильних лікарських засобів, яке здійснюється в приміщеннях класів чистоти А і В. Тверді лікарські засоби, які виготовляються на підприємстві «Фармастарт», належать до нестерильних. При їх виробництві для виконання основних технологічних операцій рекомендовані класи чистоти приміщень С і D [1].

Для підвищення ефективності виробництва потрібно скоротити обсяг «чистих» приміщень до мінімуму. Це обумовлено тим, що чисте повітря обходиться дорого — системи підготовки повітря та кліматизації потребують великих витрат не тільки при покупці, але і в процесі їх експлуатації. І чим більш компактні виробничі зони, тим менше зона споживання чистого повітря, і тим менші багаторічні експлуатаційні витрати на систему.

Необхідно скоротити до мінімуму кількість обслуговуючого персоналу, а також візків та інших допоміжних механізмів, предметів в приміщеннях класів чистоти D і С. При звичайній конфігурації лінії візки перед подачею в приміщення повинні дезінфікуватися, тому для їх використання необхідно спроектувати вантажні двері й шлюзи. Все це є зайвими витратами як капітальними (на виготовлення панелей і дверей), так і експлуатаційними (розміри цих приміщень

в 2 – 3 рази більше, ніж в запропонованому варіанті). Впровадження автоматизованих ліній призводить також до збільшення кількості і покращення якості продукції, яка випускається підприємством.

Для розміщення ліній виробництва твердих лікарських форм запропоновано такі рішення, які не тільки мінімізують розміри приміщень класів чистоти D чи C, але і дозволяють механізувати перевалку продукції, а також відмовитись від візків для її перевезення (для передачі в склад чи карантин) в зону нижчої категорії. А найголовніше, дозволяють уникнути сотень рухів людини, що приймає напівфабрикати і продукцію, встановлює їх на візок та перевозить. Такі рішення часто застосовуються на європейських фармзаводах.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Настанова* Лікарські засоби. Належна виробнича практика. — К., 2011.

Науковий керівник: О.О.Чепелюк

40. МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗМІШУВАЧА-ГРАНУЛЯТОРА ROTO F-600 З МЕТОЮ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

І.К. Навроцька

Національний університет харчових технологій

Масове виробництво готових лікарських засобів диктує необхідність застосування обладнання з високою продуктивністю і можливістю його використання в потокових автоматизованих лініях. До обладнання, яке використовується в фармацевтичній промисловості відноситься і змішувач-гранулятор.

Гранулювання — це сукупність фізико-хімічних і фізико-механічних процесів, що забезпечують формування частинок певних розмірів, форми, структури і фізичних властивостей. У загальному випадку гранулювання включає наступні технологічні стадії: підготовку початкової сировини, дозування і змішування компонентів; власне гранулоутворювання (агломерація, кристалізація, ущільнення і ін.); формування структури (сушка, полімеризація і ін.); сортування (розділення частинок за розміром) і подрібнення крупних фракцій. Перемішування є важливою частиною процесу грануляції адже дуже важливим є рівномірно розподілити лікарську речовину по об'єму таблетсуміші.

Фізичну модель процесу вологої грануляції можна умовно представити у вигляді низки елементарних процесів:

- приведення в рух частинок за допомогою перемішуючих пристроїв;
- розподілення рідкої фази по поверхні частинок;
- кристалізація розчинів на поверхні частинок і збільшення, за рахунок цього, їх розміру;
- стирання частинок і утворення пилової фракції;
- зміна (стабілізація) дисперсного складу частинок за рахунок подрібнення великих гранул — безперервний процес — або шляхом введення нових центрів грануляції ззовні — періодичний процес.

Конструкція апарату, яка представлена на рис.1, повинна забезпечувати його надійну роботу в заданому технологічному режимі у перебігу заданого терміну служби.

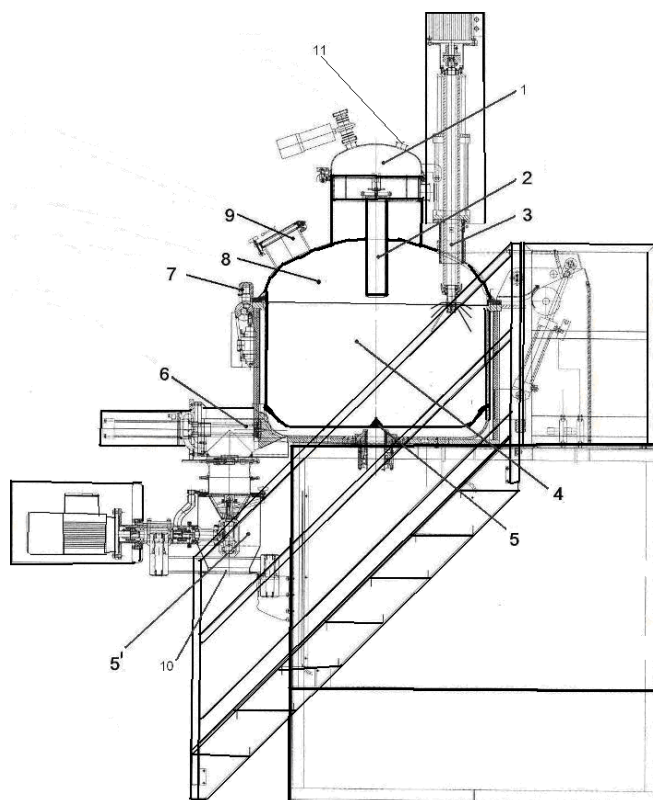


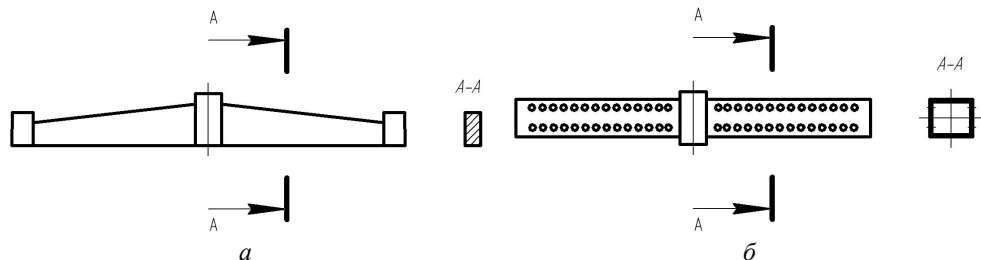
Рис. 1. Загальний вигляд змішувача-гранулятора

- 1 — кришка люка вакуумного фільтра; 2 — вакуумний фільтр; 3 — чопер;
 4 — робоча ємність змішувача-гранулятора; 5 — мішалка; 5' — калібратор;
 6 — лінія вивантаження; 7 — фіксатор кришки робочої ємності змішувача-гранулятора;
 8 — кришка робочої ємності змішувача-гранулятора; 9 — оглядове вікно

Метою модернізації є вдосконалення процесів змішування і гранулювання сипких лікарських засобів, та їх вплив на процес виготовлення таблеток.

Дослідження проводились за допомогою програмного пакету Flow Vision, який призначений для моделювання руху рідини або газу в технічних об'єктах та візуалізації отриманих результатів методами комп'ютерної графіки.

Для вибору більш раціональної конструкції робочих органів було проаналізовано конструкції перемішувачів, представлених на рис. 2.



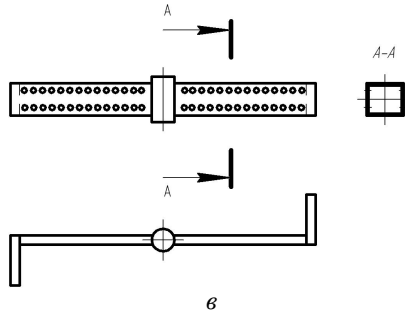


Рис. 2. Схеми конструкцій робочих органів

Отримані результати показують, що найбільш раціональним є використання перемішувачів конструкції типу 2 в, які забезпечують більш рівномірне перемішування таблетсуміші в робочому об'ємі, що, в свою чергу, призводить до покращення якості напівфабрикатів.

Наукові керівники: І.В. Житнецький, М.С. Шпак

41. МОДЕРНІЗАЦІЯ МАШИНИ ДЛЯ НАПОВНЕННЯ ТУБ МАЗЯМИ

В.В. Скочко

Національний університет харчових технологій

Фармацевтичний сектор займає значне місце в економіці України і в останні роки має динамічне зростання темпів розвитку. Об'єм українського фармацевтичного ринку складає більше ніж 23 млрд. грн. Концепція розвитку фармацевтичної галузі, як невід'ємної частини системи охорони здоров'я, визначила пріоритетні напрямки національної політики у фармацевтичній сфері, які зосередженні насамперед на виконання завдань, пов'язаних із забезпеченням населення України якісними, ефективними, безпечними лікарськими засобами.

Однією з галузей фармацевтичної промисловості є виготовлення мазей, доля яких в середньому становить 10 % від загального обсягу продукції, що випускається. У формі мазей застосовуються лікарські речовини, які відносять до всіх фармацевтичних груп: антисептики, анестетики, гормони, вітаміни, протигрибкові засоби, анальгетики тощо. Сучасні вимоги, що висуваються до мазей, вказують, що вони повинні мати певні структурно-механічні (реологічні) характеристики — еластичність, пластичність, в'язкість, періоди релаксації, — які є критерієм визначення якості мазей як на стадії виробництва, так і в процесі зберігання.

М'яка консистенція мазей забезпечує зручність їх застосування через нанесення на шкіру, слизові оболонки і вивільнення з них лікарських речовин. Оптимальна дисперсність лікарських речовин і рівномірний розподіл їх у мазі забезпечують необхідний фармакологічний ефект і гарантують незмінність її складу при застосуванні і зберіганні.

Найбільш зручною, гігієнічною і сучасною упаковкою для мазей є туби, виготовлені з металу або полімерних матеріалів. Міцність, легкість, зручність у використанні, можливість використовувати продукт невеликими порціями, мінімум матеріалу для виготовлення — туби витримали перевірку часом, ставши невід'ємною

частиною сучасного життя. На тубу можна наносити поділки, що забезпечують дозування мазі, до неї можуть додаватися насадки (аплікатори) з пластмаси, які дають змогу вводити мазь у порожнини тощо. Для виготовлення металевих туб використовують алюміній марок А6 і А7. Їх внутрішню поверхню покривають лаком (ФД-559), а зовнішню — емалевою фарбою, на яку потім наносять маркування. Полімерними матеріалами, які використовують для виготовлення туб, є поліетилен низького і високого тиску, поліпропілен, полівінілхлорид.

З метою герметизації отвір туби закривають суцільною тонкою алюмінієвою плівкою, зверху нагвинчується конічний бушон. Бушон має гострий шип, яким проколюють отвір туби при використанні.

Для наповнення туб використовують тубонаповнювальні машини лінійного і карусельного типу. На карусельній установці здійснюються автоматична подача тубних заготовок із бункера, їх заповнення поршневим дозатором, автоматичне запаювання нижньої частини туби термічним пропаюванням. Цикл роботи тубонаповнювальних машин включає такі операції: подача туби в гніздо, орієнтація туби, наповнення туби, запаювання туби і друк дати, обрізання кінця туби, видалення туби з гнізда.

Об'єктом дослідження є тубонаповнювальна машина OMEGA 25 L. На роторному столі змонтовані попарно тубоутримувачі. Порожні туби з лотка за допомогою подавального пристрою встановлюються на розтулених тубоутримувачах. Тут же здійснюється продування туб і їх вакуумування для видалення пилу і залишків пакувального матеріалу тощо. Після переміщення роторного столу на заданий кут відбувається операція підтягування ковпачків для туб і їх рихтування (вдавлювання туб у тубоутримувачі до кінця). Орієнтують туби за допомогою фотоелектричного пристрою, який виконує також контрольно-блокувальну функцію, відключаючи подавання мазі в разі відсутності туби в тубоутримувачі. У наступній позиції роторного столу відбувається наповнення туби маззю, яка з бункера подається по шлангах через наповнюючі сопла. Сопло входить у тубу перед початком наповнення і піднімається по мірі наповнення. Після наповнення відбувається зворотне відсмоктування мазі, завдяки чому вона не витікає із сопла в проміжках між стадіями наповнення. Далі проводиться герметизація туби. Краї її сплющуються, і туба фальцюється один раз на 180°. Потім здійснюють остаточне фальцювання, стиснення фальця, нанесення на нього рифлення, цифр, що позначають дату випуску, серію тощо. Після цього туби подаються на транспортер або до спускового жолоба.

Недоліком сучасних тубонаповнювальних машин є їх нездатність варіювати розміри туб, які потрібно наповнювати. Для вирішення цієї проблеми був розроблений механізм, що дозволяє піднімати верхню частину машини, на якій знаходяться пристрої дозування, запаювання та відрізання, дозволяючи змінювати висоту туб, що наповнюються. Запропоновано встановити додатковий привод, який передає крутний момент на втулку, з'єднань з головним валом з допомогою шпонки і з нижнім робото ром за допомогою різьби. При обертанні втулки нижній і верхній ротор піднімаються. Втулка та головний вал при цьому не змінюють свого положення. Об'єм дози може становити від 5 до 60 мл.

Науковий керівник: О.О. Чепелюк

42. ШЛЯХИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВОЛОГОВІДДАЧІ ТА ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПІД ЧАС ОХОЛОДЖЕННЯ СУХАРНИХ ВИРОБІВ

О.М. Горбач, М.Г. Десик

Національний університет харчових технологій

Традиційний спосіб виробництва сухарних виробів складається з таких етапів: підготовка сировини, змішування і бродіння тіста, формування, вистоювання, випікання тістових заготовок, витримання, різання і розкладання кусочків шпали на стрічці сушарки, висушування, охолодження і пакування готового сухаря; пов'язаний з застосуванням ручної праці та додаткових операцій і супроводжується ускладненням машино-апаратної схеми.[1]

Впровадження безперервності процесів випікання і сушіння сухарних виробів в одній робочій камері призводить до значного спрощення машино-апаратної схеми виробництва, з якої виключаються: піч для сушіння скибок, кулер для витримки сухарних плит, обладнання для пересаджування заготовок. Має місце зниження енерговитрат за рахунок економії тепла, що витрачається на повторне нагрівання скибок. Створюються умови для механізації виробничого процесу.

Поєднання процесів випікання та сушіння в одному доцільно розглядати як процес сушіння на початку якого існує період розігріву тістової заготовки внаслідок чого тістова заготовка перетворюється в випечений хліб.

В процесі випікання — сушіння під впливом теплоти відбуваються зовнішні та внутрішні масообмінні процеси, в результаті яких має місце сушіння заготовки при випаровуванні вологи з її поверхні.

На початку прогріву в масі тістової заготовки відбувається рух вологи з поверхневих шарів до центру по закону термовологопровідності, що виникає при наявності градієнта температури між поверхневими та центральними шарами.

По досягненні температури кипіння в об'ємі заготовки, рух вологи під дією сил термовологопровідності припиняється та відбувається переміщення вологи по закону вологопровідності до поверхні заготовки з подальшим випаровуванням її в зовнішнє середовище.

Для цього періоду характерне поступове заглиблення зони випаровування з утворенням сухої скоринки, яке супроводжується підвищенням температури зневодненого шару та її наближенням до температури середовища пекарної камери. В центральних шарах зневоднення відбувається менш інтенсивно і волога, здебільшого, рухається до зони випаровування у вигляді рідини.

При подальшому висушуванні заготовки в умовах радіаційно-конвективного обігріву безперервний процес випікання і сушіння сухарних виробів проходить з уповільненням швидкості вологовіддачі, що призводить до подовження процесу сушіння.

З метою підвищення інтенсивності вологовіддачі в кінцевих стадіях процесу випікання-сушіння та зниження витрат енергоресурсів нами запропоновано досушування та охолодження сухарних виробів їх вакуумуванням.

Запропонований спосіб базується на процесі випаровування вологи з заготовки за рахунок відбирання акумульованого заготовкою тепла в умовах вакууму.

В процесі сушіння заготовка має температуру скоринки 120 – 170 °С та температуру шару випаровування близько 100 °С. Теплова енергія, акумульована в

заготовці, при зменшенні тиску до 5 кПа дає можливість знизити температуру заготовки до 30 °С і випарити близько 5 % вологи від загальної маси заготовки.[2]

Аналіз отриманих результатів свідчить, що зі збільшенням вологості заготовок максимальна кількість випареної вологи змінюється незначно, і знаходиться в межах 5 %. Тому запропоновано при виробництві сухарних виробів з кінцевою вологістю 12 % проводити процес випікання-сушіння до вологості заготовок:

$$W_{в-с} = W_{к} + W_{ес},$$

де $W_{к}$ — кінцева вологість сухарів, %, $W_{ес}$ — вологість усихання під вакуумом, %

При заданих параметрах зменшення вологості заготовки буде складати $W_{ес} = 5$ %, тоді вологість заготовок перед вакуумуванням має бути 17 %.

Впровадження запропонованого заходу знижує витрати теплової енергії, витраченої корисно, при сушінні виробів на 16 %, без урахування витрат на створення вакууму, і скорочує тривалість процесу випікання-сушіння на 22 – 25 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Дробот В.І.* Технологія хлібопекарського виробництва В.І. Дробот — К.: Логос, 2002. — 365с.

2. *Chen X.D.* Drying technologies in food processing / X.D. Chen, A.S. Mujumbar. — Singapore. — 2008. — 350р.

Науковий керівник: В.І. Теличкун

43. ДВОХЕТАПНЕ ВИПІКАННЯ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ З ОХОЛОДЖЕННЯМ У ВАКУУМНО- ВИПАРНІЙ КАМЕРІ СИСТЕМИ ZEOVAC

О.В. Ковальов, Ю.Ю. Доломакін, Р.В. Логвінський

Національний університет харчових технологій

В.М. Федорів

Кам'янець-Подільський коледж харчової промисловості

Технологія виробництва хліба є трудомістким і достатньо тривалим процесом. У зв'язку з тим, що цей процес включає багато технологічних операцій, зміна тривалості яких приводить до погіршення якості продукту, традиційна технологія залишалася довгий час незмінною. Це привело до обмеження асортименту хлібобулочних виробів; відсутності свіжого і гарячого хліба в ранню годину; створенню нічних змін і збільшенню навантаження на пекарів, що працюють в нічну зміну; а також відсутності свіжого хліба на видалених пунктах живлення і торгівлі. Ці проблеми, викликані безперервністю і довготривалістю процесу виробництва хлібобулочних виробів, необхідно було вирішити розділенням процесу випічки хліба на етапи, збільшенням або зменшенням тривалості проміжних процесів, що дозволяло б робити технологію гнучкішою, і в той же час не знижувало б якість випеченого хліба.

«Двохетапна» випічка з використанням проміжного вакуумно-випарного охолодження є технічним рішенням даних проблем [1]. Вона включає операції: приготування тіста; формування; вистійки; попередньої випічки; швидкого охолодження напівфабрикату виробу у вакуумній камері; подальшого його зберігання в холодильній камері; допікання частково випеченого і охолодженого хліба.

Технічна реалізація нової технології на хлібозаводах пов'язана з необхідністю використання вже існуючого устаткування з додаванням механізованого комплексу для вакуумно-випарного охолодження.

«Двохетапна» технологія випічки хліба включає: попередню випічку, яка складає 80 % від загального часу випічки виробу за традиційною технологією, стандартний температурний режим залишається незмінним для кожного конкретного хлібобулочного виробу; вакуумно-випарне охолодження до температури $t = 0...+2$ °С; упаковку і зберігання частково випеченого і охолодженого хліба при температурі $t = 0...+2$ °С, кінцеву випічку виробу при температурі $t = 180...210$ °С.

Вакуумно-випарна камера є герметичним корпусом, в якому розміщується необхідне технологічне устаткування. Камера забезпечена системами вакуумування і охолодження. Система вакуумування даної камери забезпечує протікання вакуумно-випарного охолодження і відведення пари води, що утворюється. Існує декілька способів отримання вакууму усередині розробленої камери.

Один із способів передбачає на першому етапі проводити вакуумування за допомогою насоса. Потім насос відключають, і замість нього використовується конденсатор з внутрішньотрубним кипінням холодоагенту. Пари води, що утворюються при вакуумно-випарному охолодженні, не відводяться назовні, а конденсуються на поверхні цього конденсатора.

При іншому способі частково випечений гарячий хліб вноситься на технологічних пристосуваннях в камеру вакуумно-випарного охолодження, як і в першому випадку, але потім включається не насос, а відбувається продування камери парою. Після цього подається холодильний агент в конденсатори [2]. Пара в камері конденсується на їх поверхнях і замерзає, і таким чином відбувається процес вакуумування. Після падіння залишкового тиску до рівня 400...450 Па реалізується процес вакуумно-випарного охолодження виробів.

Досягнувши температури хліба $0...+2$ °С хліб при обох розглянутих способах вакуумно-випарного охолодження переміщається в холодильну камеру для зберігання. Охолодження тістової заготовки здійснюється у вакуумно-випарній камері системи Zeovac, що складається з вакуумної камери і конденсаторів.

В наслідок впровадження нових технологій виробництва хлібобулочних виробів, протягом деяких хвилин, недопечений хліб» складується і по необхідності доставляється до місця продажі, де потім зберігається до часу кінцевого випікання в охолодженому вигляді без втрати якості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горбачев Н.Б. Эффективность вакуумно-испарительного охлаждения пищевых продуктов / Н.Б. Горбачев, Н.Н. Малахов, Т.В. Галаган //Материалы 1-ой региональной научно-практической интернет-конференции «Энерго- и ресурсосбережение XXI век». — Орел, 2002 г. — с. 67 – 68

2. Холодильные установки / Чумак И.Г., Чепурненко В.П. и др.; Под ред. д-ра техн.наук, проф. И.Г. Чумака. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1991. — 495 с: ил.

44. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ FLOW VISION ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАМІШУВАННЯ ДРІЖДЖОВОГО ТІСТА В ТІСТОМІСИЛЬНІЙ МАШИНІ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

А.В. Марченко, О.І. Кравченко

Національний університет харчових технологій

Основною метою замішування є утворення тістової маси зі специфічними фізичними властивостями, що забезпечують оптимальний перебіг процесів дозрівання тіста, його оброблення, випікання і, в результаті, одержання виробів високої якості.

У процесі замішування компонентів тіста з водою відбуваються складні хімічні, колоїдні, біохімічні перетворення складових борошна під дією ферментів і води, що поглинається. На швидкість цих процесів, поряд з іншими факторами, (такими як сила борошна, кількість води, температура тіста) впливає інтенсивність замішування. Від інтенсивності замішування залежить швидкість утворення тіста і його властивості, а також інтенсивність перебігу процесу дозрівання тіста.

На цей час під інтенсивним замішуванням розуміють різні способи механічної обробки тіста, що забезпечують збільшення витрат питомої роботи на замішування тіста.

Інтенсивність замішування тіста залежить від конструкції тістомісильної машини, конфігурації і частоти обертання місильного органу, тривалості замішування. Залежно від виду місильної машини розрізняють періодичний і безперервний способи замішування тіста. У існуючих машинах безперервної дії И8-ХТА-12/1, А2-ХТТ здійснюється мало інтенсивний заміс. Для підвищення інтенсивності оброблення тіста в безперервно діючих машинах його додатково обробляють шнеком. [1]

Нами запропонована конструкція двовальної тістомісильної машини безперервної дії з інтенсивним процесом замішування тіста шнековими робочими органами.

Для дослідження процесу замісу тіста запропонована розрахункова модель замісу з використанням програмного пакету Flow Vision російської фірми «Тесис». Даний пакет призначений для моделювання гідродинамічних процесів у технічних та природних умовах, а також візуалізації цих процесів методами комп'ютерної графіки і базується на аналізі напружено-деформованого стану досліджуваного матеріалу. [2]

Запропонована геометрична модель тістомісильної машини безперервної дії створена з використанням програмного забезпечення Solid Works (рис. 1)

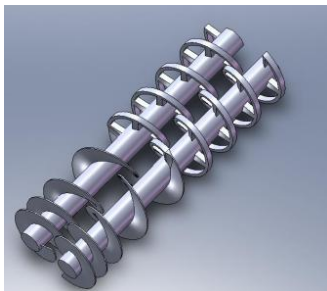


Рис. 1. Робочі органи в зачепленні створені в програмі Solid Works

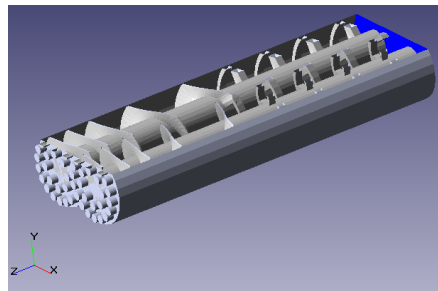


Рис. 2. Розрахункова модель тістомісильної машини в програмі Flow Vision

За допомогою програми Flow Vision запропоновано дослідити гідродинамічні процеси в камері тістомісильної машини, вплив геометричних параметрів місильних органів на інтенсивність перемішування, розподіл тиску в об'ємі тіста та дисипацію кінетичної енергії.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Дробот В.І.* Технологія хлібопекарського виробництва. — К.: Логос, 2002. — 365 с.
2. *Система* моделювання движенья жидкости и газа Flow Vision. Руководство пользователя. — М.: ООО «ТЕСИС» 2008.

Наукові керівники: В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун, І.М. Литовченко

45. ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗБИВАННЯ КОНДИТЕРСЬКОЇ МАСИ

А. Палумяє

Національний університет харчових технологій

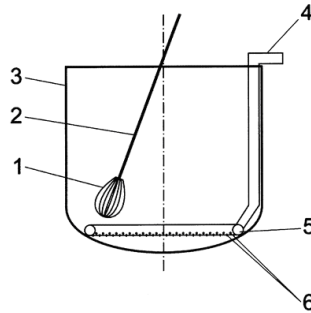
Існують пристрої для збивання кондитерських мас [1], що включають ємність, вал з віночком, патрубок з отворами для подачі стисненого повітря, сполучне пристосування, пристосування для кріплення патрубку і заглушки з різьбовим з'єднанням. При цьому нижня частина віночка виконана дугоподібною, а патрубок для подачі стисненого повітря розташований в нижній частині ємності, жорстко закріплений на її стінці і виконаний у вигляді баговитковій спіралі, які не забезпечують подачу стисненого повітря рівномірно в весь об'єм суміші, так як патрубок розташований по стінці ємності. Повітря, що виходить з отворів патрубку, не повністю впроваджується в суміш, що знижує інтенсифікацію процесу. Також через вертикального розташування вала з віночком потрібен додатковий отвір для підведення стисненого повітря і його герметизація. Крім того, через застосування заглушки ускладнюється обслуговування пристрою і погіршуються його санітарно-епідеміологічні властивості.

Наш пристрій може бути використаний в кондитерському виробництві для інтенсифікації технологічного процесу приготування кондитерських мас, а більш конкретно до пристрою для виробництва кондитерських мас типу бісквіт.

Пристрій для збивання кондитерської маси включає робочий орган 1, вал робочого органу 2, ємність 3, патрубок для подачі стисненого повітря 4, пристосування для подачі стисненого повітря 5 з отворами 6. При цьому патрубок для подачі стисненого повітря 4 встановлено на бічній поверхні ємності 3, при цьому його верхній кінець розташований над ємністю 3, а нижній кінець з'єднаний з пристосуванням для подачі стисненого повітря 5, виконаним кільцеподібним у вигляді замкнутої труби з отворами 6, розташованими на її поверхні в шаховому порядку таким чином, що осі одних розташовані під кутом 45° до горизонтальної площини, а осі інших — під кутом 90°, при цьому пристрій забезпечений додатковим патрубком, встановленим на бічній поверхні ємності. Вал робочого органу встановлений під кутом 10...40° до вертикальної осі.

Використання цього пристрою дозволить підвищити якість кондитерської маси, отримувати вироби з більш рівномірної і більш розвиненою пористою структурою, що покращує їх технологічні властивості (менше крихт і відходів, краще утри-

мується промочка) і, отже, покращує споживчі (бісквіт з більш розвинутою дрібнопористою структурою приємніше на смак, легше змочується в роті) і техніко-економічні показники пристрою. Також спрощується виготовлення та обслуговування пристрою та його миття, так як немає необхідності в додатковому отворі в ємності і не потрібно стежити за його герметичністю. Внаслідок відмови від заглушки на кінці труби при митті достатньо пропустити крізь патрубок і пристрій для подачі стиснутого повітря в ємність струмінь води під напором.



Виконання пристосування для подачі стиснутого повітря в вигляді замкнутого кільця і розташування його на дні ємності необхідно для того, щоб повітря потрапляло безпосередньо в суміш і там розбивалося робочим органом на дрібні бульбашки.

Пристосування забезпечено додатковим патрубком, необхідним для того, щоб подавати стиснене повітря.

Установка робочого органу під кутом до вертикальної осі забезпечує закручування суміші в «тор» таким чином, що центральний радіус труби знаходиться під центральним радіусом «тора» збиваємої суміші.

Пристрій працює наступним чином: рецептурні компоненти завантажуються в ємність 3 і включається електродвигун, який передає рух валу робочого органу 2, при цьому робочий орган 1 описує конус. Далі в ємність 3 через патрубок 4 подається стиснене повітря, яке, проходячи через отвори 6, подається під збиваєму кондитерську масу, зокрема бісквіт. Отриманий бісквіт володіє рівномірною структурою і розвинутою пористістю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Драгилев А.И., Сезанав Я.М. Оборудование для производства сахарных кондитерских изделий. — М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. — 272 с.

Науковий керівник: Ю.Ю Доломакін

46. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ГАЗООБМІНУ В ПЕКАРНІЙ КАМЕРІ

І.А. Михалевич

Національний університет харчових технологій

В пекарній камері працюючого пічного агрегату постійно відбувається газообмін з зовнішнім середовищем через робочі вікна пекарної камери.

Через нижню частину завантажувального вікна в пекарню камеру поступає ззовні повітря з температурою пекарної зали, де нагрівається і насичується водяними парами, що утворюються за рахунок упікання з поверхні тістової заготовки і пари, що подається для зволоження зони гіротермічної обробки.

Гаряче вологе повітря з температурою близькою до температури середовища пекарної камери через верхню частину вікна виходить із камери.

Різниця температур парогазового середовища пекарної камери і повітря пекарної зали викликає інтенсивні вентиляційні процеси в пекарній камері. Під час випікання об'єм середовища має прирощення за рахунок пари упікання і пари, що подається на зволоження, що збільшує вентиляційні потоки.

Інтенсивність вентиляційних процесів залежить від рівня розташування вікон завантаження і розвантаження. Втрати тепла з вентиляційними потоками є найбільшими втратами пекарної камери і складають 183.8 кДж/кг, тому питання вивчення закономірностей вентиляційних процесів та розробка технічних рішень по їх зменшенню і використанню теплоти потоку є актуальне в умовах сучасного енергетичного дефіциту.

Нами запропоновано математичне моделювання закономірностей вентиляційних процесів в пекарній камері з застосуванням сучасної програми «FlowVision». Приймаємо, що рух газів в пекарній камері підкоряється законам руху рідини з невеликою в'язкістю, які добре вивчені в гідравліці. Разом з тим властивості газів пекарної камери відрізняється від властивостей крапельної рідини, що викликано це тим, що при зміні тиску і температури більшість рідин практично залишаються не стисненими рідинами, а гази змінюють свій об'єм в залежності від тиску та температури, що враховано нами в математичній моделі.

Для вирішення задачі була створена 3D модель пекарної камери, та задані наступні параметри:

температура верхньої та нижньої гріючих поверхонь пекарної камери — 350 °С

температура навколишнього середовища — 30 °С

Рушійною силою процесу руху повітря у пекарної камери є різниця тисків в пекарній камері та навколишнім середовищі внаслідок різниці температур.

Характер руху повітря в пекарній камері та на виході через робоче вікно залежить від висоти його розміщення, параметрів середовища, конфігурації і розмірів робочої камери, а також від кількості пари, що подається на зволоження в зону гіротермічної обробки та випаровується в процесі випікання.[1]

В якості модельного об'єкту прийнято розміри пекарної камери печі ФТЛ-2.

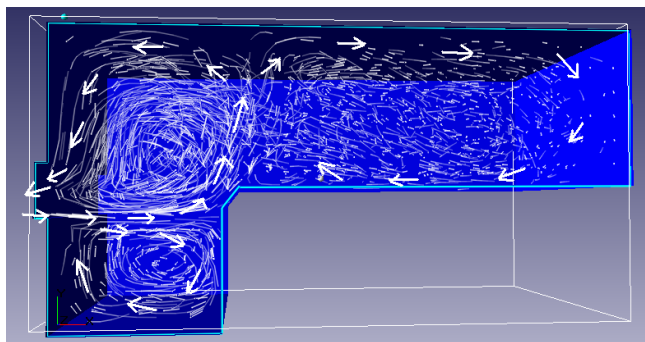


Рис. 1. Епюра руху повітря в пекарній камері

В якості прикладу на рис1 приведено результати одного із варіантів розрахунків. Узагальнення результатів моделювання руху повітря в пекарній камері дає можливість встановити закономірності процесу та вентиляційних втрат в залежності від різних факторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Михелев А.А., Ицкович Н.М. Расчет и проектирование печей хлебопекарного и кондитерского производств — М.: Пищевая промышленность. — 1968. — 486 с.
2. Крум Д., Роберте В. Кондиционирование воздуха и вентиляция зданий. — М.: Стройиздат 1980. — 290 с.

Наукові керівники: В.І. Теличкун, І.М. Литовченко

47. АНАЛІЗ ВИТРАТ ТЕПЛОТИ ПЕКАРНОЮ КАМЕРОЮ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПЕЧІ

І.А. Михалевич, Н.В. Черненко

Національний університет харчових технологій

Одне з важливих місць у виробництві життєво необхідних продуктів харчування займає хлібопекарська галузь харчової промисловості. Ця галузь забезпечує практично повне задоволення потреб населення. Також хлібопекарська галузь є однією з найбільших споживачів енергії. На підприємствах хлібопекарської промисловості основним споживачем енергії є хлібопекарська піч.

Тепловий баланс є основною характеристикою при проектуванні та модернізації хлібопекарських печей.[1] Нами проведений аналіз ефективності роботи хлібопекарської печі. Тепловий баланс пічного агрегату можна представити із розрахунку витрат теплоти на 1 кг готового хліба.

$$q_{п.а} + q_{пар} = q_{вип} + q_{уп} + q_{пар} + q_{в.п} + q_{тр} + q_{зс} + q_{ф} + q_{в} + q_{хім} + q_{фіз} + q_{ух};$$

де $q_{вип}$ — корисні витрати на прогрівання м'якіша та утворення скоринки, кДж/кг; $q_{уп}$ — втрати теплоти з упіканням, кДж/кг; $q_{пар}$ — втрати теплоти з парою яка подається до пекарної камери для зволоження тістових заготовок, кДж/кг; $q_{в.п}$ — втрати теплоти вентиляційним повітрям пекарної камери, кДж/кг; $q_{тр}$ — втрати теплоти транспортними пристосуваннями (конвеєр, люльки, та ін.) кДж/кг; $q_{зс}$ — втрати теплоти зовнішніми поверхнями печі, кДж/кг; $q_{ф}$ — втрати теплоти фундаментом пічного агрегату, кДж/кг; $q_{в}$ — втрати теплоти через випромінювання, кДж/кг; $q_{хім, фіз}$ — втрати теплоти через не повноту згорання палива, кДж/кг.

Проведені розрахунки складових теплового балансу представлені на рис1. В зв'язку з тим, що кількість теплоти підведеного до пекарної камери $q_{п.к}$ не є постійною величиною і залежать від умов роботи пічного агрегату, нами запропоновано в якості базової розрахункової величини прийняти кількість теплоти корисно витраченої на прогрів м'якіша та утворення скоринки $q_{вип}$. Ця величина витрат теплоти є стабільною, не залежить від умов роботи печі і складає в середньому 193 кДж/кг із розрахунку, що вміст скоринки в готовому хлібі складає 0,12. Проведений аналіз дає змогу конкретизувати розподіл витрат та втрат теплоти пічним агрегатом відносно витраченої теплоти на випікання хліба (рис. 1).

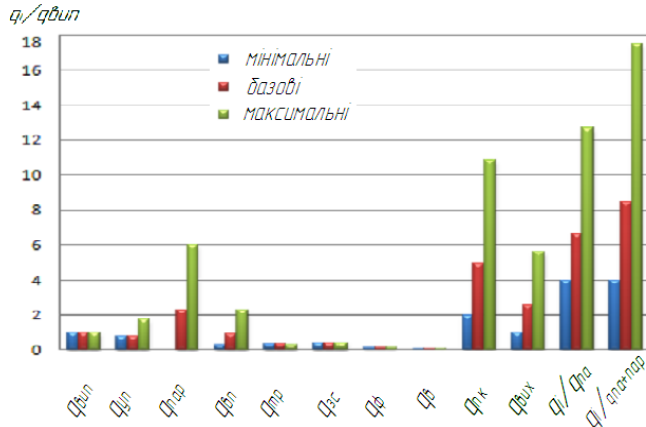


Рис. 1. Розподіл витрат теплоти пічним агрегатом відносно корисних витрат теплоти

Витрати теплоти на прогрівання м'якіша та утворення скоринки за результатами аналізу дорівнюють 191.5 кДж/кг при мінімальних витратах теплоти, тобто коли відсутні витрати пари, мінімальна величина упікання — 6 % та вміст скоринки в готовому хлібі складає 0.12; 193.5 кДж/кг при середніх витратах, а саме витрати насиченої пари 0.15 кг/кг, величина упікання — 6 %, вміст скоринки — 0.16; 198.2 кДж/кг при максимальних витратах, а саме витрати насиченої пари дорівнюють 0.4 кг/кг, величина упікання дорівнює 12 %, вміст скоринки дорівнює 0.24.

Втрати теплоти з упіканням $q_{уп}$ становлять 79 % витрат теплоти на випікання хліба $q_{вип}$. Втрати теплоти з парою $q_{пар}$ яка подається до пекарної камери для зволоження тістових заготовок у 2.3 рази перевищують корисні витрати теплоти. Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря $q_{в.п}$ близькі до витрат теплоти на нагрівання м'якіша та утворення скоринки. Всі інші втрати, а саме втрати теплоти на нагрівання транспортних пристосувань $q_{тр}$, втрати теплоти зовнішніми поверхнями печі $q_{з.п}$, втрати теплоти фундаментом печі $q_{ф}$, втрати теплоти випромінюванням через посадкове та розвантажувальне вікна пекарної камери разом складають 82 % корисних витрат теплоти.

Корисні витрати теплоти дорівнюють 193 кДж/кг і майже не змінюються від режиму роботи пічного агрегату. В балансі пекарної камери в залежності від режиму роботи вони можуть змінюватись від 0.51 до 0.09 по відношенню загальних витрат теплоти пекарною камерою.

Розподіл витрат теплоти пічним агрегатом дає змогу проаналізувати ефективність роботи хлібопекарської печі, для подальшого напрямку її модернізації. За результатами аналізу втрати теплоти з парою перевищують корисні витрати теплоти більше ніж вдвічі і є основними втратами тепла пічним агрегатом. На підприємствах хлібопекарської промисловості ця теплота не використовується як джерело вторинного енергоресурсу. Великі втрати теплоти через робочі вікна пекарної камери вимагають відповідних конструктивних заходів по використанню їх як джерело вторинних енергоресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Михелев А.А., Ицкович Н.М. Расчет и проектирование печей хлебопекарного и кондитерского производств — М.: Пищевая промышленность. — 1968. — 486с.

Наукові керівники: В.І. Теличкун, М.Г. Десик

48. РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ СНЕКІВ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ЇХ ВИРОБНИЦТВА

І.В. Синьоок

Національний університет харчових технологій

Нині виробництво снєків — це доволі молода галузь харчової промисловості України. Та за останні 10 – 15 років ця продукція стала популярною серед споживачів легкої перекуски. На світовому ринку продуктів харчування снєки користуються величезною популярністю. Саме велика кількість снєків вживається у Великобританії і в США. У 1937 році була створена асоціація виробників снєків, в яку входять більше восьмисот найбільших зарубіжних виробників.

На сьогоднішній день ми не можемо дати чіткого визначення поняттю «снєк», але можемо узагальнено сказати, що це харчові продукти, розфасовані невеликими порціями в зручні упаковки і повністю готові до вживання, для вгамування голоду між класичними прийомами їжі — сніданком, обідом та вечерею. Снєки, як правило, зроблені таким чином, щоб їх можна було швидко з'їсти на ходу і отримати задоволення від смаку. Вони розраховані на більший термін зберігання ніж готові продукти.

На сьогоднішній день у всьому світі існує безліч різновидів снєків, і фантазія їх виготовлювачів не вичерпується. Багато компаній просувають свою продукцію в «прив'язці» до певної цільової групи: випускаються снєки для туристів і любителів екстремальних видів спорту, снєки для дітей і низькокалорійні снєки. Сьогодні споживачі можуть придбати найрізноманітніші легкі закуски.

Згідно з міжнародною класифікацією, до снєків відносяться такі продукти харчування: чіпси, сирні снєки, м'ясні снєки, соломка, печиво, мюслі, хрусткі пластівці, горішки, сухофрукти, шоколадні батончики і т.д.

Міжнародна класифікація снєкової продукції в залежності від смаку продукту:

– гострі снєки — чіпси, горіхи, солоний попкорн, сушений сир, м'ясні та рибні закуски;

– солодкі снєки — переважно засновані на солодких приправах або додаванні шоколаду;

До снєкової продукції сьогодні відносяться не тільки продукти харчування, які не рекомендуються для частого вживання в їжу. На міжнародному ринку як снєків для вгамування легкого голоду позиціонуються і корисні для здоров'я продукти, такі як йогурти, сирки, молочні та кисломолочні напої в упаковках невеликого обсягу.

Для прикладу можна розглянути виробництво сухариків. Починаючому виробникові сухариків прийдеться обзавестися хліборізками, печами для сушіння хліба, устаткуванням для нанесення добавок і пакувальними автоматами.

Стадії технологічного процесу:

1. Нарізання хліба
2. Смаження нарізаного продукту в печі.
3. Просівання продукту і відділення від крихти.
4. Внесення добавок.
5. Пакування.

Спочатку хліб подається в машину для нарізання на соломку або прямокутники різних розмірів. Причому, конфігурація хліба не істотна. За основу взято один з кращих методів відомих в світовій практиці: принцип розпилювання дисковими фрезами зі спеціальною формою зубів.[1] Потім нарізаний продукт подається в піч, де певну кількість часу він сушиться. Наступною стадією є просівання продукту і відділення його основної частини від крихти. Далі сухарики подаються в дражировочний барабан, машини для внесення добавок — призначеної для внесення сухих і (або) рідких ароматичних добавок і рівномірного розподілу їх по продукту. Час дражування 5 – 7 хв. Наступною і останньою стадією є пакування, де апарат виробляє дозування продуктів, виготовлення пакета, запаювання еврошвом, відрізання, датування пакета.

Модернізація лінії виробництва є актуальною проблемою сьогодні, вирішення якої дозволить досягти ефективності в роботі і заощадження енергії. Нами запропоновано модернізувати лінію виробництва снєків, доповнивши її стадією підготовки заготовок для снєків із вихідної сировини з застосуванням екструзійної техніки, що дозволить розширити асортимент снєків і зробити його більш ефективним.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Даурский А.Н., Мачихин Ю.А.* Резание пищевых материалов. — М. Пищевая промышленность. 1980. — 237с.

Науковий керівник: В.І. Теличкун

49. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІДНОСНОЇ ВОЛОГОСТІ ТА ТЕМПЕРАТУРИ СЕРЕДОВИЩА, ЗОНИ НА ПЕРЕБІГ ПРОЦЕСУ ГІГРОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

А.І. Германчук

Національний університет харчових технологій

Проведення гігротермічної обробки обумовлює значне прискорення прогріву тістової заготовки, за рахунок виділення теплоти пароутворення підчас конденсації вологи на поверхні тістової заготовки; зниження втрат від упікання; отримання більш еластичного і розпушеного м'якуша та більшого питомого об'єму виробів; глянцевої і рівної поверхні хліба. [1]

Стан поверхні покращується в результаті утворення шару рідкого крохмального клейстеру на зволоженій поверхні заготовки.

Витрата пари на випічку 1 т булочних виробів теоретично складає 40 кг, а практично в результаті значної втрати пари в хлібопекарських печах коливається в межах 200 – 300 кг. У зоні зволоження тістової заготовки знаходяться 2 – 3 хвилини. У цей період поверхня тістової заготовки нагрівається до температури від 70 — 85 °С в залежності від температури середовища зони парозволоження (Рис. 1).

На Рис. 1 точками показано середні значення температури поверхні тістової заготовки. (по даним А.В. Володарского та А.А. Мілелева)

Отримані криві добре описуються степеневою залежністю:

$$t_n = t_1 \tau^m$$

де $t_n = t_1$ при $\tau = 1$, $m > 0$.

Значення $t_1 = 1,7$, $m = 0,5$ — для першого графіка; $t_1 = 2,1$, $m = 0,6$ — для другого; $t_1 = 7,0$, $m = 0,4$ — для третього.

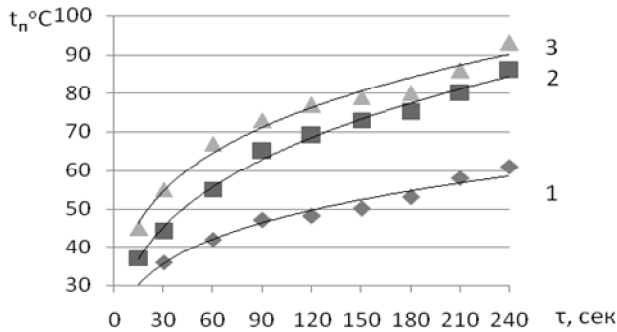


Рис. 1. Графік зміни середньої температури поверхні тістової заготовки при температурі середовища 100 °C
 1 — без зволоження; 2 — відносна вологість $\varphi = 70\%$;
 3 — відносна вологість $\varphi = 85\%$

В пекарній камері печі конденсація пари на поверхні тіста-хліба припиняється, коли температура поверхні тістової заготовки перевищує *температуру точки роси*.

Визначення точки роси, при різних значеннях відносної вологості та температури середовища, за наступною формулою:

$$t_p = \frac{233,77 \ln P_H + 115,72}{16,57 - 0,997 \ln P_H} \text{ } ^\circ\text{C}.$$

де P_H — парціальний тиск водяної пари, кПа

Результати розрахунків представлені на рис. 2

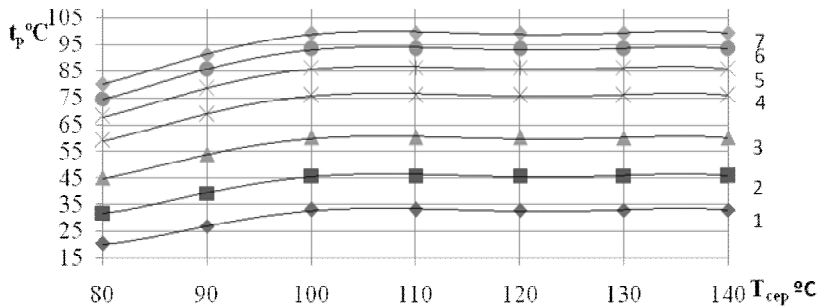


Рис. 2. Графік залежності значень температури точки роси від значень температури та відносної вологості середовища
 1 — $\varphi = 5\%$; 2 — $\varphi = 10\%$; 3 — $\varphi = 20\%$; 4 — $\varphi = 40\%$;
 5 — $\varphi = 70\%$; 6 — $\varphi = 85\%$; 7 — $\varphi = 100\%$

На початку випікання треба створити умови для процесу сорбції при повному контакті між парою і поверхнею заготовок, при цьому насичена пара не повинна перегріватися. З рис. 2 видно що найбільших значень температура точки роси має при температурі середовища 100 °C та відносній вологості $\varphi = 100\%$. Подальше

збільшення температури середовища призводить до не значного зменшення значень точки роси.

Проаналізувавши дані ми прийшли до висновку, що зниження температури в зоні гіротермічної обробки призводить до збільшення часу обробки, так як значення точки роси не досягається за 240 секунд. При температурі середовища 100 °С та відносній вологості $\varphi = 70 - 85$ % конденсація вологи буде проходити протягом 240 сек. Збільшення відносної вологості в камері до 85 % призводить до зростання температури на поверхню тістової заготовки. На кінець обробки температура становить 93 °С, що на 7 °С більше ніж при $\varphi = 70$ %. Тобто підвищення температури та відносної вологості інтенсифікує процес конденсації пари.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Воронець Д., Козич Д.* Влажный воздух: термодинамические свойства и применение. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 340 с.
2. *Крум Д., Роберте В.* Кондиционирование воздуха и вентиляция зданий. — М.: Стройиздат 1980 — 290 с.

Наукові керівники: В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун

50. ФОРМУВАННЯ ПОРИСТОСТІ ГОТОВИХ ВИРОБІВ, СФОРМОВАНИХ ЕКСТРУДУВАННЯМ

Б.С. Сташенко, В.В. Рачок

Національний університет харчових технологій

Сухарні вироби користуються широким попитом у населення, проте традиційна схема їх виробництва являє собою досить великий комплекс агрегатів та машин різноманітного призначення. Скорочення кількості технологічного обладнання досягається впровадженням нової, економічно-ефективної машинно-апаратурної схеми виробництва сухарних виробів з використанням процесу екструзії.[1]

Екструзія — прогресивний, вискоефективний метод формування, що має ряд переваг у порівнянні з іншими способами. Його застосування дозволяє організувати процес безперервно і з високою швидкістю, що спрощує завдання по створенню потоково-механізованого виробництва, автоматизації процесу.

Якість готових виробів оцінюється комплексом показників серед яких одним із найважливіших є структура пористості готових виробів.

Метою нашого дослідження є визначення впливу газової фази тіста на структуру готових виробів, визначення залежності пористості від параметрів формувальної матриці.

Дослідження проводилися на розробленій експериментальній установці з газонаповненим пшеничним тістом за постійного тиску, який створювався за допомогою компресорної установки.

Після інтенсивного змішування тісто виброджувало протягом 0,5 години у термостаті, а потім подавали в бродильну ємкість, де і відбувався процес накопичення вуглекислого газу.

В одній серії експериментів проводили дослідження які розрізнялися тиском екструзування 0,1, 0,2, 0,3 та 0,4 МПа.

Діаметр джгута вимірювали штангенциркулем, масу — на електронних вагах.

Екструдовані тістові джгути випікали в радіаційно-конвективній печі, при температурі середовища пекарної камери 180 °С.

Під час бродіння тіста в закритій ємкості накопичується вуглекислий газ, який розчиняється в масі тіста та оклюдується високомолекулярними сполуками тіста. Збільшення кількості газу в порах під час екструдування, внаслідок падіння тиску від надлишкового до атмосферного, визначає ріст об'єму тістової заготовки під час випікання. Достатня кількість газу, який накопичився в тісті, забезпечує збільшення об'єму виробів, м'яку, ніжну м'якушку з добре розвиненою пористістю й високі показники ступеня свіжості.

Оцінювання отриманих результатів дає можливість стверджувати, що тривалість бродіння тіста під підвищеним тиском у бункері бродильно-формуального агрегату до моменту екструдування слід обмежити 20 хв.

Застосування запропонованого способу виключає операції оброблення тіста, замінивши їх виброджуванням в закритій ємкості та екструдуванням розрихлених джгутів на під печі. Це дає змогу скоротити кількість обладнання, передусім — вистійних шаф, кулерів для вистоювання сухарних плит, печей для сушіння сухарів.

Структура пористості отриманих зразків в залежності від вмісту газової фази, тиску екструдування та геометрії формуального каналу досліджували з використанням електронного мікроскопу.

Проведені дослідження свідчать про те, що найбільший вплив на формування пористості екструдату має вміст газової фази та виходу з формуального каналу розширеним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Теличкун Ю.С., Теличкун В.І., Сандул О.О., Штефан Є.В. Математичне моделювання процесу формування тіста екструзією. Харчова промисловість. 2001. — № 1. — С 95 – 98

Науковий керівник: Ю.С. Теличкун

51. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЛІВКОВОГО АПАРАТУ ДЛЯ ВИПАРЮВАННЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Є.А. Зінченко

Національний університет харчових технологій

Удосконалення технологічного обладнання пов'язано з необхідністю інтенсифікації процесів, які в ньому відбуваються, а також з потребою зменшити енергетичні витрати. Це особливо актуально для обладнання, в якому протікають теплові процеси. В молочній промисловості до такого обладнання належать зокрема випарні апарати, які використовуються для згущення продуктів і є досить енергоємними [1].

Найбільш поширеними є плівкові вакуум-випарні апарати, які дозволяють інтенсифікувати теплообмін, а також скоротити тривалість перебування термочутливого продукту (молока) в зоні нагріву.

Одним з недоліків плівкових апаратів з плівкою, яка гравітаційно стікає, є чутливість до зміни параметрів густини зрошування і густини теплового потоку. Значно ускладнюються умови експлуатації випарних апаратів при згущенні

піноутворюючих рідин, а саме молока. Несвоєчасне приглушення утвореної піни може призвести до викиду значної кількості згущеного продукту разом з вторинною парою, що призводить до втрат продукту та зменшення продуктивності апарату. Також забруднюється поверхня теплообміну наступного апарату, до якого надходить вторинна пара.

Дослідження та розробка конструкцій випарних апаратів та засобів для гасіння піни, які дають змогу усунути ці недоліки, а також інтенсифікувати процес випарювання, є актуальною задачею. Для її вирішення необхідне комплексне дослідження нових конструкцій плівкових випарних апаратів і процесів, які в них відбуваються, для забезпечення інтенсивного теплообміну та ефективного сепарування пари.

Для покращення процесу піногасіння в сепараційному просторі запропонована конструкція вмонтованого сепаратора-піногасника, в якому встановлені стінки, що регулюють зазор при тангенційному вході продукту в сепараційний простір [2].

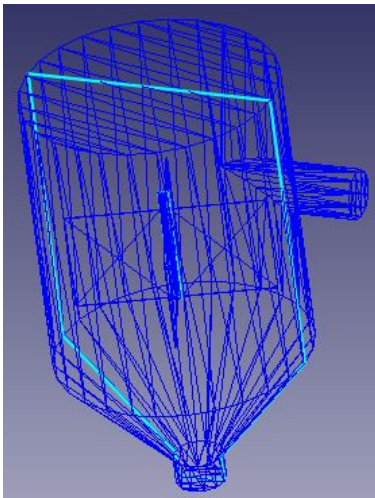


Рис. 1. Модель пристрою для піногасіння з чотирилопатевою сітчастою мішалкою, яка обертається

Моделювання процесу осідання піни у сепараційному просторі при використанні такої конструкції показало, що вона не забезпечує належні показники. Було запропоновано інший принцип піногасіння, у відповідності з яким в сепараційному просторі випарного апарату встановлюється чотирилопатева сітчаста мішалка, яка обертається (рис. 1).

Це дозволило суттєво збільшити кількість піни, яка осаджується в сепараційному просторі.

Моделювання у програмному комплексі FlowVision показало, що процес сепарування відбувається більш ефективно.

Таким чином необхідно детально розробити конструкцію пристрою для піногасіння, який може бути впроваджений на підприємствах галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Єресько Г.О.* Технологічне обладнання молочних виробництв / Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворошук В.Я. — К.: ІНКОС, Центр навчальної літератури, 2007. — 344 с.

2. *Приходченко В.А.* Исследование и разработка новых конструкций выпарных аппаратов и пеногасителей с целью интенсификации процесса выпаривания пенящихся жидкостей в тонком слое — К., 1980. — 26с.

Наукові керівники: О.А. Терещенко, О.О. Чепелюк

52. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ПНЕВМООЧИЩЕННЯ ПРИГАРУ МОЛОКА НА СТІНКАХ СУШИЛЬНОГО АПАРАТУ

С.В. Матюшко

Національний університет харчових технологій

Зростання вартості енергетичних ресурсів, що спостерігається в Україні в останні роки, приводить до суттєвого зростання паливно-енергетичної складової собівартості кінцевої харчової продукції. Це зумовлює увагу до проблем енергозбереження, особливо в найбільш енергомістких галузях виробництва молочних продуктів.[1]

Широке розповсюдження сушильних процесів, їх значна енергоємність (на процеси висушування витрачається біля 8 % всієї енергії, що споживається) свідчить про важливе їх значення для інтенсифікації процесів переробки сировини. [2]

Розпилювальний метод сушіння є одним з найбільш інтенсивних поміж інших методів сушіння завдяки дуже розвинутій поверхні контакту фаз. При розпилювальному сушінні діаметри крапель становлять десятки мікрон, що зумовлює окрім значної поверхні випаровування (1 л розчину при діаметрі крапель 40 мкм має поверхню випаровування 150 м²) також і високу інтенсивність вологовіддачі завдяки великому перепаду температур (150 – 200 °С) між теплоносієм та матеріалом.[3,4]

В той же час розпилювальний метод є досить енергоємним через використання значних об'ємів теплоносія для реалізації процесу сушіння та високою температурою відпрацьованого теплоносія, що викидається в атмосферу. Окрім цього може мати місце налипання продукту на внутрішніх стінках сушильної башти, що призводить до зменшення продуктивності сушильної установки і утворення пригару, а також можливого само загорання. [5,6]

Це зумовлює необхідність пошуку науково-обґрунтованих шляхів інтенсифікації та оптимізації процесів розпилюваного сушіння з метою мінімізації питомих енергетичних витрат та збереження якості продукту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз технологічного процесу сушіння молока і молочних продуктів, здійснюваного в розпилювальній сушильній установці, і виявити фактори, які суттєво впливають на якість готової продукції;
- розробити математичну модель розпилювальної сушильної установки з урахуванням статичних і динамічних характеристик об'єкта;
- на основі математичної моделі розпилювальної сушильної установки здійснити моделювання та розрахунок параметрів технологічного процесу.

Для підвищення продуктивності сушильної установки ВРА-4 та інтенсифікації процесу сушіння було запропоновано оснащення сушильної башти — системою пневмоочистки, яка дозволить запобігти утворенню пригару в циліндричній частині башти.

Система пневмоочистки складається з форсунок до яких підводиться гаряче повітря з головної системи підготовки повітря для подачі в сушильну камеру. Форсунки розміщуються відносно башти по дотичній. При подачі повітря до форсунок в циліндричній частині башти будуть виникати додаткові потоки

робочого середовища, які приведуть до віднесення сухих частинок та механічних домішок ближче до центра апарату.

За допомогою програми Flow Vision, на основі математичної моделі розпилювальної сушильної установки ВРА-4, нами були здійснені дослідження та розрахунок параметрів технологічного процесу сушіння молока.

На основі проведених експериментальних досліджень, запропонована система очищення — значно підвищить продуктивність установки, приведе до зменшення налипання продукту на внутрішніх стінках апарату. Витрати на енергоємність процесу частково компенсуються зменшенням температури гарячого повітря на вході в сушильну камеру.

Використання значень, отриманих при моделюванні, в подальшому дозволить зробити удосконалення конструкції сушильної башти та покращити якісні показники.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворожук В.Я.* // Технологічне обладнання молочних виробництв. — Київ.: Центр навчальної літератури, 2007. — 344 с.

2. *Липатов Н.Н., Харитонов В.Д.* // Сухое молоко. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 264 с.

3. *Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості/* І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов, В.Г. Мирончук, А.І. Українець, О.Т. Лісовенко, В.М. Таран, В.М. Гуцалюк, В.Л. Яровий, І.М. Литовченко, Н.М. Пушанко. За ред. академіка УААН Гулого І.С. — Вінниця: Нова книга, 2001. — 576 с.

4. *Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості.* Навчальний посібник / В.Г. Мирончук та ін. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 288 с.

5. *Технология* молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, З.Х. Диланян, Л.В. Чекулаева, Г.Г. Шилер. — М.: Агропромиздат, 1991. — 463 с.

6. *Киселева Т.Ф.* // Технология сушки: Учебно-методический комплекс. Издательство: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. — Кемерово.: 2007.

Науковий керівник: І.Г. Бабанов

53. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЕННЯ РІДКИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ДИСКОВИМ РОЗПИЛЮЮЧИМ ПРИСТРОЄМ

Б.В. Ковтун

Національний університет харчових технологій

Сухі молочні продукти, які являють собою порошки з масовою часткою сухих речовин 95,5 – 98,5 %, мають переваги над іншими продуктами (хорошу транспортабельність, менший об'єм, високу концентрацію поживних речовин, більший термін зберігання). Форма часточок продукту залежить від технології сушіння і відповідно їх структура може бути однорідною або агломерованою. Виробництво сухих продуктів є практично безвідходним.

Для сушіння молочних продуктів широко застосовують плівкове (контактне) і розпилювальне (конвективне) сушіння. Найбільший об'єм у загальному вироб-

ництві сухих молочних продуктів приходиться на сухе незбиране молоко розпилювального сушіння та його різновиди.

Розпилювальні сушарки за способом розпилення поділяються на форсункові та дискові [1]. Поява дискової розпилювальної сушарки дозволила отримати високоякісні види продуктів (сухе порошокове молоко, вершки, соки, розчинна кава тощо), які раніше вироблялися невисокої якості при низькій продуктивності установок.

У розпилювальних установках згущене підігріте молоко за рахунок дрібного диспергування частинок швидко зневоднюється в потоці гарячого повітря. Крапля розміром 40 мкм при температурі 50 °С висихає приблизно за 2 с. Температура часточок сухого молока в зоні розпилення повинна бути не вище 70 – 80 °С. Сухе молоко, яке отримують на розпилювальній сушарці, має більш високі якісні показники та розчинність, оскільки практично миттєве висушування запобігає місцевому перегріву продукту і денатурації білків.

Але, у випадку недостатнього подрібнення рідини на окремі часточки, вони не встигають висушуватися, і спостерігається налипання продукту на стінки установки і подальше його пригорання. А збільшення температури сушильного агенту з метою забезпечення більш повного висушування продукту при існуючому розмірі крапель або збільшення тривалості процесу (коли продукт тривалий час перебуває під дією високих температур), призводить до того, що продукт втрачає свої корисні властивості, зменшується його харчова цінність і якість.

Для уникнення цих вагомих проблем було запропоновано змінити конструкцію розпилюючого пристрою, а саме форму розпилюючого диска. З метою моделювання процесу розпилення і сушіння молока була створена геометрична модель розпилюючого диска в програмі Компас 3D (рис. 1).

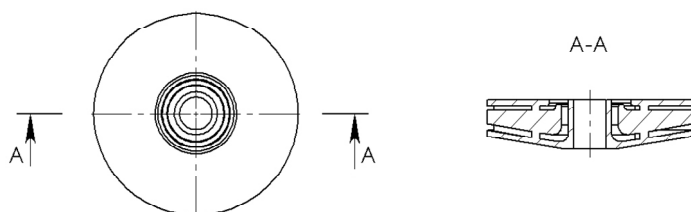


Рис. 1. Розпилюючий диск з двома каналами

Особливістю цієї конструкції є те, що на вході в дисковий розпилюючий пристрій потік спрямовується в два канали, які розташовані таким чином, що у верхньому каналі потік рухається горизонтально, в нижньому — під кутом. Внаслідок цього після виходу молока з каналів диску відбувається зіткнення двох потоків, через що краплини молока подрібнюються, їхні розміри зменшуються. Це призводить до того, що часточки, які утворюються, потребують менших температур для їх сушіння, зменшуючи можливість пригорання продукту і покращуючи його споживчі якості.

Отримана геометрична модель була використана для моделювання процесу розпилення в програмному комплексі FlowVision [2]. Для визначення впливу конструкції розпилюючого диска на перебіг процесу, проводили моделювання при різних конструкціях диску, з різними кутами нахилу каналів.

Отримані результати (розподіл швидкостей і концентрацій часточок в окремих перерізах) дозволили удосконалити конструкцію розпилюючого пристрою і покращити якісні характеристики готової продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Єресько Г.О.* Технологічне обладнання молочних виробництв / Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворошук В.Я. — К.: ІНКОС, Центр навчальної літератури, 2007. — 344 с.

2. *Опис* програмного комплексу FlowVision [Електронний ресурс] // Сайт фірми «ТЕСІС». — Режим доступу: <http://www.flowvision.ru>

Науковий керівник: О.М. Чепелюк

54. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ТАБЛЕТУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ

К.Ю. Гордецька

Національний університет харчових технологій

Метою роботи є вивчення та моделювання процесу змішування компонентів таблетувальних сумішей.

Змішування — процес отримання однорідних сумішей (суспензій, емульсії та розчинів) або інтенсифікації теплообміну та масообміну у фармацевтичному обладнанні. Способи і вибір апаратури для нього визначається з урахуванням агрегатного стану речовин, які змішуються. Для отримання таблетувальної маси, що складається, як правило, з кількох порошкоподібних компонентів, потрібне їх ретельне перемішування, внаслідок чого початкові компоненти після їх рівномірного розподілу у змішаному об'ємі утворюють однорідну суміш. Гомогенність суміші надзвичайно важлива з точки зору вимог охорони здоров'я до рівномірного розподілу в об'ємі готової форми лікарської речовини.

Якісне змішування у виробництві порошків, таблеток та драже представляє собою складну технологічну задачу, так як об'єм діючих речовин малий по відношенню до загального об'єму, який перемішується.

В роботі розглядається змішувач періодичної дії із Z-подібними лопатями (рис. 1), призначений для приготування сухих та вологих сумішей, який є машиною загального призначення. В якості керованих параметрів розглянуті форма органів змішувача, частота обертання роторів та реологічні властивості компонентів, що перемішуються.

Камера змішування змішувача являє собою корито спеціальної форми, закрите кришкою. Днище утворене двома напівциліндрами для роторів. В камері змішування назустріч один одному обертаються два ротора, які являють собою Z-подібні лопаті, закріплені на цапфах. Для інтенсифікації процесу перемішування цапфи роторів виконані у вигляді лопатевих мішалок. Передбачено реверсивне обертання роторів. Обертання здійснюється за допомогою привода, який складається з електродвигуна, редуктора та зубчастієї передачі.

Порошок ампіциліну тригідрату завантажується разом з картопляним крохмалем загальною масою 80 кг у камеру змішування, через штуцери, розташовані на кришці. Тривалість змішування сухих компонентів становить 20 хвилин. По його

закінченні машина зупиняється і через штуцера у кришці заливається крохмальний клейстер в об'ємі 20 літрів.

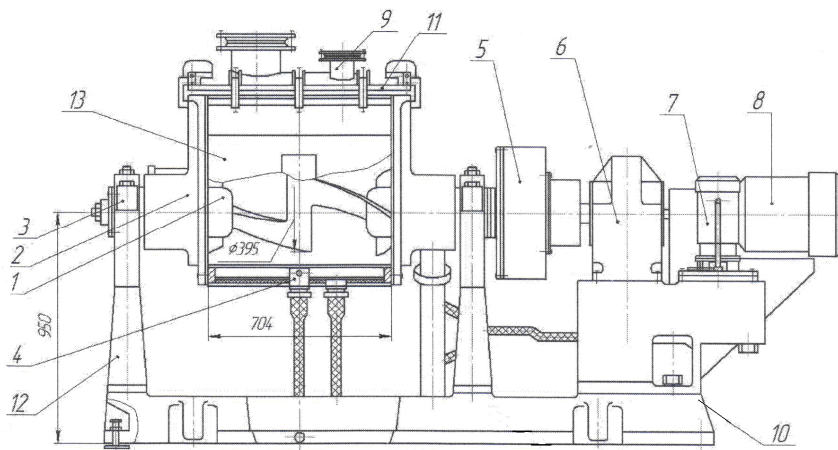


Рис. 1. Змішувач компонентів таблетувальних сумішей:

- 1 — зубчасте колесо та шестерня роторів; 2 — підшипники кочення роторів;
 3 — підшипники ковзання; 4 — шарніри гідроциліндра; 5 — хрестова муфта;
 6 — редуктор; 7 — електродвигун установки насоса; 8 — електродвигун привода;
 9 — рукав подачі пари; 10 — станина; 11 — кришка; 12 — опорна пластина;
 13 — корито змішування

Протягом насупних 10 хвилин здійснюється процес змішування сухих та вологих компонентів суміші. Таблетуюча маса вагою 100 кг вивантажується вручну при відкритій кришці шляхом повороту корита, за допомогою гідравлічної системи, яка забезпечує зупинку корита в будь-якому положенні в межах кута перекидання.

Для раціональної організації процесу потрібно визначити необхідну тривалість перемішування, витрати енергії на цей процес, а також ступінь однорідності отриманої таблетувальної суміші. Поставлена задача вирішена з використанням програмного пакету FlowVision, призначеного для моделювання руху в'язких рідин та його візуалізації методом комп'ютерної графіки.

55. СПОСОБИ ОТРИМАННЯ ХАРЧОВОГО ЕТИЛОВОГО СПИРТУ

Н.С. Міркун

Національний університет харчових технологій

Винахід відноситься до харчової промисловості, зокрема спиртової, і стосується способу одержання харчового етилового спирту із фракцій, виділених в процесі брагоректифікації або ректифікації.

Спосіб передбачає відвід виділених фракцій у концентраційну частину розгінної колони з дефлектором і конденсатором, проведення процесу розгонки під тиском з подачею в виварну частину колони, відповідно у верхню і нижню зони двома потоками зм'якшеної або лютерної води. [3]. Спосіб забезпечує

збільшення виходу спирту та звільнення його від метанолу та інших домішок, що утворюються при переробці крохмалистої сировини за рахунок створення в процесі розгонки оптимальних умов для виділення домішок, що забезпечує отримання високоякісного харчового етилового спирту. Домішки відводять з процесу через конденсатор колони. Недолік — неповне звільнення спирту від домішок, що знижує вихід харчового етилового спирту і його якісні показники.

Відомий спосіб отримання харчового етилового спирту із фракцій, виділених в процесі ректифікації або брагоректифікації, наприклад, ефіроальдегідної фракції, шляхом епюрації і ректифікації, виведення концентрату головних домішок в процесі епюрації в три стадії, відповідно на верхній тарілці епюраційні колони, в середній частині цієї колони і зміцнення епюрата.

Недоліком відомого способу є неповна очищення спирту від домішок, що погіршує якісні показники виділеного спирту.

Найбільш близьким до пропонованого є спосіб отримання етилового спирту з фракцій, виділених в процесі брагоректифікації чи ректифікації, що передбачає відведення цих фракцій в концентраційну зону розгінної колони, що працює під тиском, проведення процесу розгонки домішок, відбір та виведення з процесу концентрату ефіроальдегідної фракції та відбір з виварної зони колони спирту харчового етилового, виділеного з фракцій з подальшою його доочищенням.

Технічний результат способу — збільшення виходу етилового харчового спирту за рахунок додаткового виділення його з фракцій, виділених в процесі брагоректифікації або ректифікації і поліпшенні якості спирту за рахунок видалення небажаних шкідливих домішок.

Проміжні домішки виводяться з спиртової колони у вигляді двох продуктів: сивушної фракції і сивушного спирту. Звільнена від етанолу сивушна фракція виводиться як товарний побічний продукт — міцний сивушний технічний спирт або повертається в промисловий цикл. [1]

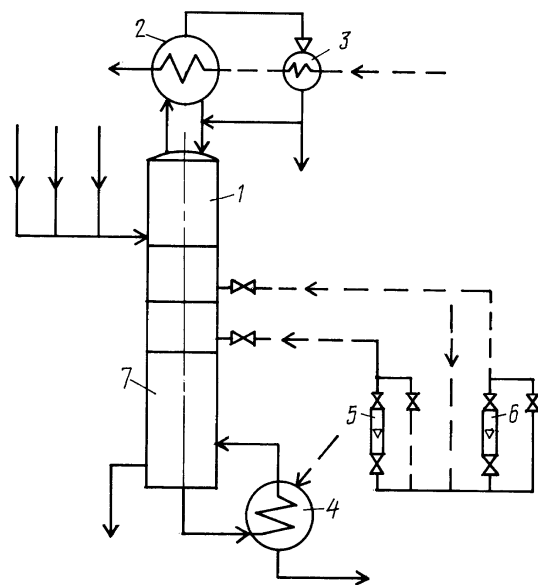


Рис. 1. Технологічна схема

Спосіб пояснюється технологічною схемою, згідно з якою в розгінну колону, що містить 30 тарілок, у верхню зону 1 подають фракції, отримані в процесі ректифікації або брагоректифікації, а саме. Колона має дефлегматор 2 і конденсатор 3. Колону 1 обігривають паром через виносний теплообмінник 4 і підтримують тиск у нижній частині колони 108 кПа, над верхньою тарілкою — 101 кПа.

З конденсатора 3 колони періодично, один раз на добу, відбирають ефіроальдегідно-метанольний концентрат, який виводять з процесу і утилізують, в якості палива. Через ротаметри 5 та 6 відповідно в верхню і нижню зони виварної частини 7 колони двома потоками в співвідношенні 1:2 подають лютерну або пом'якшену воду. У результаті в зонах створюються умови для зниження концентрації спирту.

Через дефлегматор 2 колони виводять всі домішки, а водно-спиртовий погон, звільнений від домішок концентрацією з об'ємної частки етилового спирту — 8 %, виводять з виварної зони 7 колони і направляють на додаткову доочищення, наприклад в епюраційні колону (на кресленні не показано) з отриманням харчового етилового спирту.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Стабніков В.Н.* Перегонка і ректифікація спирту етилового. М.: Харчова промисловість, 1969, с. 291 – 293.

2. *Циганков П.С., Циганков С.П.* Керівництво по ректифікації спирту. М.: Піщепроміздат, 2001, с. 57 – 61

3. *Яровенко В.Л.* та ін Довідник по виробництву спирту. Сировина, технологія і технохімконтроль. — М.: Легка і харчова промисловість, 1981, с. 138.

Науковий керівник: Ю.Ю Доломакін

56. СУШАРКА З ПСЕВДОРОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ

О.А. Бузлукова

Національний університет харчових технологій

Сушарки з псевдорозрідженим шаром в останні роки знаходять все більше застосування в мікробіологічних виробництвах для сушіння кормових дріжджів і антибіотиків, концентратів лізину, ферментних препаратів та інших продуктів мікробного синтезу. Принцип роботи цих сушарок полягає в тому, що продукт у вигляді порошку або кристалів висушується у зваженому стані в потоці нагрітого повітря, що рухається з великою швидкістю. [1]

В основу роботи сушарок киплячого шару покладений принцип протитечійної стислої взаємодії дисперсної твердої фази з висхідним потоком нагрітого теплоносія. При такій взаємодії частки розділені між собою прошарком газу, швидко нагріваються до температури теплоносія, і при цьому відбувається інтенсивне випаровування вологи як поверхневої, так і внутрішньої. Інтенсивність випаровування вологи в сушарках КШ на порядок вища, ніж у сушарках інших типів. [2]

Достоїнствами сушарок з псевдорозрідженим шаром є можливість отримання сильно розвиненої питомої поверхні зіткнення продукту і сушильного повітря, що забезпечує високу інтенсивність сушіння, короткочасне перебування продукту в сушарці, а це в свою чергу дозволяє використовувати теплоносії з високою температурою; простота і компактність установки. До недоліків установок відносяться

складність регулювання процесу, наявність небезпеки вибуху при сушінні горючих запилених продуктів, порівняно велика витрата енергії та гідравлічний опір. [1]

Поставлена задача удосконалення сушарки псевдозрідженого шару, в якій нова конструкція зменшує гідравлічний опір та запобігає утворенню застійних зон.

Новим є те, що патрубок для подачі сушильного агента змонтований в нижній частині конусоподібного днища співвісно осі апарата, що зменшує кут обдувки газорозподільної решітки сушильним агентом, що в свою чергу зменшує гідравлічний опір. В конусоподібному днищі змонтовані заслінки жалюзійного типу, які дають змогу регулювати напрямок потоку сушильного агента, це в свою чергу запобігає утворенню застійних зон на газорозподільній решітці і покращує якість готового продукту.

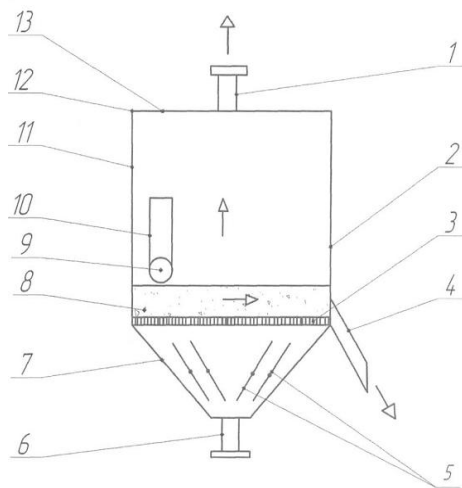


Рис. 1. Сушарка з псевдорозрідженим шаром

1,6 — газові патрубки; 2,11 — стінки; 3 — газорозподільний пристрій;
4 — розвантажувальний патрубок; 5 — змонтовані заслінки; 7 — днище;
8 — псевдо розріджений шар; 9 — газований канал; 10 — завантажувальний патрубок; 12 — корпус; 13 — кришка

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображений повздовжній переріз сушарки псевдозрідженого шару.

У патрубок 10 надходить вихідна сировина, а в газований патрубок 6 подається зріджуючий агент, що регулюючись заслінками жалюзійного типу, утворює всередині корпусу 12 псевдозріджений шар 8 оброблюваного матеріалу. Подання в газований канал 9 зріджуючого агента забезпечує надійне та ефективне розподілення вологого матеріалу в об'ємі корпусу 12. Завдяки зазначеним вище жалюзійним заслінкам, сушильний агент подається на газорозподільну решітку 3 в ті місця, в яких можливе виникнення застійних зон. Відпрацьований сушильний агент виводиться з апарата через патрубок 6. Висушена сировина виводиться з апарата через розвантажувальний патрубок 4.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Оборудование микробиологических производств* / Кагулянц К.А., Голгер Л.И., Балашов В.Е. — М.:Агропромиздат, 1987. — 398 с. (308 с)

2. *Врагов А.П.* Масообмінні процеси та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв: Навч.посібник. — Суми: ВДТ «Університетська книга», 2007. — 284 с (257 с)

Науковий керівник: Ю.Ю. Доломакін

57. POLLUTING SOURCES BY HEAVY METALS OF FOOD PRODUCTS

Buculei Amelia

*Faculty of Food Engineering, University
Stefan cel Mare of Suceava, Romania*

Introduction. The presence of heavy metals in vegetable and fruit products, with all the economic implications, regarding especially the health ones, is currently dealt with by the specialists in the area and the control authorities. Vegetable species largely used in preparing ranges of cans, either industrially or home made, have been analyzed: tomatoes and leafy vegetables (spinach, orach) for which the study of changes occurred in heavy metal content of these raw materials during the processing operations is opportune.

The researches were carried out in order to:

- establish the accumulation level of heavy metals (Pb, Cd, Zn, Cu) in the tissues of some vegetable species taken from industrially polluted areas;
- study the possibilities by which fresh vegetable species with high content of heavy metals (exceeding LMA) should be used in the canning industry under conditions of full security for consumers.

The use of raw materials in the industrialization process, fruit and vegetables contaminated with heavy metals, leads to obtaining products with a certain content of polluting elements. The affinity for sulphur compounds and insolubility of formed compounds confer to heavy metals a cumulative character and determine their toxicity. Heavy metals are very stable chemical elements which do not thermally or chemically degrade, but according to their binding in the plant tissue they may migrate.

Results and discussion

Table nr.1. Average content of heavy metals in different organs in some vegetables

№	Species	Organ	Content of heavy metals (mg/kg)			
			Cu	Cd	Pb	Zn
1	Spinach	root	3,18	0,13	1,08	6,17
		stem	3,62	0,14	1,48	8,94
		petiole	4,87	0,20	2,08	10,08
		“young” leaves	6,15	0,27	2,18	14,34
		“mature“ leaves	7,90	0,41	3,22	17,85
2	Orach	root	2,87	0,10	1,00	6,56
		stem	3,08	0,11	1,58	9,10
		petiole	4,25	0,17	1,67	10,45
		“young” leaves	5,24	0,23	1,90	14,58
		“mature“ leaves	7,64	0,35	3,10	17,80
3	Tomatoes	root	1,49	0,15	0,81	9,94
		stem	2,08	0,23	1,18	15,90
		leaves	4,38	0,44	2,61	26,24
		fruit	1,18	0,11	0,67	6,56

Table. nr.2. Decrease of heavy metals concentration in leafy vegetables during infusion operation

Species	Infusion time (min)	Infusion medium	Content of heavy metals (mg/kg s.u.)			
			Cu	Cd	Pb	Zn
Spinach	0	water	76,47	3,53	34,11	194,11
	2	water	69,12	3,25	29,06	184,90
	4	water	60,52	2,93	24,25	176,80
	6	water	54,50	2,78	21,20	170,50
	0	citric acid sol. 2%	76,47	3,53	34,11	194,11
	2	citric acid sol. 2%	66,55	3,17	27,10	182,65
	4	citric acid sol. 2%	58,15	2,83	22,40	174,75
Orach	6	citric acid sol. 2%	51,75	2,60	20,65	167,80
	0	water	70,84	2,90	32,05	189,54
	2	water	62,59	2,70	27,25	180,35
	4	water	53,50	2,48	22,10	172,35
	6	water	46,90	2,35	18,10	163,10
	0	citric acid sol. 2%	70,84	2,90	32,05	189,54
	2	citric acid sol. 2%	59,50	2,57	25,00	178,50
4	citric acid sol. 2%	51,20	2,37	20,50	170,85	
6	citric acid sol. 2%	44,20	2,20	16,65	162,00	

Conclusion

Thus, on the basis of the experiments made one may draw the conclusion that the use of Pb and Cd (>LMA) — high content tomatoes in the manufacture process is not allowed.

The accumulation potential of heavy metals (lead, cadmium, copper, zinc) in species of leafy vegetables varies as follows: spinach > orach. Within vegetable species the accumulation potential of heavy metals (lead, cadmium, copper, and zinc) varies in different anatomic parts of these ones as follows: leaves > petiole > stem > root > fruit. The most significant decreases of heavy metals content being registered when using citric acid solution 2 % at the temperature of 85 — 90 °C.

58. ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ДЕЗАКТИВАЦИЯ АЛЛИИНАЗЫ И ЭКСТРАГИРОВАНИЕ АЛЛИИНА ИЗ *ALLIUM SATIVUM*

В.И. Йотов, А.Ю. Иванова, С.А. Йорданова

Русенский университет «Ангел Кънчев», Филиал — Разград, Болгария

Из 200 биологически активных компонентов чеснока наиболее активными действующими ингредиентами считаются ферменты (аллиаза, пероксидаза, мирозиназа) и большое количество серосодержащих эфирных масел (аллиин, аллицин, аллипропил дисульфид, диаллил дисульфид, диаллил трисульфид), винилдитиины и различные терпены.

Биологически активные вещества чеснока являются антиоксидантами и действуют как акцепторы свободных радикалов в организме. И натуральный, и термически обработанный чеснок не теряет своих свойств и повышает устойчивость

организма. Некоторые из наиболее доказанных в современных экспериментальных и клинических исследованиях эффекты чеснока: бактериостатическое и противовирусное действие, стимуляция продукции защитных лимфоцитов, иммуномодулирующее и иммуностимулирующее влияние, активация фагоцитоза и клеток иммунной защиты. В древнекитайской медицине препараты чеснока на протяжении тысячелетий применялись для лечения гепатита и различных острых и хронических заболеваний воспалительного характера.

Аллиин содержится в неповрежденном механически чесноке, который содержит и фермент аллииназу. При механическом повреждении чеснока аллиин взаимодействует с аллииназой и быстро (примерно за 60 секунд) аллиин превращается в аллицин (рис. 1). Именно он придает запах чесноку и обладает антибактериальным и противогрибковым действием.

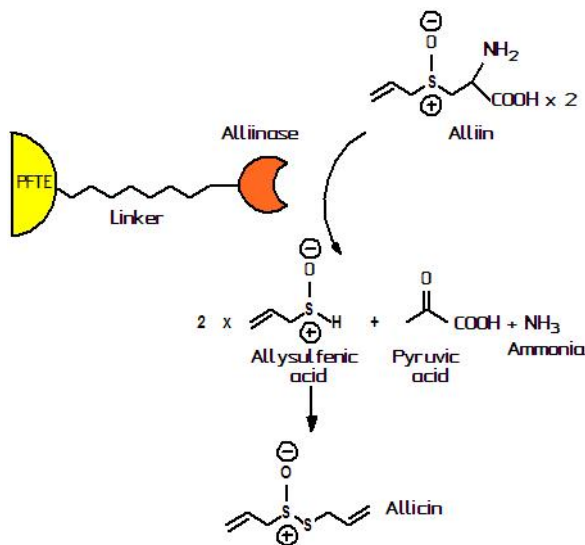


Рис. 1

Несмотря на то, что аллицин не идентифицируется в сыворотке крови после употребления чеснока, он активен в просвете тонкой и толстой кишки, а после серии превращений обуславливает и другие позитивные эффекты чеснока.

С другой стороны установлено, что аллиин единственный продукт, изолирован из чеснока, который улавливает и уничтожает супероксидный анион — активный агент макрофагов и связывает гидроксидные радикалы. Значение экстрагирования аллиина в очищенном виде то, что он может быть активным при ряде аутоиммунных заболеваний: диабете типа 1, ревматоидном артрите, *Lupus erithematodes* и других.

Аллиин — относительно простое вещество — S-аллил-цистеин-сульфоксид, но он первое природное вещество, при котором установлено, что S-атом оптически активен. Содержание аллиина в механически необработанном чесноке 6 — 14 mg/g. Известны 2 основных способа инактивации аллииназы:

1. Термическая инактивация.

Около 100g неразломленного чеснока заливается 200 ml дистиллированной воды и поддерживается на кипящей водяной бане в течении двух часов. После

охолодження отриману суміш розводимо до 700 ml дистильованою водою і рН доводиться до 1,5 соляної кислоти. Додається 5 грамів целюлози і після розмалювання і перемішування в теченні двох годин суміш центрифугується. Супернатант після ТСХ контролю використовується далі.

2. Кислотна інактивація.

Около 100 грамів незламного часника заливаються 650 ml дистильованою водою і додають 5 ml концентрованої соляної кислоти при перемішуванні. Суміш видержується при кімнатній температурі в теченні тижня. Після розмалювання додаються 5 грамів целюлози і після перемішування двох годин суміш центрифугується. Використовується супернатант.

Ми показали присутність алііну по наступній методикі:

Тонкослойна хроматографія.

По 10 мікролітрів з двох типів супернатанта наносяться на хроматографічну пластину типу MERCK 5553 і розвиваються в хроматографічній системі — метанол 25 %, амміак (2:1) на 8 – 10 см. Після висихування плями візуалізуються двома способами:

Оприскуванням розчином ніггідрину в бутанолі, що містить оцтову кислоту, при нагріванні до 105 – 110 °C на 10 – 15 хвилин.

Оприскуванням 0,05 % розчином флуоресцеїну натрію і після висихування обробкою парами брома.

Перша обробка направлена на встановлення амінокислотної складової алііну, а друга на встановлення ненасиченої алілійної групи.

Обидва розчини фарбуються максимально двома способами при RF около 0,4. Тому ми прийняли, що саме це пляма і є шуканий нами аліїн.

59. ВПЛИВ ЧАСУ СУШІННЯ НА ЗУСИЛЛЯ РУЙНУВАННЯ ГОРІХІВ

Кирил Мундєв, Іван Стайков, Іван Янчев

Університет харчових технологій, м. Пловдив, Болгарія

Досліджено зміну маси та зусилля руйнування двох сортів горіхів під час їх сушіння. Визначені коефіцієнти кореляції між масою горіхів та зусиллям руйнування.

Структура горіхової оболонки складається з безлічі зернистоподібних елементів та каналів для перенесення води та поживних речовин [2]. Під час сушіння горіхових плодів вода, яка є в структурі оболонки, починає випаровуватись, що знижує вологість та масу плода. Випаровування води з оболонки майже завжди викликає незворотні зміни механічних властивостей матеріалу. Проведені експерименти підтверджують, що при примусовому зволоженні сухих горіхів, при збільшенні їх вологості, зменшується енергія на руйнування внутрішніх зв'язків оболонки [1,3].

Метою досліджень є визначення зміни зусилля руйнування оболонки плодів горіху під час сушіння за звичайних умов.

Як матеріал для проведення досліджень використано два зразки по 30 штук горіхів сортів Лара (французька селекція) і Тісасезі (угорська селекція). Шляхом калібрування вибрано плоди однакового розміру. Зразки руйнувались між плоскими поверхнями. Руйнуючі зусилля прикладені по висоті плодів. З цієї

метою розроблено конструкцію розколюючого механізму [5], який встановлює зусилля розколювання з точністю до 0.1 N. Маса кожної проби виміряна цифровими вагами «Beurer KS 36» з точністю до 0,1g. Сушіння плодів горіху відбувалось в закритому та провітрюваному приміщенні при сталій температурі 18 – 22 °С, протягом 10 діб. Перше вимірювання робилося безпосередньо після збирання плодів, а наступні — кожні наступні 24 години.

Результати, представлені в табл. 1 та на рис. 1, є середніми значеннями від трьох паралельних вимірювань.

Розраховано коефіцієнти кореляції r :

$$r = \frac{SS_{xy}}{\sqrt{SS_x} \sqrt{SS_y}}$$

де: $SS_x = (x_i - x_{cp})^2$; $SS_y = (y_i - y_{cp})^2$; $SS_{xy} = (x_i - x_{cp})(y_i - y_{cp})$.

Таблиця 1. Зміна маси та руйнуючого зусилля горіхів при сушінні

Доба	Лара		Тисасезі	
	m, g	F, N	m, g	F, N
1	22.3	292.1	18.1	492.8
2	21.3	262.3	16.8	488.8
3	19.8	254.8	15.9	457.6
4	16.9	249.6	15.1	395.6
5	15.1	242.2	14.2	364.5
6	14.3	239.2	13.8	356.2
7	13.5	236.6	13.1	345.3
8	13.6	235.1	12.8	331.6
9	13.4	234.5	11.6	312.4
10	13.1	232.2	11.3	311.4

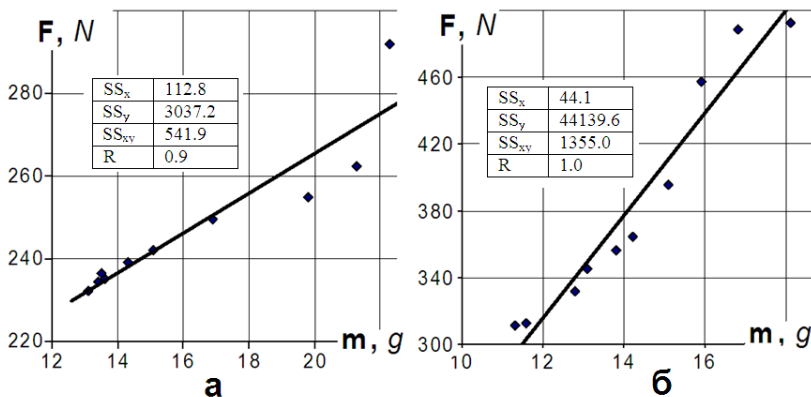


Рис. 1. Залежність між масою горіхів та зусиллям руйнування: а — сорт Лара; б — сорт Тисасезі

Під час сушіння двох сортів горіхів при зменшенні їх маси зменшувалось і зусилля, необхідне для руйнування оболонок.

Між масою плодів та зусиллям руйнування існує суттєва позитивна кореляція, яка залежить від форми та співвідношення розмірів плодів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Altuntas E., Erkol M.* The Effects of Moisture Content, Compression Speeds, and Axes on Mechanical Properties of Walnut Cultivars. *Food Bioprocess Technol* (2011). N. 4. P. 1288 – 1295
2. *Wua G.L., Liu Q.L.* Ultrastructure of pericarp and seed capsule cells in the developing walnut (*Juglans regia* L.) fruit.
3. *Yanchev I., Zlatanov V., Mundeв K.* Definition of cracking force needed for breaking walnut shells in relation of their moisture level and temperature. University of food technologies Plovdiv. 2013
4. *Нончева В., Дилчева М.* Ръководство по теория на вероятностите и статистика. Пловдив 2003.
5. *Янчев И., Златанов В., Мундев К.* Експериментално определяне на мястото за прилагане на нормално натоварване за контролирано разрушаване на орехови плодове, Научна конференция с международно участие «Хранителна наука, техника и технологии — 2012».

11.2. ПІДСЕКЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Голова підсекції — проф. В.Г. МИРОНЧУК
Секретар підсекції — доц. В.В. ПОНОМАРЕНКО

Ауд. А-311

1. ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕГЕНЕРАЦІЇ НАНОФІЛЬТРАЦІЙНИХ МЕМБРАН ПІСЛЯ РОЗДІЛЕННЯ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

**І.І. Киричук, Ю.Г. Змієвський,
І.В. Шевченко, М.В. Мурашко**

Національний університет харчових технологій

На сьогодні важливим завданням для молокопереробної галузі є забезпечення повного використання молочної сироватки. З огляду на те, що молочна сироватка містить цілий ряд корисних для організму людини речовин, доцільно створювати умови для раціонального їх використання. Аналіз зарубіжних та вітчизняних публікацій [1, 2, 3] показав, що за умови видалення з сироватки більше 50 % мінеральних речовин, її можна використовувати при виробництві дитячого харчування, молочно-білкових концентратів, сиропів, напоїв, лікувальних, профілактичних та дієтичних продуктів тощо.

Для демінералізації молочної сироватки найчастіше застосовують процеси, електродіалізу, іонного обміну та нанофільтрації [1]. Інтенсивне впровадження нанофільтрації пов'язане, в першу чергу, з високою селективністю мембран до таких компонентів, як сироваткові білки та лактоза, та низькою селективністю до одновалентних іонів. Це дозволяє підвищувати концентрацію цільових компонентів та видаляти до 35 % мінеральних речовин [2].

Суттєвим явищем, яке впливає на розділення рідких середовищ в процесі нанофільтрації, є забруднення мембран. Воно призводить до зростання опору масопереносу мембрани і, як наслідок, до зниження її питомої продуктивності.

Причиною цього, в більшості випадків, є концентраційна поляризація, адсорбція, гелеутворення, закупорювання або перекривання пор.

У зв'язку з цим постає потреба в необхідності періодичного очищення поверхні мембран різними методами для відновлення їх початкових характеристик. При розділенні молочної сироватки можна виділити три основні типи забруднення мембран:

- білкові забруднення;
- забруднення мінеральними солями;
- лактоза та молочний жир.

Білкові забруднення пов'язані з блокуванням пор мембрани денатурованими і нативними білками, і не зв'язані з мембраною адсорбційними силами; частково змиваються турбулентним гідродинамічним потоком. Однак, при високій концентрації білків у примембранному шарі можливе утворення білкових гелів, які міцно зв'язуються з поверхнею мембрани та значно зменшують потік пермеату.

Відкладання осаду мінеральних речовин на поверхні нанофільтраційних мембран пов'язане з концентраційною поляризацією, коли у примембранному шарі розчин насичується малорозчинними сполуками. Встановлено, що серед мінеральних речовин, які кристалізуються при розділенні молока та молочної сироватки, найбільше фосфатів кальцію.

Молочний жир, як правило, перед нанофільтрацією відділяють, оскільки його контакт з мембраною призводить до зниження питомої продуктивності мембран майже в два рази.

Для визначення ефективності відновлення початкових властивостей нанофільтраційних мембран після розділення молочної сироватки було проведено експериментальне дослідження з очищення хімічними речовинами мембрани ОПМН-П (ЗАТ НТЦ «Владіпор», Росія). Експерименти проводились на лабораторній установці тупікового типу з площею мембрани $1,96 \cdot 10^{-3}$ м². Як миючі розчини використовувались лимонна, соляна та азотна кислоти, триполіфосфат натрію та трилон Б, а також гідроксид натрію. Температура розчинів становила 20 ± 3 °С, тривалість регенерації — 40 хв, при цьому процес проводився без накладання тиску.

В результаті експерименту встановлено, що найкраще відновлення питомої продуктивності спостерігалось після застосування лимонної кислоти концентрацією 2 % та гідроксиду натрію (NaOH) 0,5 % з наступною регенерацією азотною кислотою (HNO₃). Основними факторами, які найбільше впливають на ефективність процесу регенерації мембран є температура, концентрація регенеруючого розчину та рН середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Брик М.Т. Енциклопедія мембран: в 2 т. / [упоряд.]. — К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2005.— Т. 1. — 2005. — 658 с.
2. Мулдер М. Введение в мембранную технологию [Пер. с англ., под ред. Ю.П. Ямпольского и В.П. Дубяги]. — М.: Мир. — 1999. — 513 с.
3. Rice G. Fouling of NF membranes by dairy ultrafiltration permeates / G. Rice, A. Barber, A. O'Connor, G. Stevens, S. Kentish // Journal of Membrane Science. — 2009. — V. 330. — P.117 – 126.

Науковий керівник: В.Г. Мирончук

2. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ РУЛОНОВАНИХ МЕМБРАННИХ МОДУЛІВ

С.В. Гулієнко

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Однією з найважливіших проблем, що постає перед людством є забезпечення населення питною водою, оскільки внаслідок дії техногенних та антропогенних чинників кількість джерел чистої води постійно зменшується. В таких умовах значення технологій підготовки питної води постійно зростає. В тому числі і зворотного осмосу, як одного з найефективніших та енергоощадних процесів знесолення води. Проте більш широкому поширенню зворотного осмосу в системах питного водопостачання заважає відносно швидкий вихід з ладу мембранних модулів (18 місяців), що в першу чергу пов'язано забрудненням поверхні мембран. Часта заміна модулів не лише призводить до збільшення вартості кінцевого продукту, а й викликає екологічні проблеми, пов'язані з накопиченням твердих полімерних відходів. Тому продовження терміну служби мембранних модулів і відновлення властивостей відпрацьованих має перспективи як з економічної, так і з екологічної точки зору [1].

Для вирішення цієї проблеми найчастіше використовують попередню підготовку сировини (наприклад коагуляцію, флокуляцію, адсорбцію тощо), дозування в початковий розчин антискейлантів, періодичне дозування реагентів (озону, активного хлору), зміну температури проведення процесу, накладання полів (ультразвукового, магнітного) тощо. Також велика увага приділяється моделюванню процесів утворення осадів і плівок, що дозволяє передбачати погіршення властивостей мембран і використовувати отримані дані для вибору режимів роботи установок. Проте в основному зазначені методи мають обмежену ефективність [2 – 4].

В основу даної роботи була покладена ідея про можливість очищення поверхні забрудненого мембранного модуля шляхом створення в потоці промивної рідини ефекту кавітації. Суть цього явища полягає в утворення всередині потоку рідини порожнин, заповнених газом, паром або їх сумішшю (кавітаційних бульбашок), тобто порушення суцільності рідини. При цьому в процесі руху рідини відбувається стискування утворених бульбашок, що викликає ударну хвилю. Хоча в багатьох випадках явище кавітації є шкідливим, ведуться інтенсивні дослідження для змішування рідин чи очищення твердих поверхонь від забруднень. Метою даної роботи є перевірка можливості використання для очищення мембранних модулів гідродинамічної кавітації [5].

Для дослідження використовувалися мембранні модулі рулонованого типу для побутових установок (марок TLC[®]-150 та TFC-75). Оскільки синтетичні полімерні мембрани при підвищених температурах схильні до деструкції, процес проводився при розрідженні (абсолютний тиск становив 0,02 МПа) та при температурах до 30°C. Результати попередніх дослідів показали, що кавітаційна обробка відпрацьованого рулонованого мембранного модуля з використанням в якості промивної рідини знесоленої води, 5 % розчину лимонної кислоти та 5 %

розчину гідрокарбонату натрію середньою тривалістю 20 хвилин дозволила в середньому збільшити продуктивність на 16 – 20 %. При цьому селективність практично не змінилася (відмінність не перевищувала 2 %), що свідчить про те, що внаслідок дії ударної хвилі не відбувалося руйнування активного шару мембрани. Крім того, було виявлено, що промивання такими ж розчинами без використання розрідження, а, відповідно, і кавітації суттєвого впливу на параметри роботи забрудненого модуля не вносить (відмінність питомої продуктивності модуля до обробки і після обробки не перевищувала 2 %).

Результати показують, що такий метод при відносній простоті обладнання може дозволити з достатньою ефективністю відновлювати продуктивність мембранних модулів без впливу на їх селективність. Однак механізм очищення і межі ефективного застосування методу наразі невідомі. Тому необхідні подальші дослідження в цьому напрямку.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Vrouwenvelder H.* Biofouling of spiral wound membrane systems. PhD thesis Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 2009.
2. *Arras W., Ghaffour N., Hamou A.* Performance evaluation of BWRO desalination plant — A case study // *Desalination*. — 2009. — Vol. 235 — Is. 1 – 3. — P. 170 – 178.
3. *Федоренко В.И.* Ингибирование осадкообразования в установках обратного осмоса // *Серия Критические технологии. Мембраны*. — 2003. — №2. — С. 23 – 30.
4. *Lim A.L., Bai Rembi.* Membrane fouling and cleaning in microfiltration of activated sludge wastewater // *Journal of Membrane Science*. — Vol. 216. — P. 279 – 290.
5. *Федоткин И.М., Гулый И.С.* Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности (теория, расчеты и конструкции кавитационных аппаратов). Ч. 1. — К.: Полиграфкнига, 1997. — 940 с.

Науковий керівник: Я.М. Корнієнко

3. СПОСІБ ПЕРЕРОБЛЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПІСЛЯ НАНОФІЛЬТРАЦІЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

Е.О. Торколат

Національний університет харчових технологій

Молочна промисловість є однією з найбільш забруднюючих галузей як за обсягом стоків, так і за небезпечністю для навколишнього середовища. Вона виробляє близько 0,2 – 10 літрів стічних вод на літр переробленого молока.

Молочна промисловість показала величезне зростання об'єму виробленої продукції у більшості країн світу. Зазначені стоки характеризуються високою хімічною потребою в кисні, та біологічному споживанні кисню, а також високим вмістом органічних та неорганічних речовин. Якщо такі стічні води скидаються без належного очищення у поверхневі води, то вони завдають значної шкоди навколишньому середовищу [1, 2].

До стічних вод також можна віднести молочну сироватку, яка містить лактозу, мінеральні речовини (кальцій, магній і фосфор), вітаміни та сліди молочного жиру. Вона є побічним продуктом виробництва сиру, що використовується головним чином як корм для тварин, хоча вона багата цінними компонентами.

На сьогодні молочну сироватку активно переробляють за допомогою нанофільтрації, після якої утворюється близько 60 % від об'єму переробленої сироватки, стічних вод, які містять підвищену кількість мінеральних речовин. Ці води необхідно переробляти.

Вилучення цінних сполук у сироватці, таких як білки і лактоза нещодавно отримала значного поширення. Процеси сироваткового очищення включають традиційні методи, такі як випаровування та сушіння, які поєднуються з нанофільтрацією, але не сприяють відновленню цінних продуктів в сироватці. Ці методи використовуються, щоб видалити частину води в сироватці для зменшення об'єму і підвищення терміну зберігання [3, 4].

В даній роботі розглянуто процеси, які використовуються при переробці стічних вод молочної промисловості. Вирішення даної задачі полягає у застосуванні мембранних у технологій в очищенні стічних вод, отриманих після нанофільтрації. До таких можна віднести електродіаліз та мембранну дистиляцію. Розроблений спосіб утилізації стічних вод після нанофільтрації молочної сироватки, що передбачає концентрування зворотнім осмосом з наступною подачею отриманого концентрату на електродіаліз, де при густині струму 200 – 250 А/м² утворюється розчин з вмістом мінеральних речовин 80 – 120г/дм³, який направляється на мембранну дистиляцію для згущення при температурі 50 – 55°C до концентрації 400 – 450 г/дм³ з наступною подачею на електродіаліз.

На першому етапі експериментів був досліджений зворотньоосмотичний модуль при експлуатації з різними трансмембранними тисками. Значення питомої продуктивності пермеату було обрано за фактор оптимізації. Визначили діапазон робочих тисків для обраної мембрани, починаючи від 2 МПа і закінчуючи 8 МПа.

Тому по завершенні зроблених дослідів та виконаних розрахунків було встановлено, що стічні води, отримані після нанофільтрації молочної сироватки складаються в переважній більшості з одновалентних солей (Ca, Na, Cl). Вони характеризуються високим БПК і ХПК, що потребує удосконалення технологій їх переробки з метою подальшого використання.

Порівнявши способи очищення стічних вод із біологічними та фізичними, зроблено висновок, що для обробки стічних вод після нанофільтрації молочної сироватки повинні бути використані мембранні методи, а саме — зворотній осмос, електродіаліз і мембранна дистиляція.

Було встановлено, що за допомогою мембранної дистиляції для очищення стічних вод вміст твердих речовин у стічних водах може становити 450 г/дм³ і вище.

На основі проведених досліджень запропоновано схему перероблення стічних вод, утворених після нанофільтрації молочної сироватки.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Змієвський Ю.Г.* Електродіалізна установка для демінералізації молочної сироватки // Ю.Г. Змієвський, І.О. Грушевська, А.І. Українець [та ін.] // Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 73-я наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 23 – 24 квіт. 2007 р. — К., 2007. — Ч. II. — С 47.

2. *Змієвський Ю.Г.* Визначення основних характеристик гідрофобної мікрофільтраційної мембрани марки МФФК-3 при мембранній дистиляції/ Ю.Г. Змієвський, В.Г.Мирончук, Д.Д. Кучерук // Харчова промисловість. — 2010. — № 9. — С. 90 – 94

3. *Цюпко Л.В.* Мембранна дистиляція — перспективний метод концентрування рідких харчових продуктів / Л.В. Цюпко, Ю.Г. Змієвський, В.Г. Мирончук // Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 75-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 13 – 14 квіт. 2009 р.— К., 2009. — С 239.

4. *Змієвський Ю.Г.* Дослідження процесу мембранної дистиляції при переробці молочної сироватки / Ю.Г. Змієвський, В.Г. Мирончук // Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 76-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 13 – 14 квіт. 2010 р.: програма і матеріали. — К., 2010. — С. 123

Науковий керівник: Ю.Г. Змієвський

4. ПРОБЛЕМА НЕРІВНОМІРНОСТІ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ВАКУУМ-АПАРАТІ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

К.В. Мороз, І.М. Дмитренко

Національний університет харчових технологій

Проектування нових вакуум-апаратів або модернізація існуючих мають бути спрямовані на досягнення у всьому об'ємі апарату інтенсивної кристалізації. Перш ніж сприяти інтенсифікації процесів під час уварювання цукрових утфелів в робочому об'ємі вакуум-апарата, необхідно мінімізувати негативний вплив зовнішніх факторів, основним з яких вважається нерівномірність температурного поля в робочому просторі вакуум-апарата. Значна нерівномірність температурного поля, впливаючи на процес кипіння, викликає різне значення газомісту в кип'ятильних трубках і відповідно нерівномірну циркуляцію утфелю, що супроводжується зниженням інтенсивності теплообміну, зменшенням величини питомого теплового потоку і, як наслідок, погіршенням умов кристалізації. Додамо, що нерівномірний гранулометричний склад цукру призводить до збільшення витрат води на промивання утфелю і значно погіршує умови роботи центрифуг

З цих точок зору необхідно зменшувати нерівномірність температурного поля. Задачу по зменшенню нерівномірності температурного поля в робочому об'ємі апарата було зведено до задачі, що спрямована на забезпечення більш рівномірного розподілу швидкості руху перегрітої пари, базуючись на виведеній нами залежності (1) між густиною теплового потоку q і швидкістю руху пересиченої пари U в міжтрубному просторі теплообмінної камери:

$$q = \frac{\lambda_k}{\sqrt[3]{\frac{3 \cdot D \cdot \rho_n \cdot \mu_k}{g \cdot \rho_k^2 \cdot d_{тр}} \int_0^H U(H) dH}} \cdot (T_{нас} - T_{ст}) \quad (1)$$

де λ_k — коефіцієнт теплопровідності конденсату (води), Вт/(м·К); $T_{нас}$ — температура насичення водяної пари при даному тиску, К; $T_{ст}$ — температура стінки кип'ятильної трубки, К; g — прискорення вільного падіння, м/с²; ρ_k — густина конденсату (води), кг/м³; μ_k — коефіцієнт динамічної в'язкості конденсату, Па·с; $U(H)$ — швидкість надходження пари в об'єм міжтрубного простору в залежності від висоти кип'ятильної трубки, м/с; ρ_n — густина пари, кг/м³; D — діаметр циліндричного об'єму міжтрубного простору, що оточує одну трубку, м.

На основі зробленого висновку, з метою забезпечення більш рівномірного температурного поля у робочому об'ємі апарата, було запропоновано модернізувати теплообмінну камеру вакуум-апарату періодичної дії ВАЦМ-60 [1]. Модернізація полягатиме у застосуванні розподілюючого пристрою (рис. 1 в).

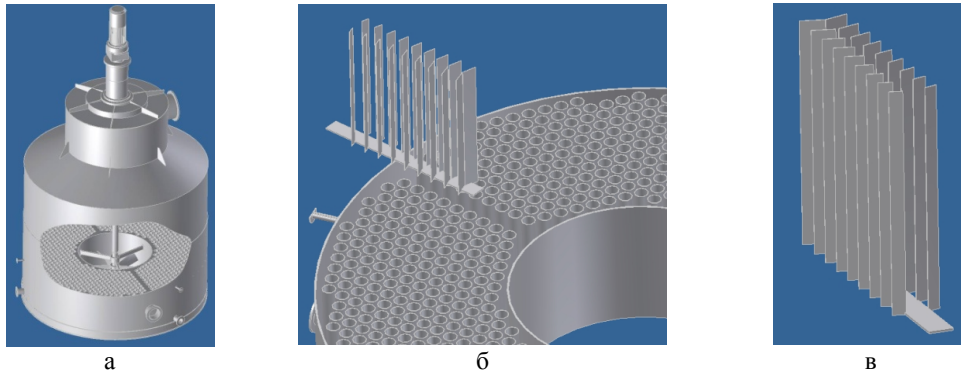


Рис. 1 — а) вакуум-апарат ВАЦМ-60; б) теплообмінна камера вакуум-апарата ВАЦМ-60; в) розподілюючий пристрій.

В якості показника для оцінки нерівномірності температурного поля в поперечному перерізі вакуум-апарата було запропонованого середньо квадратичне відхилення σ швидкості руху перегрітої пари від середнього значення.

Чисельні розрахунки, проведені за допомогою програмного комплексу FlowVision [2], підтвердили ефективність модернізації шляхом застосування розподілюючого пристрою висотою 0,45 м (рис. 2, крива III), що забезпечило найменше значення σ в порівнянні з умовою відсутності (рис. 2, крива I) і наявності (рис. 2, крива II) розподілюючого пристрою.

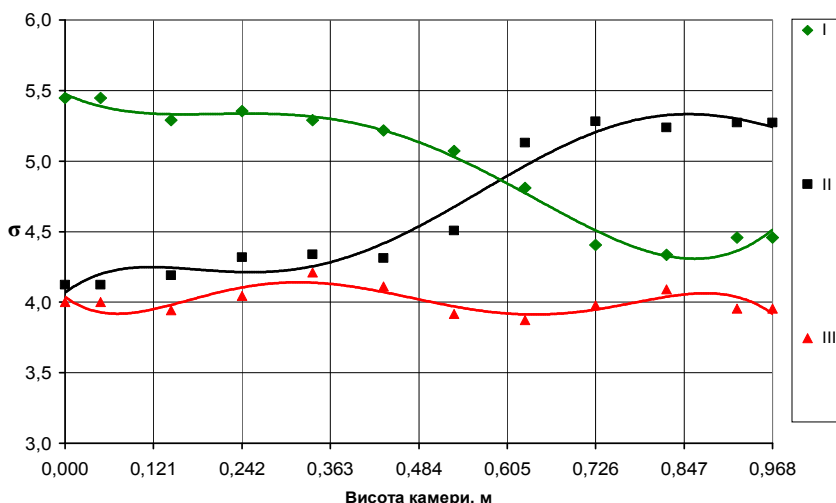


Рис. 2. Графік зміни середньоквадратичного відхилення σ по висоті теплообмінної камери:

I — при відсутності розподілюючого пристрою; II — при наявності розподілюючого пристрою; III — при наявності розподілюючого пристрою висотою 0,45 м.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кухар В.Н., Лысюк П. И. Вакуум-аппарат с циркулятором: оптимизация теплорепробления, улучшение качества готовой продукции. // Сахар — 2006 — № 7 — с. 48-52

2. Система моделирования движения жидкости и газа FlowVision. Версия 2.2. Руководство пользователя. — М.: Тесис, 2005. — 304 с.

Науковий керівник: Т.М. Погорілий

5. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ВВЕДЕННЯ ЖИВИЛЬНОГО РОЗЧИНУ ПРИ УВАРЮВАННІ ЦУКРОВИХ УТФЕЛІВ

В.О. Прима

Національний університет харчових технологій

Однією з задач бурякоцукрового виробництва є одержання високоякісного цукру в процесі кристалізації його у вакуум-апаратах. Важливим чинником забезпечення якості кристалічного цукру є режим підведення живильного розчину до вакуум-апарата на етапі нарощування кристалів цукру.

На основі графа та відповідних матеріальних балансів побудовано математичну модель процесу уварювання утфелів та відповідну їй комп'ютерну програму [1], яка дозволяє шляхом обчислювального експерименту розрахувати та спрогнозувати кількісні та якісні характеристики уварювання цукрового утфелю в динаміці часу від початку і кінця процесу.

При проведенні обчислювального експерименту найбільша увага приділялась третьому періоду, в якому складові живильного розчину розподіляються таким чином: вся сахароза кристалізується, вода випаровується, а нецукри переходять до міжкристалічного розчину. Таке уварювання, коли кількість води, що міститься в утфелі, залишається сталою можна вважати ізогідричним.

Нами було встановлено, що залежність інтенсивності подання живильного розчину до вакуум-апарату від часу уварювання (рис. 1) з достатньою точністю описується раціональним рівнянням [2]

$$V_n(\tau) = \frac{a_\tau + b_\tau \tau}{1 + c_\tau \tau + d_\tau \tau^2}. \quad (1)$$

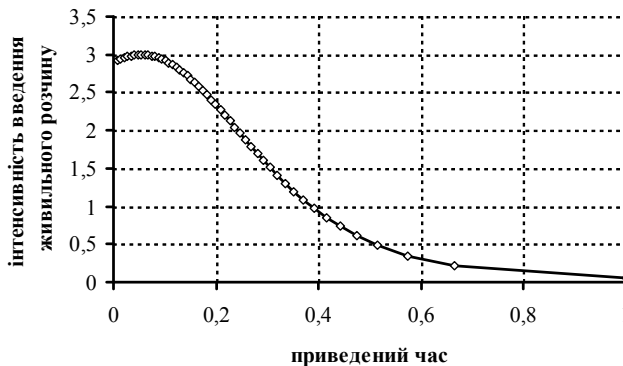


Рис. 1. Зміна інтенсивності введення живильного розчину в часі

Але, як відомо, час уварювання утфелю залежить від його чистоти. Отже, залежність (1) не може бути використана для керування процесом.

Нами знайдена залежність інтенсивності введення живильного розчину від вмісту сухих речовин в утфелі (рис. 2), яка описується поліномом четвертого порядку

$$V_n(CB_y) = a_{CB_y} + b_{CB_y} CB_y + c_{CB_y} CB_y^2 + d_{CB_y} CB_y^3 + e_{CB_y} CB_y^4. \quad (2)$$

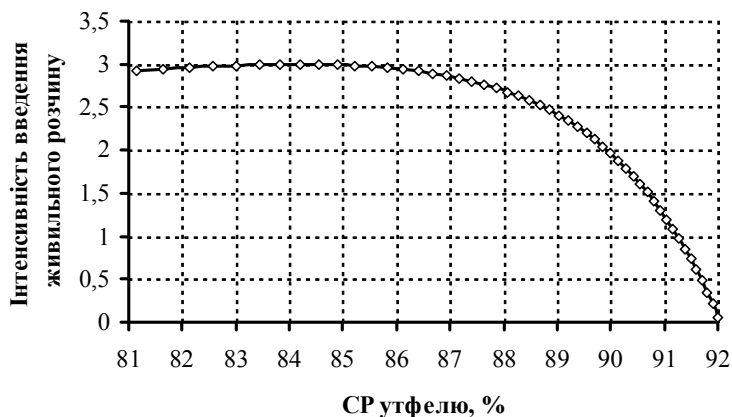


Рис. 2. Залежність інтенсивності введення живильного розчину від поточного вмісту сухих речовин в утфелі.

Результати обчислювального експерименту довели, що характер інтенсивності введення живильного розчину залежить лише від чистоти початкового набору, а вміст сухих речовин в ньому, а також чистота та вміст сухих речовин в живильному розчині не впливають на досліджувану залежність. Розрахункова зміна інтенсивності введення підкачки відбувається при $CP_y \approx 83,4\%$ і наведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Зміна інтенсивності введення підкачки відбувається

	Вміст сухих речовин початкового набору		
	93 %	91 %	89 %
Поточний вміст сухих речовин утфеля	83,3 %	83,4 %	83,5 %

Отже, саме поточний вміст сухих речовин в утфелі доцільно обирати керуючим параметром для інтенсивності введення живильного розчину.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мирончук В.Г., Єщенко О.А. Аналіз процесу уварювання цукрових утфелів на основі імітаційного моделювання. // Цукор України. — 2011, № 11 (71). — С. 16 – 22

2. Прима В.О., Єщенко О.А. Імітаційне моделювання підведення живильного розчину до вакуум-апарата. // Міжнародна науков-технічна конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій». Збірник тез доповідей. — Тернопіль: 2012. — с. 286 – 287

Науковий керівник О.А. Єщенко

6. САТУРАТОР З ЕЛАСТИЧНИМ БАРБОТЕРОМ

С.С. Руденко

Національний університет харчових технологій

Обробка дефекованого соку І сатурації діоксидом вуглероду має на меті досягнення максимального ефекту очищення шляхом адсорбції розчинних нецукрів на поверхні частинок карбоната кальцію, що утворюються в процесі карбонізації вапна дефекованого соку, забезпечення високого коефіцієнта використання діоксиду вуглецю сатураційного газу і отримання соку з седиментаційно-фільтраційними показниками, що забезпечують планову продуктивність заводу. Як відомо, ступінь видалення солей кальцію при очищенні дифузійного соку впливає на чистоту очищеного соку, накипоутворення в процесі випарювання, а також на хід процесу кристалізації і на втрати цукру в мелясі. Тому цілком зрозуміло велику увагу, приділяється заходам, спрямованих на максимальне зниження складу солей кальцію в очищених соках за рахунок інтенсифікації окремих процесів очищення, зокрема процесів сатурації, що дозволяє отримати сік з високою чистотою і відмінними фільтраційними і седиментаційними показниками. Крім того, великий вплив на проведення процесу сатурації має конструкція апаратів, їх компоновка в технологічній схемі.

В процесі роботи сатураторів утворюється накип, який осідає на всіх внутрішніх поверхнях сатуратора, в тому числі і на щілинах барботера, зменшуючи їх поперечний переріз. Для очищення вхідних щілин використовується механізм, робота якого потребує затрат енергії. При зміні витрат сатураційного газу в апараті розмір щілин, через які він барботує, не змінюється. Це порушує умови рівномірного розподілу газу по перерізу сатуратора.

Виникає необхідність розробки ефективного обладнання для сатурації дефекованого соку з метою підвищення надійності його роботи шляхом відмови від механічного пристрою очищення, а отже і зниження затрат енергії на його привід, а також покращення роботи сатуратора внаслідок рівномірного розподілу сатураційного газу по перерізу апарату при коливанні його витрат.

Сатуратор з еластичним барботером виконаний в вигляді циліндричного корпусу з конічним днищем, патрубками для підводу дефекованого соку в верхній частині сатуратора, відводу обробленого соку з його нижньої частини та патрубком для підводу сатураційного газу в конічну частину сатуратора через барботер нової конструкції і його відводу зверху.

Еластичний барботер сатуратора являє собою конічну камеру для підводу сатураційного газу, закриту зверху еластичною перфорованою перегородкою.

Відомо, що рівномірне розподілення сатураційного газу по перерізу сатуратора сприяє також рівномірній обробці всього об'єму соку. При змінних витратах сатураційного газу це значить, що переріз щілин, з яких проходить його барботування теж повинен бути змінним. При малих витратах відповідно повинен бути меншим переріз і навпаки. В сатураторі з механічним пристроєм очищення від накипу цього не досягається — переріз щілин витоку газу завжди однаковий і тому при малих витратах більше сатураційного газу витікає зі сторони його подачі, ніж з протилежної. Звідси виникає і нерівномірність розподілу газу, а отже і нерівномірність обробки соку, що завжди знижує ефективність процесу.

При використанні еластичної перегородки з отворами для витоку сатураційного газу відбувається наступне. При малих витратах газу еластична перегородка

зменшується, отвори трохи звужуються, їх переріз зменшується, а отже і газ витікає з оптимальною швидкістю, забезпечуючи перемішування соку в апараті. При збільшенні витрат еластична перегородка розширюється, виконані на її поверхні отвори стають більшими, пропускають більше сатураційного газу. Це забезпечує рівномірний розподіл газу по поперечному перерізу апарата. Застійні зони та зони, в яких немає обробки дефекованого соку сатураційним газом відсутні.

При зміні тиску сатураційного газу буде досягнуте рівномірне та оптимальне його розподілення по перерізу апарата. Значною перевагою барботера такої конструкції є також те, що при змінах тисків змінюється завжди площа форма накладки. При таких умовах відкладення накипу на еластичній перегородці неможливе. Необхідність в механічних пристроях для очищення отворів барботера та затрати енергії на їх роботу відпадають.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Азрилевич М.Я.* Оборудование сахарных заводов. — 3-е изд. — М.: Легкая и пищевая пр-ть, 1982. — 392с.
2. *Штангеев В.О.* Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В 2-х ч. Ч.1/В.О.Штангеев, В.Т.Кобер, Л.Г.Белостоцкий и др., под ред. В.О.Штангеева. — К.: «Цукор України», 2003. — 352 с.
3. *Сапронов А.Р.* Технология сахара. — М.: Легкая и пищевая пр-ть, 1983. — 232 с.

Науковий керівник: М.М. Пушанко

7. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РЕКРИСТАЛІЗАЦІЇ САХАРОЗИ ЗА КОЛИВАЛЬНИМ МЕХАНІЗМОМ В УМОВАХ ОХОЛОДЖЕНОГО РОЗЧИНУ

І.М. Дмитренко

Національний університет харчових технологій

Рекристалізація має велике практичне значення на завершаючому етапі уварювання цукрового утфелю і сприяє отриманню більших і рівномірних за величиною кристалів за рахунок розчинення дрібних частинок дисперсної системи, тобто покращує гранулометричний склад кінцевого продукту — цукру.

В наш час дослідники не прийшли до єдиної точки зору в розумінні механізму протікання процесу рекристалізації. Жодна з існуючих теорій нездатна пояснити всієї сукупності накопичених дослідних даних. В кожній з запропонованих теорій розглядається індивідуальний ріст і розчинення частинок, а потім залежності, отримані з однієї частинки, деякі автори механічно переносять на колективний ріст і розчинення частинок. Такий підхід є не коректним з методологічної точки зору.

Дослідниками НУХТ була висунута теорія процесу рекристалізації за коливальним механізмом [1]. Ключове положення даної теорії полягає в тому, що однією з необхідних умов протікання процесу рекристалізації є періодичне коливання температури, або концентрації дисперсного середовища, а механізм рекристалізації зводиться до асиметричного впливу лінійного розміру (маси) кристалів на лінійну (масову) швидкість їх росту і розчинення. В даній теорії розглядається комірчаста модель колективного росту і розчинення частинок дисперсної фази.

Виходячи з ключового положення даної теорії, в промислових вакуум-апаратах процес рекристалізації буде протікати при умові попадання різних за

розміром комірок міжкристального розчину сахарози, що контактують між собою, в охолоджену зону робочого об'єму апарата.

За результатами моделювання теплообміну між більшою i -ю та меншою j -ю комірками міжкристального розчину сахарози з оточуючим їх розчином згідно до методики [2], було побудовано графік залежності середньої по координаті температури в i -му та j -му шарах міжкристального розчину сахарози комірок від часу їх контакту між собою $T_{pc_i} = f(t)$, $T_{pc_j} = f(t)$.

Апроксимація отриманих залежностей методом найменших квадратів дала можливість отримати математичні моделі (1), що описують ці залежності з достатньо високою точністю:

$$T_{pc_i} = \frac{110,608 \cdot 0,231 + 66,401 \cdot t^{0,691}}{0,231 + t^{0,691}}; \quad T_{pc_j} = \frac{110,059 \cdot 0,085 + 69,694 \cdot t^{0,855}}{0,085 + t^{0,855}} \quad (1)$$

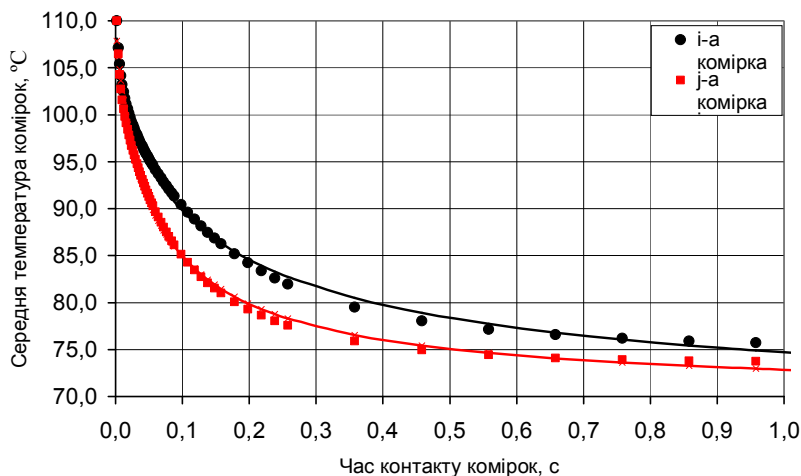


Рис. 1. Графік залежностей $T_{pc_i} = f(t)$, $T_{pc_j} = f(t)$

Результати моделювання показують, що, при однакових початкових умовах (температури i -ї та j -ї комірок міжкристального розчину сахарози рівні між собою), у випадку потрапляння контактуючих між собою i -ї та j -ї комірок міжкристального розчину сахарози в зону охолодження, відбудеться теплообмін з оточуючим охолодженим розчином. Причому, j -а комірка буде інтенсивніше охолоджуватися в порівнянні з i -ю коміркою (рис. 1). При охолодженні комірок збільшується пересичення в шарі міжкристального розчину сахарози, що оточує кристал, і система кристал — шар міжкристального розчину буде прагнути перейти до стану рівноваги за рахунок росту кристалів. Пересичення в шарі міжкристального розчину сахарози, що відповідає j -ї комірці, буде більшим в порівнянні з i -ю коміркою. Таким чином, маємо різницю концентрацій сахарози в комірках, що оточують кристали різних розмірів, що є необхідною і достатньою умовою масообміну, в результаті якого частина молекул сахарози від j -ї комірки почне перетікати в напрямку i -ї комірки.

Результати моделювання підтверджують ключове положення теорії процесу рекристалізації за коливальним механізмом, згідно до якого однією з необхідних умов протікання рекристалізації являється періодичне коливання температури, або концентрації дисперсного середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бажал І.Г., Куриленко О.Д. Переконденсація в дисперсних системах. — К.: Наукова думка, 1975. — 216 с.

2. Мирончук В.Г., Погорілий Т.М., Дмитренко І.М. Моделювання теплообміну в процесі рекристалізації сахарози при уварюванні цукрового утфелю // Харчова промисловість. Науковий журнал — Київ.: НУХТ, 2012 — № 12 — С. 232 – 236.

Науковий керівник: Т.М. Погорілий

8. МОДЕРНІЗАЦІЯ СУШИЛЬНОЇ КАМЕРИ ЧАЕСУШИЛЬНОЇ МАШИНИ ЧСП-ІМ

Ю.В. Шемчук

Національний університет харчових технологій

З усіх типів чаю провідне місце на світовому ринку займає чорний байховий чай. Технологія його виробництва, що складається з процесів зав'язування, скручування, ферментації і сушки по своїй послідовності настільки логічна, що розробка іншої технологічної схеми не може бути представлена без зміни виду продукції. Метою процесу сушіння є створення необхідних умов для тривалого зберігання чаю, що передбачає видалення зайвої вологи з чайного листа до межі технологічної норми (3 – 5 %), формування якісних показників чаю [1]. Якість готового чаю залежить від правильно обраного режиму сушіння, який включає в себе такі параметри, як температура, швидкість повітря, товщина шару чайного листа, тривалість сушіння. Оптимальним вважається такий режим сушіння, при якому швидкість переміщення вологи в чайному листі дорівнює швидкості її випаровування з поверхні листа.

Для сушіння чайного листа використовують часушильну машину ЧСП-ІМ (рис.1) [1].

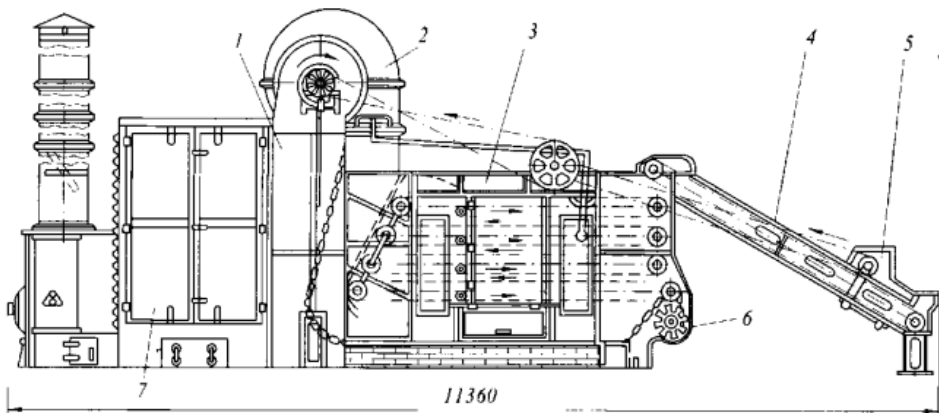


Рис. 1. Часушильна машина ЧСП-ІМ:

- 1 — змішувальна камера, 2 — вентилятор, 3 — сушильна камера,
4 — завантажувальний вентилятор, 5 — розрівнювач,
6 — шлюзовий затвор для вивантаження, 7 — теплообмінник

До недоліків сушильної камери можна віднести втрати гарячого повітря через щілини між конвеєрами. Крім того, при перекиданні пластин пластинчастих конвеєрів і пересипанні чаю на наступний конвеєр, він лягає «гіркою», шар чаю нерівномірний, при цьому повітря проходить через чай з мінімальною товщиною шару, що у свою чергу також знижує ступінь тепловикористання повітря.

З метою підвищення продуктивності чаєсушильної машини нами запропоновано подовжити всі конвеєри сушильної камери (рис. 2), що збільшує робочу площу на 27 %.

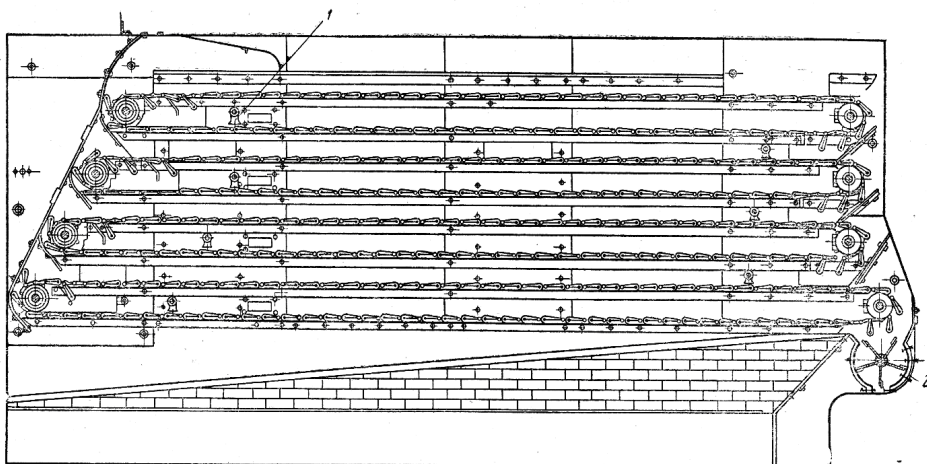


Рис. 2. Розріз сушильної камери:

1 — розрівнювач шару, шлюзовий затвор для вивантаження чаю

Також на кожному конвеєрі ми пропонуємо встановити розрівнювачі шару над кожною гілкою конвеєра (рис. 2, рис. 3). Це ліквідує описаний вище дефект нерівномірності шару чаю. Крім того, завдяки установці розрівнювачів шару створюється також герметизація сушильної камери від перетікання повітря з боку торців конвеєра, що також буде сприяти підвищенню ступеня тепловикористання та запобігати втратам гарячого повітря через щілини між конвеєрами.

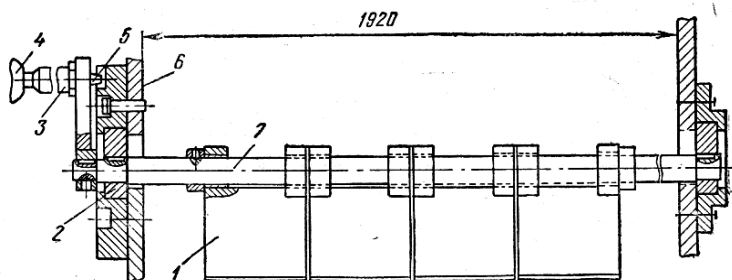


Рис. 3. Розрівнювач шару чаю:

1 — розрівнювач, ексцентрикова втулка, 3 — корпус фіксатора, 4 — рукоятка.
5 — фіксатор, 6 — корпус машини, 7 — вісь розрівнювача

ЛІТЕРАТУРА

1. *Антипов С.Т.* Машины и аппараты пищевых производств. Учебник для вузов: в 3 кн.: Кн. 2. Т.2 / С.Т.Антипов [и др.]; под ред. акад. РЛСХН В.А. Панфилова, проф. В.Л. Груданова. — Минск: БГАТУ, 2008. — 591 с.

Науковий керівник О.А. Єщенко

9. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКА ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯМ КОНСТРУКЦІЇ РОТАЦІЙНОЇ СУШАРКИ З ПСЕВДОЗРІДЖЕНИМ ШАРОМ

Т.А. Жеребіцька

Національний університет харчових технологій

Пошук нових способів сушіння потребує в створенні нового обладнання для обробки зернових культур. Найбільш енергоємною ланкою при їх переробці є процес сушіння.

Сучасний стан вітчизняного обладнання для сушіння зернових культур [1.2] суттєво (на 20 – 30 %) поступається перед закордонним за показниками якості сушіння, що спричиняє інвертацію іноземних зерносушильних агрегатів та негативне відображення на показниках роботи вітчизняних підприємств. Отже, проблема визначення раціонального режиму сушіння насіння соняшнику залишається невирішеною і актуальною.

Розробка нових методів сушіння зернових і олійних культур [1], створення невеликих зерносушарок, і зокрема сушарки з псевдозрідженим шаром, відмінної від відомих високою ефективністю і швидкістю сушки, простотою конструкції і експлуатації, якістю роботи і гнучкістю управління технологічним процесом сушки, є актуальною задачею.

Технологічна цінність насіння соняшнику визначається його олійністю. Тому важливо зберегти кількість і якість масла. У процесі сушіння може відбуватися або синтез, або розпад жирових компонентів. Спрямованість цих перетворень залежить від вологості насіння, від температури і тривалості його нагрівання. При оптимальних режимах сушіння вміст олії в насінні соняшнику збільшується. В олію переходять супутні їй речовини, що містяться в насінні: фосфатиди, каротиноїди, стероли, воскоподібні речовини.

Якість зерна під час сушіння залежить від механізму перенесення вологи. Ідеальним можна вважати такий режим сушіння, при якому зона випаровування знаходиться біля поверхні зерна. Волога в цьому разі рухається всередині зерна у вигляді рідини, виключається перегрівання його поверхні завдяки охолоджувальній дії процесу випаровування вологи з поверхні зернини. Відповідним підбором параметрів процесу сушіння можна уповільнити поглиблення зони випаровування всередину зерна і тим самим створити умови для його рівномірного сушіння.

Інтенсивність сушіння визначається насамперед швидкістю підведення вологи із внутрішньої частини зерна до його поверхні. Чим вища температура зерна, тим

з більшою швидкістю переміщується в ньому волога. Далі його висушують при температурі, близькій до гранично припустимої, що забезпечує високу швидкість сушіння зерна.

Режим сушіння нерозривно пов'язаний із методом сушіння та з конструктивними особливостями зерносушарок. У шахтних прямооточійних і рециркуляційних сушарках без додаткових пристроїв для нагрівання зерна застосовують одноступеневі режими, при яких у зону сушіння подають агент сушіння певної температури.

На основі даних літературних джерел, був проведений аналіз роботи ротаційної сушарки, яка, в свою чергу, складається з трьох камер: верхня і середня — сушильні, нижня — охолоджувальна. *В ротаційній сушарці вологий матеріал подається в бункер, звідки живильником направляється у верхню сушильну камеру і пересипається в нижню. Вертикально по центру через всі камери проходить вал ротора.* Теплоносій підводиться окремо в кожен камеру. Завдяки наявності 18 розташованих лопатевих перегородок, що розділяють кожен камеру на сектори, сушіння насіння всередині кожного сектора здійснюється періодично, а сама сушарка працює безперервно.

Під час сушіння насіння соняшнику в ротаційній сушарці, при температурі теплоносія 160 – 170 °С і висоті шару 250 мм, вологість насіння знижувалася з 18 – 20 до 5 – 9 % за цикл \approx 8 хв. (4 – 5 хв. сушіння, 2 – 3 хв. охолодження) без погіршення якості насіння. При такому способі сушіння, крім того, помітно знижувалася засміченість насіння.

Інтенсифікація процесу сушіння насіння соняшнику в ротаційній сушарці полягає в тому, що роз'ємний вал складається з трьох частин (для кожної сушильної камери) і це дозволяє легко його монтувати. Для забезпечення однакової висоти киплячого шару, рівномірного розподілу та зменшення опору проходження теплоносія, під газорозподільною решіткою встановлено перегородку, а патрубки підведення теплоносія розміщені тангенційно до сушильних камер та камери охолодження, це дозволяє інтенсифікувати процес сушіння, зменшити енерговитрат та полегшити монтажні роботи.

Модернізована конструкція сушарки безперервної дії киплячого шару дозволяє підвищити ефективність процесу сушіння та зменшити енерговитрати.

Отже, при сушінні насіння соняшнику в трьохсекційній сушарці киплячого шару встановлено, що висушений матеріал має кінцеву вологість в середньому меншу, ніж в односекційній сушарці при однакових умовах проведення процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гапонюк І.І. Удосконалення технологій сушіння зерна — Одеса, «Поліграф», 2009 — 182с.

2. Антипов С.Т. Машини и аппараты пищевых производств: учебник для вузов: в 3 кн. Кн. 1 / Антипов [и др.]; под ред. акад. РАСХН В.Н. Панфилова, проф. В.Я. Грудупова. — Минск: БГАТУ, 2007.

Науковий керівник: Р.Л. Якобчук

10. РОЗРОБКА НОВИХ КОНСТРУКЦІЙ СУШАРОК З КИПЛЯЧИМ ШАРОМ — ОДИН ІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ СУШИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

О.Є. Похожаєв, С.В. Слинько

Національний університет харчових технологій

Сушіння — це процес термічної обробки матеріалу з метою зниження його вологості, в результаті чого покращується якість продукції, запобігається його псування і злежування, знижується вага та покращуються умови транспортування і зберігання. Конструкції сушильних апаратів залежать від масштабів виробництва і властивостей матеріалу, сушіння в яких проводиться під атмосферним тиском або під вакуумом [1], при цьому матеріал може знаходитись в стані спокою, переміщатися або перемішуватися.

У харчовій промисловості застосовується значна кількість типів сушарок, які класифікуються [2] за своїми конструктивними і технологічними ознаками: за режимом роботи — періодичної та безперервної дії; за видом теплоносія — нагріте повітря, димові гази, перегріта пара; за способом підведення теплоти — кондуктивні, конвективні і радіаційні; за тиском в сушильній камері — атмосферні, вакуумні; за взаємним рухом теплоносія і вологого матеріалу — прямотечійні, протитечійні і з перехресним потоком; за конструкцією сушильної ємності — барабанні, камерні, шахтні, стрічкові, з киплячим шаром і розпилюючі.

В останній період широке застосування в харчовій промисловості отримав процес сушіння продуктів в киплячому шарі.

Сушильний апарат з киплячим шаром (псевдозрідженим шаром) — один із перспективних напрямів в удосконаленні сушильного обладнання. У таких апаратах з активним гідродинамічним режимом досягається значна інтенсифікація процесів тепло- і масообміну. Сутність процесу теплової обробки в зазначених апаратах полягає в тому, що при продуванні розміщеного на газорозподільній решітці шару сипучого зернистого продукту сушильним агентом (гарячим повітрям) продукт переходить в напівзвážений стан і набуває властивості плинності. У цьому стані шар розпушується і інтенсивно перемішується, завдяки чому всі частинки матеріалу рівномірно омиваються сушильним агентом. Внаслідок цього перемішування, а також взаємного контакту окремих частинок відбувається вирівнювання температури в об'ємі шару, що особливо важливо при сушінні термолабільних продуктів. Можна відзначити, що завдяки зазначеним особливостям процесу, ефективність сушіння, а також якісні показники продуктів, що оброблюються в апаратах з киплячим шаром значно вищі, ніж у традиційно використовуваних барабанних, шнекових, тунельних і стрічкових сушарках. Сушарки з киплячим шаром прості в конструктивному оформленні та експлуатації, легко можуть бути автоматизовані, в них можна поєднувати процеси сушіння і сепарації.

Переваги сушарок з киплячим шаром: висока вологонапруженість в апараті дозволяє використовувати сушильний агент з температурою до 200 °С без ризику перегріти продукт, що висушується; інтенсивне перемішування в киплячому шарі обумовлює високий теплообмін і масообмін, високу швидкість і якість

сушіння; відсутність рухомих частин всередині сушильної камери сприяє підвищенню надійності апарату, значно скорочує частоту і складність планово-попереджувальних ремонтів; простота конструкції знижує металоємність і габаритні розміри всієї сушильної установки; сушарки такого типу мають високу продуктивність та відносно короткий час сушіння продукту.

В харчовій промисловості сушарки з киплячим шаром застосовуються для сушіння сировини у вигляді вологих грудок, гранул або порошків.

Сушильна камера сушарок з киплячим шаром в основному є сталевим зварним апаратом різної форми (прямокутної, циліндричної та ін.). Нижня частина сушарки — газова камера. Верхня частина складається із зони киплячого шару і сепараційного простору. Висота киплячого шару не перевищує 300 – 500 мм. Висоту сепараційного простору рекомендується приймати в 3,5 – 4,5 рази більше висоти киплячого шару для забезпечення зменшення віднесення частинок. Газорозподільний пристрій виконує дві функції — відіграє роль опори для матеріалів і служить для рівномірного розподілу газу по перерізу апарату.

Сушарка з киплячим шаром проста в експлуатації та зручна для очищення. Матеріал з якого виготовлюються сушарки — «харчова» нержавіюча сталь. Це ідеальне обладнання для роботи з харчовим продуктом у відповідності до вимог GMP.

Отже проаналізувавши все вище сказане можна зробити висновок, що сушильне обладнання з киплячим шаром (псевдозрідженим шаром) є одним із перспективних в харчовій промисловості при сушінні продуктів. Дане обладнання має багато переваг, але також має недоліки, однак ці недоліки не є суттєвими. Отже, розробка нових конструкцій сушарок з киплячим шаром — один із перспективних напрямків удосконалення сушильного обладнання.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Киселева Т.Ф.* Технология сушки. Учебно-методический комплекс. — / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. — Кемерово, 2007. — 117 с.

2. *Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А.* Процессы и аппараты пищевых производств. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: КолосС, 2007. — 760 с.: ил.

Науковий керівник: Р.Л. Якобчук

11. НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО ШНЕКОВОГО ЕКСТРАКТОРА НД-1250

О.С. Торіна

Національний університет харчових технологій

Екстрагуванням називається процес витягання одного або декількох компонентів з суміші, що знаходиться в твердому або рідкому стані, шляхом обробки розчинником (екстрагентом). Для подальшого виділення цільового компонента з суміші екстрагентом застосовують випарювання або ректифікацію.

Доцільність застосування рідинної екстракції визначається [1]: 1) неможливістю поділу суміші ректифікацією внаслідок утворення азеотропних сумішей, нелетучості або недостатньої термічної стійкості компонентів; 2) економією теплоти, якщо витрати на ректифікацію більші, ніж витрати на екстракцію і відгін розчинника з продуктів поділу, малих концентрацій або інших причин.

Створення принципово нових технологічних процесів [2] з метою одержання продуктів з високими показниками якості передбачає розробку або модернізацію обладнання для екстрагування.

Метою роботи є обґрунтування розробки ресурсозберігаючих процесів виробництва рослинних олій і створення конкурентоспроможної промислової апаратури, впровадження яких вносить значний внесок у розвиток економіки країни.

Тому необхідно провести модернізацію існуючої конструкції шнекового екстрактора НД-1250 [3], яка передбачає:

1) заміну зернистого фільтру на декантатор, що дозволить здійснити самофільтрацію кінцевої місцелли через шар матеріалу, що екстрагується і її часткове відстоювання;

2) збільшення висоти екстракційної колони на 2,0 – 2,3 м, що дозволить дещо знизити і стабілізувати бензиноємкість шроту на рівні 29 – 32 %, підвищити напір розчинника і поліпшити гідродинамічні умови процесу екстракції;

3) здійснення рециркуляції місцелли і розмив запрессовок самоочисними форсунками;

4) заміну приводів шнеків на сучасні;

5) зміна конструкції шнеку, що інтенсифікує процес екстрагування.

Модернізація екстрактора НД-1250 дозволить підвищити його продуктивність, що в свою чергу збільшить продуктивність всієї лінії екстрагування.

Модернізований шнековий екстрактор НД-1250 складається з завантажувальної колони з декантатором, горизонтального передавального шнека і екстракційної колони. В середині корпусу колон поміщаються робочі шнеки, що приводяться в обертання мотор-редукторами.

У верхній частині шнекового вала екстракційної колони закріплені лопати скидача шроту, що приводиться в рух від редуктора екстракційної колони через ланцюгову передачу. Шнековий вал екстракційної колони, як і інші шнеки екстрактора, обертаються за годинниковою стрілкою. Лопатевий скидач обертається проти годинникової стрілки і скидає шрот з екстрактора через патрубки.

Для запобігання повертання матеріалу до внутрішніх стінок корпусу передавального шнека і екстракційної колони по всій їх висоті кріпляться направляючі планки. Для проходу розчинника робочі шнеки екстрактора виконані перфорованими.

Зміна частоти обертання шнекового вала завантажувальної колони дозволяє міняти час перебування матеріалу в екстракторі. Тривалість одного обороту шнека завантажувальної колони може змінюватись за допомогою варіатора.

Декантатор являє собою циліндр з конусною підставкою. У конічній частині декантатора встановлені три напрямні пластини, що перешкоджають повертанню матеріалу при просуванні його по шнеку. На верхню напівмуфту вала надітий розподільний зонтик, що обертається разом з валом, а на циліндричній частині відстійника встановлені три патрубки, відведення місцелли з екстрактора.

Екстракцію олії з олійного матеріалу здійснюють при температурі матеріалу не вище 50 °С, що обумовлює інтенсивність процесу та отримання місцелли з екстрактора концентрацією 15 – 20 %.

Отже, проаналізувавши викладений вище матеріал, можна сказати, що модернізація шнекового екстрактора НД-1250 дозволить інтенсифікувати процес екстрагування, зменшити енерговитрати та підвищити продуктивність.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Альперт Л.З.* Основы проектирования химических установок: Учеб. пособие для учащихся химико-механич. спец. техникумов.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. шк., 1989.— 304 с.; ил.

2. *Деревенко В.В.* Анализ схем дистилляции масляных мисцелл / Деревенко В.В., Шапошниченко В.В., Кузнечиков В.А., Константинов Е.Н. // Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности. Межд. научн.-техн. конф. Воронеж, 2004. — С. 84 – 85.

3. *Борисов Г.С.* Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. Под ред. Ю.И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. М.: Химия, 1991. — 496 с

Науковий керівник: Р.Л. Якобчук

12. ЕЛЕКТРОДІАЛІЗ ТА МЕМБРАННА ДИСТИЛЯЦІЯ У ХАРЧОВІЙ ТА ПЕРЕРОБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

О.В. Оліферчук, В.П. Данилевич

Національний університет харчових технологій

Згідно визначенню ІЮПАК (IUPAC), електродіаліз — це процес розділення з використанням мембран, в якому іони рухаються крізь іоноселективну мембрану під дією електричного поля. У молочній промисловості електродіаліз застосовується для демінералізації молочної сироватки та продуктів її розділення, хоча відомі дослідження по обробці цільного та знежиреного молока цим методом. Широкого промислового застосування в технологіях регулювання іонного складу молока електродіаліз не має, що пов'язане зі значними білковими відкладеннями в діалізних камерах. Постійна зміна полярності електродів перешкоджає утворенню осаду, але робить процес нерентабельним за рахунок значного зниження продуктивності установки [1 – 3]. В результаті забруднення іонообмінних мембран підвищуються питомі витрати енергії, відбувається локальний розігрів і, навіть, плавлення мембран, що порушує герметичність камер і веде до змішування потоків. Зменшення площі поперечного перерізу камери за рахунок осаду, збільшує витрати енергії на перекачування розчину

При накладанні на систему постійного («випрямленого») струму аніони солей, що містяться у молочної сироватці та робочому розчині, рухаються в бік аноду, а катіони — у бік катоду. Механізм перенесення іонів крізь зазначені мембрани подібний.

З метою підвищення продуктивності очистки мембран був розроблений відповідний метод дослідження даного процесу. Суть методу полягає в порівнянні початкової продуктивності установки із чистими мембранами з продуктивністю установки після регенерації мембран. Ступінь забруднення мембран визначається вимірюванням щільності струму між електродами, знаючи яку для кожного дослідження можна зробити відповідні висновки щодо оптимальної концентрації мийного розчину.

Мембранна дистилляція — це процес, в якому гідрофобна пориста мембрана контактує з гарячим розчином, що концентрується, з одного боку і холодним пермеатом з іншого боку. Так як, пори не змочуються рідкою фазою і мембрана не впливає на рівновагу «рідина-пар» створюється основна рушійна сила —

різниця тиску парів гарячого та холодного теплоносіїв. В результаті пароподібні молекули переносяться через пори на бік мембрани, де менший тиск пари.

В механізмі масоперенесення процесу мембранної дистиляції виділяють три основні стадії [4, 5]: 1) випаровування розчинника або леткого компонента в пору мембрани на боці з вищою температурою; 2) перенесення пароподібних молекул крізь пори гідрофобної мембрани; 3) конденсація розчинника або леткого компонента на боці з нижчою температурою.

Оскільки різниця температур в камерах модулю створює відповідний перепад парціальних тисків водяної пари, тобто рушійну силу процесу мембранної дистиляції, визначення оптимальної різниці температур в холодній та гарячій камерах мембранного модуля є доцільним з економічної точки зору.

Був проведений ряд досліджень по визначенню продуктивності процесу мембранної дистиляції при різному вмісті сухих речовин у початковому розчині та різниці температур. На основі результатів досліджень можна робити висновки процес мембранної дистиляції дозволяє отримувати високо концентровані розчини, які можна направляти на подальшу переробку.

В Україні дослідження процесу мембранної дистиляції проводились, лише, у Інституті колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України (очищення стічних вод) та у Києво-Могилянській академії спільно з Інститутом винограду і вина «Магарач» УААН (переробка яблучних соків).

Вищезазначене підтверджує актуальність даного направлення наукових досліджень. Зазначені процеси мають великий потенціал щодо їх застосування у харчовій промисловості, а саме при переробці молочної сироватки, фруктових соків, виноматеріалів і т.п.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Заболоцкий В.И.* Перенос ионов в мембранах: научное издание / В.И. Заболоцкий, В. В. Никоненко. — М.: Наука, 1996. — 392 с.

2. *Высоцкий С.П.* Мембранная и ионитная технологии водоподготовки в энергетике / Высоцкий С.П. — К.: Техніка, 1989. — 176 с.

3. *Chao Yu-M.* A feasibility study of industrial wastewater recovery using electrodialysis reversal / Yu-M. Chao, T.M. Liang // *Desalination*. — 2008. — V. 221. — P. 433 – 439.

4. *Брик М.Т.* Енциклопедія мембран: в 2 т. — К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2005.—Т.1. — 2005. — 658 с.

5. *Брык М.Т.* Мембранная дистилляция / М.Т. Брык, Р.Р. Нигматулин // *Успехи химии*. — 1994. — Т. 63. — № 12. — С. 1114 – 1129.

Науковий керівник: Ю.Г. Змієвський

13. ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ГАЗОПИЛОВОЇ СУМІШІ В СКРУБЕРІ СУШИЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ «POLIMEX-СЕКОР 500» З МЕТОЮ ЙОГО МОДЕРНІЗАЦІЇ

О.В. Мельніченко

Національний університет харчових технологій

Для підвищення конкурентоздатності та екологічної безпеки цукрових заводів України необхідним є впровадження сучасного обладнання, сконструйованого на базі відповідних досліджень та моделювання технологічних процесів.

Ефективність уловлювання зважених часток у скруберах [1, 2] визначається енергетичними витратами, які залежать від швидкості газового потоку в перетинах апарата, а також від величини питомого зрощення. Тому при змінних витратах газопилової суміші, необхідною умовою забезпечення належної ефективності є підтримка сталої оптимальної швидкості газів у різних перетинах апарату.

Для створення моделей потоків виконуємо в програмному комплексі Autodesk Inventor тривимірну модель скрубера та труби Вентурі у відповідності із загальними розмірами установки та імпортуємо її в програмний пакет FlowVision.

Модель даної системи базується на рівнянні Нав'є-Стокса, рівнянні дифузійного переносу і рівняннях, що описують турбулентність потоків.

В результаті досліджень виявлено, що швидкість цукрового пилу, яка на вході в трубу Вентурі становить 40 м/с (заданий параметр) швидко зростає і на ділянці звуження досягає 80 м/с, а потім відносно поволі знижується і на виході з дифузора становить 50 м/с. Відбувається процес турбулізації потоків, що забезпечує якісне змішування газової та рідинної фаз. У скрубери на вході швидкість становить 30 м/с, по периметру швидкість падає до 18 – 14 м/с, потім вдаряється в відбійний конус і його швидкість зменшується до 7 – 5 м/с, на виході зі скрубера за рахунок зменшення діаметру вихідного отвору швидкість очищеного повітря збільшується до 14 – 16 м/с.

На відміну від швидкості, з тиском ми спостерігаємо протилежний ефект — тиск у горловині різко знижується, що дозволяє встановити форсунки і подати розпилену рідину в потік газу для зв'язування домішок, не змінюючи суттєво швидкості потоку.

Швидкість по вертикальній осі скрубера, до відбійного конуса, розподілена з невеликим коливанням, після контакту з конусом вона суттєво зменшується і досягає мінімального значення. Після проходження конуса швидкість збільшується до максимального значення.

Також виявлено, що швидкість по довжині конфузора зростає і досягає свого максимального значення у горловині. Проїшовши горловину, у дифузорі, швидкість спадає до мінімального значення.

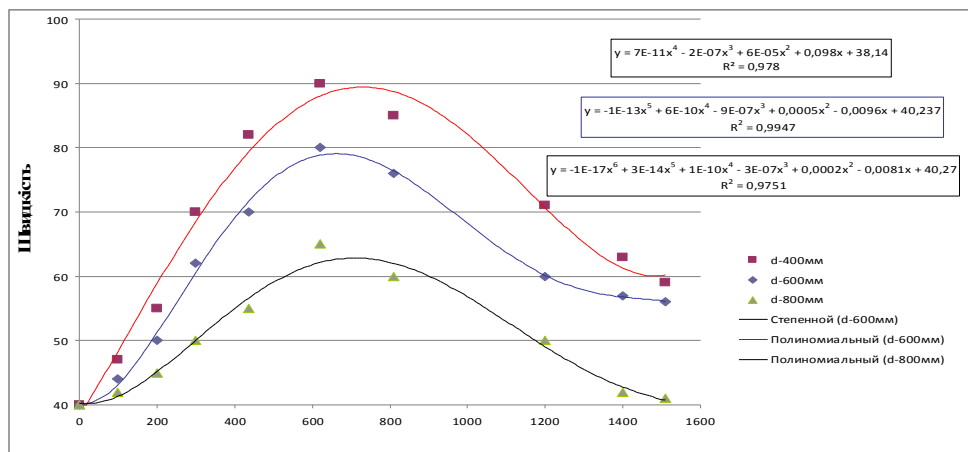


Рис. 1. Залежність швидкості потоку газорідинної суміші від діаметра горловини по довжині труби Вентурі

На графіку наведеному на рис. 1, ми бачимо як розподіляється швидкість по довжині труби Вентурі, в залежності від діаметра горловини, при сталій вхідній швидкості 40 м/с.

Виходячи з проведених дослідів зі скрубєром і трубою Вентурі, а також рекомендацій попередніх дослідників, можемо зробити такі висновки: оптимальна швидкість пилогазової суміші на вході в дифузор повинна бути близько 40 м/с, швидкість потоку на вході в скрубєр повинна бути близько 30 м/с. Проаналізувавши графіки, бачимо, що діаметр горловини труби Вентурі — 600мм є оптимальним для даної сушильної установки. В порівнянні з іншими дослідженими діаметрами, при тій же початковій швидкості потоку, він забезпечує необхідну продуктивність та достатню ступінь перемішування газової та рідинної фаз, а також необхідний ефект очищення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М.* та ін. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості /За ред. В.Г. Мирончука. Підручник. — Вінниця: Нова книга, 2007. — 648с.

2. *Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М.* та ін. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 288с.

Науковий керівник: С.Ю. Лементар

14. УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ СУЛЬФІТАЦІЇ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Я.С. Хитрий, Р.С. Прозор

Національний університет харчових технологій

Досконала робота станції сульфитації на цукровому заводі забезпечує нормальну роботу дифузійного апарату так і заводу в цілому. Сталість показників рН сульфитованої води, низька витрата сірки на процес та мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище визначають ефективність роботи обладнання.

На більшості цукрових заводів для сульфитації води та рідких продуктів використовуються рідинно-струменеві апарати типу А2-ПСК та А2-ПСМ, що працюють разом з пічками для спалювання сірки типу БВЯ та сублиматорами. Але дане обладнання не забезпечує ефективного проведення процесу. А саме: не завжди досягаються регламентовані значення рН продуктів цукрового виробництва, процес сульфитації проходить не контролювано, не виключається загазованість робочого місця, значні перевитрати технічної сірки та викиди в атмосферу, великі витрати на обслуговування та ремонт обладнання [1].

Для подолання цих недоліків пропонується вдосконалити [2] роботу сульфитаційної установки (рис. 1), яка дозволяє ефективно проводити обробку води, а також соку, сиропу та клеровки.

Удосконалення роботи сульфитаційної установки пропонується провести шляхом встановлення замість сублиматорів нових доспалювачів у вигляді циклону з додатковим підведенням повітря в зону горіння, які встановлені безпосередньо після печі для спалювання сірки. Розміри циклонного доспалювача розраховуються виходячи з матеріального балансу по сірці для даного рН рідини.

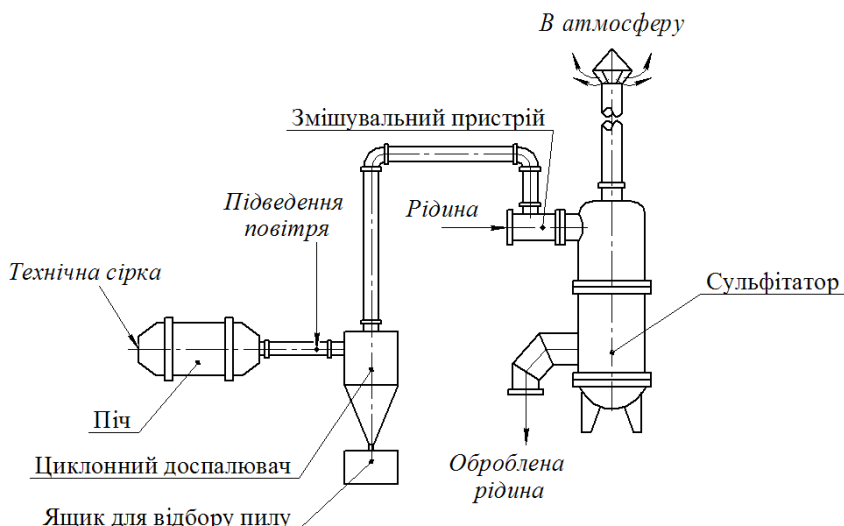


Рис. 1. Загальний вигляд сульфитаційної установки

Обов'язковим елементом такого доспалювача є наявність бункера-збірника для пилу, що потрапляє в трубопровід разом з сульфитаційним газом та осідає в бункері. Таким чином, даний циклонний доспалювач виконує дві функції: доспалювач парів сірки та одночасно очищення сульфитаційного газу від пилу. В цьому випадку таке обладнання, як сублиматор демонтується та виводиться з експлуатації.

Для можливості зменшення забруднення навколишнього середовища викидами сірчистого газу (в струминному сульфитаторі типу ПСК-3, що прийнятий за типовий, не витримується задекларований коефіцієнт використання SO_2 в 99,8 % про що свідчить корозія вихідної труби) пропонується удосконалити конструкцію струминного сульфитатора для покращення перебігу масообмінних процесів, що відбуваються в ньому. Одним із можливих способів вдосконалення сульфитатора [2] при незначній затраті коштів є виконання всередині камери змішування направляючого апарату у вигляді гвинтової нарізки. Це призводить до того, що частина рідини, яка тече по внутрішній стінці камери змішування у вигляді плівки, потрапивши на такий направляючий апарат, закручується ним, зривається з гострих кромки та направляється до середини камери змішування де взаємодіє з каплями рідини, які рухаються вздовж осі циліндричної камери змішування. При співударях капель рідини проходить інтенсивне оновлення поверхні та прискорюється процес масопередачі. Таким чином, виконана гвинтоподібна нарізка всередині камери змішування є додатковим турболізатором потоку рідинно-газової суміші. Поверхня контакту фаз безперервно оновлюється, шлях проходження рідини в камері змішування збільшується, а отже і збільшується час контакту високодиспергованої рідини з газом, що збільшує ефективність процесу масообміну.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вискребцов В.Б.. Чому станція сульфитації іноді працює не задовільно. В.Б. Вискребцов, В.В. Пономаренко. Ж. «Цукор України», 2011р., № 8, с 18 – 20.

15. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВІДЦЕНТРОВОЇ БУРЯКОРІЗКИ

О.М. Люлька

Національний університет харчових технологій

На сьогодні, на більшій частині цукрових заводів як України так і СНД використовуються бурякорізки відцентрового типу. Їхнім основним недоліком є підвищене споживання енергії, що пов'язано з надмірними її витратами на обертання цукрових буряків, що знаходяться в міжвитковому просторі та тертям між рухомими та нерухомими шарами буряків [1,2].

В основу запропонованого технічного рішення поставлена задача зменшення затрат енергії на роботу відцентрової бурякорізки за рахунок встановлення додаткових пластин, що дозволяють змінити форму задніх частин лопаток завитка та зменшити масу цукрових буряків, які перебувають в бурякорізці та участь в різанні не приймають, але вимагають додаткових витрат енергії на обертання та тертя з нерухомими шарами буряків.

Удосконалена бурякорізка складається з барабана з встановленими в ньому ножовими рамами, завитка, завантажувального та вивантажувального пристроїв, кожуха і приводу. В завитку (рис. 1) між зовнішнім торцем кожної лопаті 1, та дотичною до осереддя завитка по всій його висоті додатково встановлені пластини 2, причому зі сторони завантажувального пристрою верхній торець завитка та верхній торець додаткової пластини накриті кришкою 3.

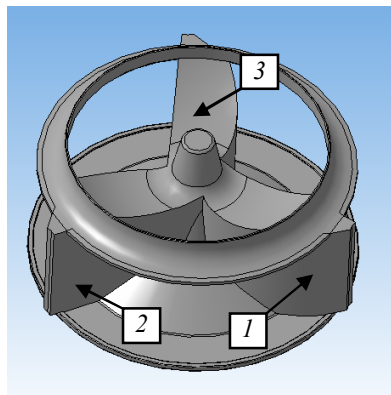


Рис. 1. Удосконалений завиток відцентрової бурякорізки:

1 — зовнішній торець лопаті;
2 — пластина; 3 — кришка

Основна частина потужності бурякорізки витрачається на приведення в рух та обертання всієї маси буряків під час різання та тертя між рухомими та нерухомими шарами буряків. Зменшивши об'єм, який займають буряки в бурякорізці ми зменшимо масу буряків, яка знаходиться безпосередньо в бурякорізці та приводиться в обертальний рух. Це зменшення кількості буряків ніяк не вплине на продуктивність бурякорізки, оскільки ріжеться в стружку лише та частина буряків, що контактує з лезами ножів. Ті ж буряки, що знаходяться за лопатями завитка участі в різанні не беруть, але потребують на обертання затрат потужності.

Змінюючи форму лопатей поверхні задньої неробочої сторони завитків, а отже і зменшити об'єм буряків, що знаходяться в міжвитковому просторі можливо, додатково встановивши пластину між зовнішнім торцем кожної лопаті завитка та дотичних до осереддя завитка по всій його висоті. Щоб буряк не потрапляв в цей новоутворений об'єм, зі сторони завантажувального пристрою верхній торець завитка та додатково виконаної пластини закривається кришкою.

Таким чином, загальна маса буряків, що може потрапити в міжвитковий простір стає меншою, а отже і зменшуються витрати енергії бурякорізки.

Основною складовою потужності, що витрачається в бурякорізці є потужність на обертання всієї маси буряків, що знаходиться в міжвитковому просторі, а також на тертя між рухомими та нерухомими шарами буряків. Виконавши додатково пластини на завитку так, щоб вони розмішувалися між зовнішнім торцем кожної лопаті завитка та дотичною до осереддя завитка та встановивши кришки на додаткових пластинах і верхніх торцях завитка, ми зменшуємо масу буряка в міжвитковому просторі. Відповідно і потужність, що споживається для обертання цієї маси буряків буде зменшуватись. Також відбудеться зменшення тертя між нерухомими та рухомими шарами буряків, так як частину поверхні, по якій відбувається тертя замінено на гладку кришку між завитками та пластинами.

Технічний результат полягає в зменшенні потужності приводу, а відповідно і затрат електроенергії на роботу бурякорізки в цілому без зменшення продуктивності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Штангеев В.О., Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В 2-х ч. Ч.1./ В.О. Штангеев, В.Т. Кобер, В.Г. Белостоцкий и др.; Под ред. В.О. Штангеева. — К.: «Цукор України», 2003. — 352с.

2. Гребенюк С.М., Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Виноградов К.И. Технологическое оборудование сахарных заводов. — М.: КолосС, 2007. — 520с.

Науковий керівник: В.Г. Мирончук

16. ПОЧАТКОВИЙ СИРОП ВАКУУМ-АПАРАТУ — ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ФАКТОР ЯКОСТІ ГОТОВОГО УТФЕЛЮ

Є.Ю. Тимець

Національний університет харчових технологій

Аналіз конструкцій вакуум-апаратів періодичної дії свідчить про те, що маса (об'єм) початкового сиропу в них суттєво відрізняються, табл.1. Так, об'єм початкового сиропу для вакуум-апарату ВАМЦ-60 становить 25,6 %, а для вакуум-апарату БМА — 53 % [1].

Таблиця 1. Порівняльні характеристики вакуум-апаратів.

Модель вакуум-апарата	ЯВА-600	ВАЦ-350	ВАА-400	ВАМЦ-60	ВАЦ-600	ВАВ-60	ZTM-80	БМА	ДДС	Ж4-ПВА	А2-ПВС-60
Технічні характеристики											
Продуктивність апарата по готовому утфелю, т	60	35	40	60	60	60	80	60	90	40	60
Маса початкового сиропу, т	18,5	13,1	15,2	15,36	22,2	16,4	24,8	31,8	40,5	15,2	15,6
Маса початкового сиропу, %	30,8	37,4	38	25,6	37	27,3	31	53	45	38	26
Відносний об'єм початкового сиропу V_k/V_n , %	3,25	2,66	2,63	3,91	2,71	3,66	3,23	1,88	2,22	2,63	3,84

Величина початкового сиропу визначає кількість живильного розчину, який має надходити на уварювання для кожного окремого вакуум-апарату. Процес нарощування кристалів у вакуум-апаратах відбувається в ізогідричних умовах [2], кількість води та міжкристального розчину на цій стадії уварювання залишаються незмінними. Вся сахароза яка надходить в вакуум-апарат разом з живильним розчином переходить в кристалічний стан викристалізувавшись на поверхні кристалів утворених на стадії заведення кристалів (кристалогенерації) [3]. Після заведення кристалів, об'єм продукту у вакуум-апараті відповідає об'єму початкового сиропу.

Таким чином, порівнюючи корисний об'єм вакуум-апарата та об'єм початкового сиропу для вакуум-апаратів ВАМЦ-60 та БМА маємо, що для повного використання корисного об'єму вакуум-апарата ВАМЦ-60 необхідно заповнити 74,6 % корисного об'єму вакуум-апарата, а для БМА — 47 %. За рівних умов ведення процесу та характеристик живильного розчину в цих двох вакуум-апаратах, відносна кількість живильного розчину що надходить на уварювання буде відповідати величині незаповненому об'єму вакуум-апаратів.

Приймаючи до уваги, що критичний вміст кристалів після їх генерування в вакуум-апаратах величина стала, а відносний об'єм нарощування кристалів для вакуум-апарата ВАМЦ-60 буде $V_k/V_n = 100/25,6 = 3,91$, а для БМА — $100/53 = 1,89$ можна стверджувати, що за умов незмінної швидкості кристалізації в першому випадку в вакуум-апараті ВАМЦ-60 викристалізується сахарози на поверхні генерованих кристалів в 2,07 разів більше ніж в вакуум-апараті БМА, внаслідок того, що у вакуум-апараті БМА в 2,07 рази менше надійде цукрового розчину на стадії нарощування кристалів. Залежність відносної кількості живильного розчину витраченого на уварювання на стадії нарощування кристалів наведено на рис. 1.

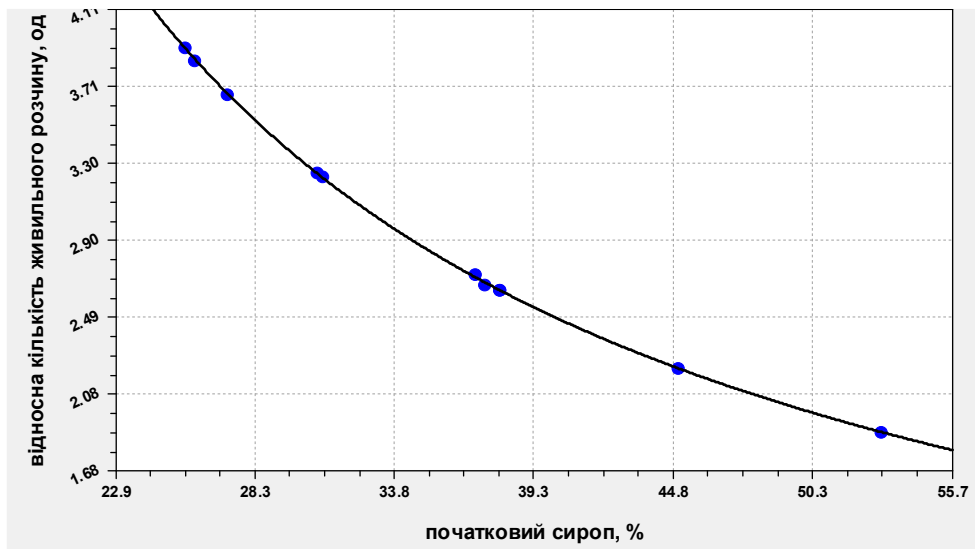


Рис. 1. Відносна кількість живильного розчину необхідного на нарощування кристалів в залежності від початкового сиропу в вакуум-апараті

Зважаючи на приведенний нами аналіз можна стверджувати, що за рівних умов ведення процесу в кінцевому результаті в вакуум-апаратах з меншим початковим сиропом отримують кристали цукру більшого розміру, що особливо важливо для подальшого ефективного процесу центрифугування.

Величина початкового сиропу має вагомий вплив на гранулометричний склад цукру в кінцевому утфелю. Чим менша величина набору початкового сиропу у вакуум-апараті, тим більший середній розмір кристалів цукру в утфелі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Штангеев В.О. «Современные технологии и оборудование свекл.сахарного производства» Ч.2, Штангеев В.О. 2004. — 320 с.
2. Куриленко О.Д., Бажал І.Г. «Переко́нденсация в дисперсных системах», — К: Наукова думка. — 226 с.
3. Кулиниченко В.Р., Мирончук В.Г. «Промышленная кристаллизация сахарных веществ»-К:НУХТ.2012 — 426 с.

Науковий керівник: В.Г. Мирончук

17. ВПЛИВ РОЗМІРІВ КРИСТАЛІВ ЦУКРУ НА ЦЕНТРИФУГУВАННЯ

Є.В. Кравченко

Національний університет харчових технологій

Відомо, що тривалість відділення міжкристального розчину утфелю обернено пропорційна квадрату середнього розміру та однорідності кристалів цукру. Значна нерівномірність кристалів цукру погіршує якість товарного білого цукру.

У разі збільшення середнього розміру кристалів продуктивність центрифуги на етапі відділення міжкристального розчину зростає. За даними праці [1], збільшення середнього розміру кристалів цукру утфелю першої кристалізації на 0,1 мм за коефіцієнта динамічної в'язкості $\mu = 49 \dots 50$ Па·с дає змогу скоротити тривалість відділення міжкристального розчину в середньому на 25 %, а також зменшити кількість плівки на поверхні кристалів і як наслідок витрати промивної води.

Серед найефективніших способів удосконалення процесу одержання цукрових утфелів, що уможливають підвищення середнього розміру кристалів цукру та поліпшення їх гранулометричного складу, треба виділити такі: безперервне введення суміші сиропу і клеровки у вакуум-апарати утфелю першої кристалізації; використання суспензій і затравних паст для заведення центрів кристалізації; одержання утфелю першої кристалізації з використання маточного утфелю.

Найпоширенішим методом є періодичне введення у вакуум-апарат суміші сиропу і клеровки за досягнення коефіцієнта перенасичення міжкристального розчину 1,15...1,18 і до моменту його зниження до 1,02...1,05. Спосіб дає змогу скоротити тривалість одержання утфелю на 22,5 %. Це пояснюється відсутністю періодичного зниження швидкості кристалізації і коефіцієнта теплопередачі, що буває при періодичному підкачуванні.

У сучасних умовах більшість цукрових заводів використовують нові способи заведення центрів кристалізації — за допомогою затравних суспензій. Затравна суспензія — це система, що має рідку фазу і мікрокристали розміром до 20 мкм, отримані подрібненням кристалів цукру певним способом. Основні їх переваги такі:

1. Отримання цукру з рівномірними кристалами;
2. Скорочення тривалості одержання утфелю;
3. Утворення меншої кількості конгломератів, які погіршують якість цукру та утруднюють його центрифугування і висушування;
4. Зниження забарвленості і зольності цукру;
5. Збільшення виходу цукру;
6. Зменшення витрат пари.

Розроблена фахівцями ТОВ «ПРОДТЕХІН» суспензія центрів кристалізації «ПТИ-КРИСТАЛ 4К» призначена в процесі кристалоутворення на початковій стадії утворення утфелів [2]. Рідкою основою є поверхнево-активна речовина, густина розчину якої відповідає густині міжкристалів. Тому вони тривалий час практично не осаджуються.

За даними таблиці 1 видно, що кристали цукру, отримані з використанням цієї затравної суспензії, порівняно з традиційним способом (цукрова пудра) мають кращі якісні характеристики.

Таблиця 1. Дані про гранулометричний склад кристалів цукру залежно від способу заведення центрів кристалізації

Розміри фракцій кристалів цукру, мм	Вміст кристалів цукру певної фракції, % залежно від способу заведення центрів кристалізації		
	З використання цукрової пудри	З використанням рідкотекучої затравної суспензії	
		Дослід 1	Дослід 2
> 2,5	0,42	0,37	0,54
1,6...2,5	3,21	7,38	11,65
1,1...1,6	35,07	37,80	40,55
0,5...1,1	38,68	35,65	31,86
0,2...0,5	21,31	17,97	14,33
> 0,2	1,21	0,93	1,02

Збільшення розміру і однорідності кристалів цукру в утфелі не тільки підвищує ефективність процесу центрифугування за рахунок збільшення виходу кристалічного цукру, зменшення кількості відтоків і збільшення продуктивності центрифуги, а й забезпечує підвищення ефективності кристалізації сахарози в процесі охолодження утфелю останньої кристалізації, зменшує енергетичні витрати на випаровування води у вакуум-апаратах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мирончук В.Г., Підгорний В.М. Розміри кристалів цукру — важливий фактор ефективності центрифугування утфелю// Матеріали наук.-техн. конф. цукровиків України «Підвищення конкурентноспроможності цукрового виробництва». — К.: Нац. асоц. цукровиків України «Укрцукор», 2008. — с.178

2. Негода Ф.В., Мирончук В.Г., Сорока А.А. Жидкотекучая затравочная суспензия — гарантия качества сахарных утфелей // Сахар. — 2005. — %5. — с. 48 – 49

Науковий керівник: В.Г. Мирончук

18. УДОСКОНАЛЕННЯ СУШИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ А1-ОРЧ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Є.В. Хоменко

Національний університет харчових технологій

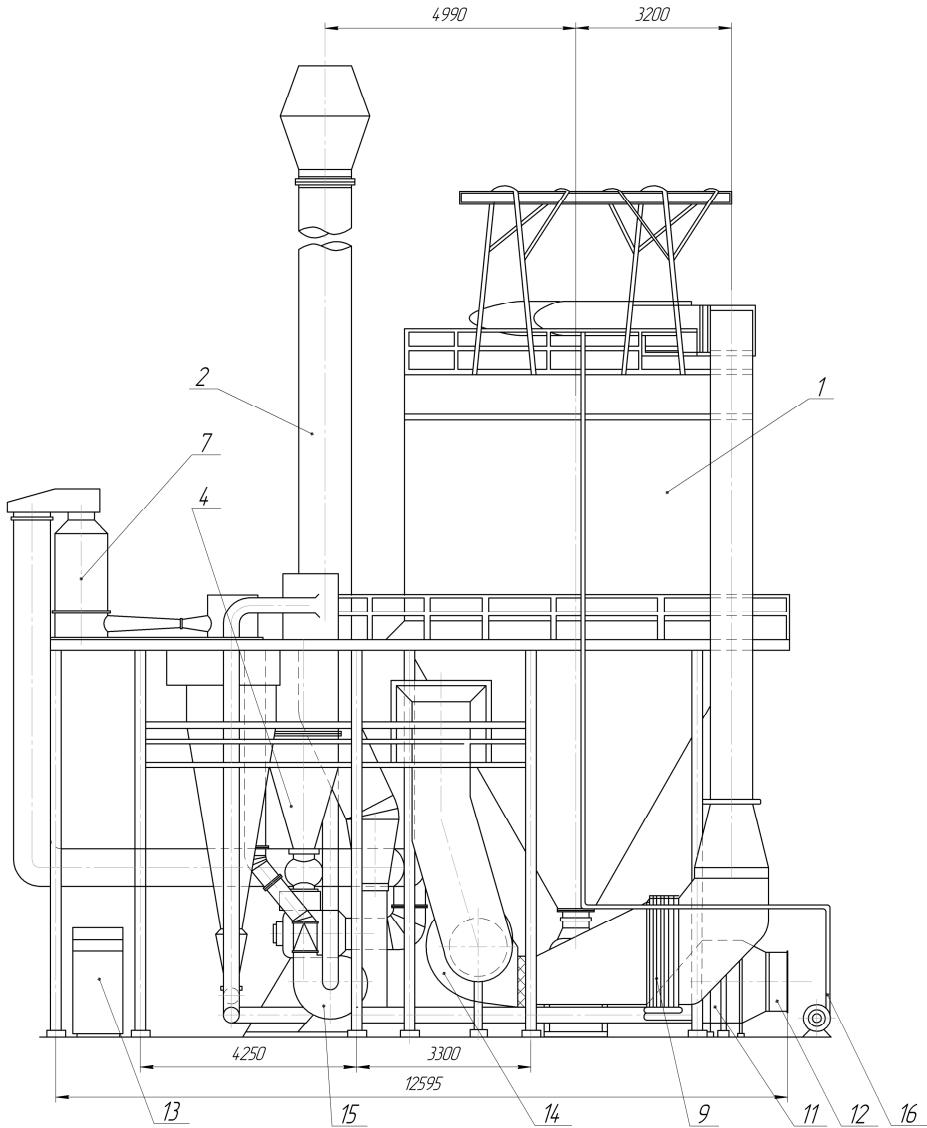
В збалансованому харчуванні велике значення має коров'яче молоко, тому що воно корисне людині у будь-якому віці. Але молоко — продукт, який швидко псується.

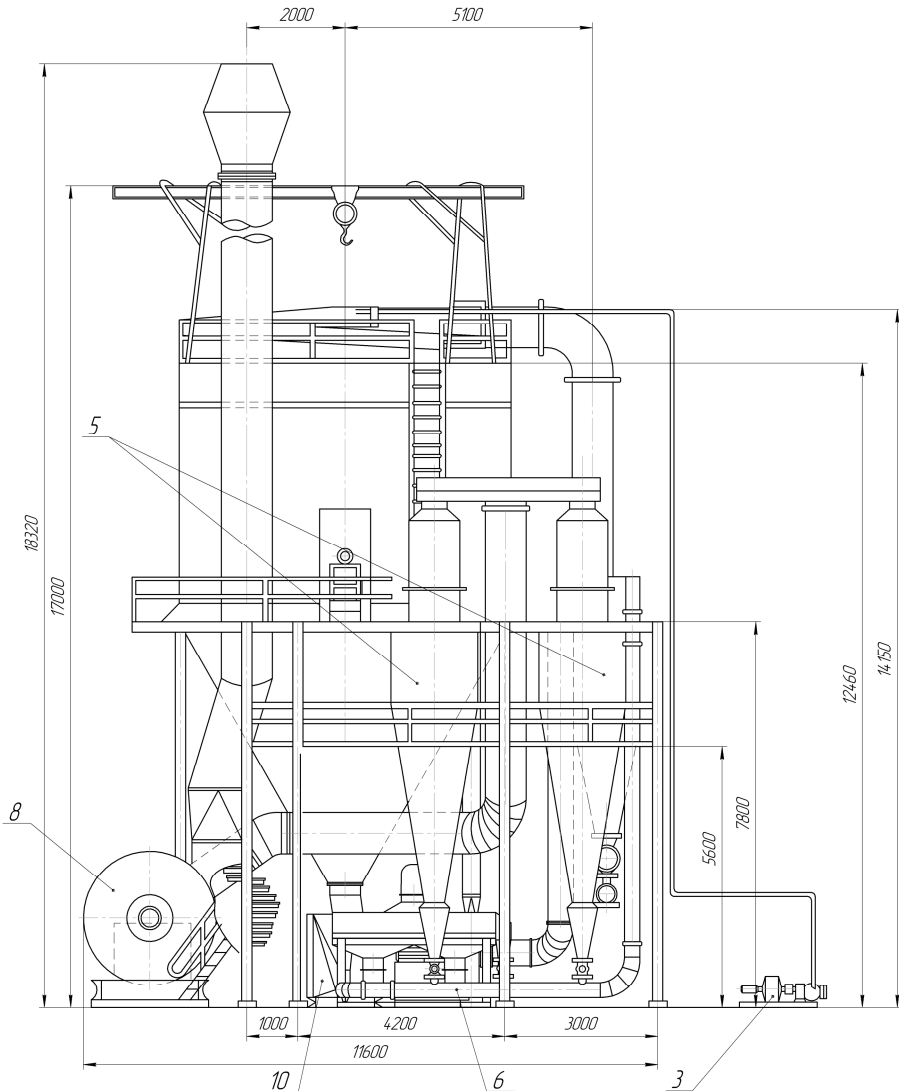
Тому вживання молока у свіжому вигляді можливе лише в місцях його безпосереднього виробництва. Крім того, отримання молока носить регіональний характер, що не дозволяє забезпечити ним у свіжому вигляді для споживачів, які живуть в регіонах з нерозвиненим молочним скотарством, або працюючих в екстремальних умовах (наукові експедиції, віддалені будівництва). Через сезонність виробництва ускладнюється рівномірне постачання протягом року молоком у свіжому вигляді населення великих міст і промислових центрів, неможливе також створення державних продовольчих резервів і експорт молока у свіжому вигляді. Отже, для задоволення перерахованих потреб у молоці, певну його частину необхідно висушувати і в такому вигляді поставляти до споживача.

Для кращої засвоюваності сухого молока потрібно забезпечити його високу розчинність. З цією метою пропонується удосконалення конструкції дискової розпилювальної сушильної установки А1-ОРЧ [1], яка використовується на багатьох вітчизняних підприємствах, шляхом встановлення другої стадії сушіння та пневматичної системи очищення сушильної башти. Сушіння молока в двостадійній сушильній установці проходить в два етапи. Перший етап сушіння проходить за досить короткий час при температурі 180 – 200 °С і продукт висушується до 6 – 8 % вологи [2]. Другий етап досушування до заданої вологості проходить в апараті, який винесений за межі сушильної камери при нижчих температурах — близько 120 °С в секції досушування та 15 °С в секції охолодження. Висушений продукт отримують у вигляді агломерованих часток які мають високу розчинність.

Модернізована сушильна установки працює таким чином. З вакуум-апарата згущене молоко, що пройшло через гомогенізатор, надходить в проміжний резервуар, з якого насосом під тиском подається на розпилювальних диск, що має частоту обертання до 12000 об/хв. Він розпилює згущене молоко по перерізу сушильної башти, в яку зверху подається сухе гаряче повітря, підігріте в нагрівачі. Розпилене в сушильній башті молоко, омивається потоком гарячого повітря, швидко сохне і падає на дно сушильної башти, звідки воно подається на другу стадію сушіння в інстантайзер, де досушується та охолоджується. Повітря з найдрібнішими частинками пилу надходить на очищення в батарею циклонів. За допомогою шлюзових затворів порошок видаляється з циклонів. Очищене від молочного пилу повітря з циклонів відсмоктується вентилятором. Після другої стадії сушіння та охолодження молочний порошок транспортується до системи пневмотранспорту, де додатково охолоджується очищеним повітрям. Повітря підхоплює молочний порошок і передає його в циклон-розвантажувач, що має шлюзовий затвор. Порошок через шлюзовий затвор надходить в бункер, а

повітря подається на доочищення в батарею циклонів. У бункері накопичується порошок, який надходить на автомат для фасування та пакування сухих молочних продуктів в відповідну тару.





Отже, проект модернізації сушильної установки А1-ОРЧ забезпечує випуск більш якісного продукту з меншою вхідною температурою, що призводить до підвищення конкурентоспроможності підприємств молочної галузі та зменшення екологічного навантаження на зовнішнє середовище.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гальперин Д.М. Оборудование молочных предприятий: монтаж, наладка, ремонт. — М.:МВО Агропромиздат., 1990 — 351с.
2. Якуба О.Р. Інтенсифікація процесу сушіння харчових продуктів / О.Р. Якуба, М.Ю. Савченко // Вісник СНАУ. Серія тваринництво — 2006. — № 10. — С. 140 – 144.

Науковий керівник доц. С.Ю. Лементар

19. МОДЕРНІЗАЦІЯ ВАКУУМ-АПАРАТУ МАРКИ А2-ПВЕ-60

Д.О. Атрощенко, Д.М. Люлька

Національний університет харчових технологій

Вакуум-апарат для кристалізації цукрових розчинів містить вертикальний циліндричний корпус, підвісну гріючу камеру з центральною циркуляційною трубою та механічним циркулятором у вигляді лопатевої мішалки на вертикальному валу з верхнім приводом, патрубком подачі розчину в вакуум-апарат та патрубком відведення готового продукту [1, 2, 3]. Для подачі цукрового розчину в вакуум-апарат [4] додатково виконано патрубок, який розміщений концентрично вертикальному валу циркулятора. Нижній торець патрубка розташований на рівні верхніх кромek лопатей циркулятора, а верхній — знаходиться вище рівня цукрового розчину, що уварюється.

Вакуум-апарат (рис. 1) складається з вертикального циліндричного корпусу 1, вбудованої підвісної трубчастої гріючої камери 2 з центральною циркуляційною трубою 3, до якої підводиться гріюча пара через патрубок 4. Цукровий розчин подається в вакуум-апарат через патрубок 5, через який цукровий розчин надходить в додатковий патрубок подачі цукрового розчину 6, який безпосередньо направляє потік сиропу в зону дії лопатевої мішалки 7, що знаходиться на вертикальному валу 8 з'єднаного з приводом 9. Відведення готового продукту проводиться через патрубок 10 в нижній частині апарата.

Вакуум-апарат працює наступним чином: вакуум-апарат заповнюється свіжим сиропом через патрубок 5 та додатково виконаний патрубок подачі цукрового розчину 6 до покриття ним парової камери 2. Після цього через патрубок подачі пари 4 здійснюється подача в парову камеру гріючої пари та починається процес уварювання розчину. Заповнення розчину проводиться до визначеного об'єму. Процес уварювання сиропу супроводжується нарощуванням кристалів. Якісний кристал можна отримати при якісному та інтенсивному змішуванні порцій сиропу, який подається, та розчину, що знаходиться в вакуум-апараті. Цю функцію виконує додатковий патрубок подачі цукрового розчину 6, який виконано концентрично вертикальному валу циркулятора, причому його нижній торець розташований на рівні верхніх 2 кромek лопатей циркулятора, а верхній торець знаходиться вище рівня цукрового розчину, що уварюється. подача цукрового розчину проходить безпосередньо на лопаті циркулятора 7, який створює переміщення утфельної маси всередині апарата. Подальша підкачка свіжого сиропу в апарат здійснюється періодично до заданого рівня. Після нарощення кристалів цукру до 5 відповідної величини, відбувається вивантаження продукту через патрубок 10.

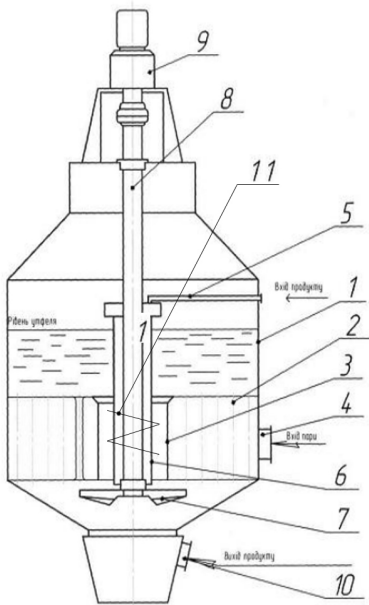


Рис. 1. Модернізований вакуум-апарат для кристалізації розчинів

Для покращення якості вихідного продукту пропонується додатково прикріпити до валу циркулятора шнек 11, який розташований в циркуляційній трубі граючої камери. Цей шнек нагнітає цукровий розчин на лопаті циркулятора, покращить роботу основного лопатевого циркулятора по переміщенню розчину в вакуум-апараті, що призведе до зменшення часу уварювання утфелю.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гребенюк С.М.* Технологическое оборудование сахарных заводов. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
2. *Азрилевич М.Я.* Оборудование сахарных заводов. — М.: Легкая и пищевая промышленности, 1982.
3. *Мирончук В.Г.* Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. — Вінниця: Нова книга, 2001.
4. *Пономаренко В.В.*, Патент на корисну модель № UA 75308 U Україна, МПК (2012.01) Вакуум-апарат для кристалізації цукрових розчинів, Бюл.№ 22, 2012 р., Пономаренко В.В., Люлька Д.М., Тимець С.Ю.

Науковий керівник: В.В. Пономаренко

20. МОДЕРНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ДИФУЗІЙНОГО АПАРАТУ ПОХИЛОГО ТИПУ DC-8

М.Г. Кадиков, Д.М. Люлька

Національний університет харчових технологій

На даний момент виробництво цукру з буряків в Україні знаходиться у стані занепаду, хоча для нормального функціонування даної промисловості наша країна має всі необхідні фактори: сприятливі кліматичні умови, вигідне географічне положення та наявність якісних ґрунтів для вирощування буряків.

Причинами цього кризового становища є фізично і морально застаріле обладнання, яке використовується, а також плачевне становище сільськогосподарського виробництва.

Основними шляхами підвищення ефективності цукрового виробництва є всебічна інтенсифікація, прискорення науково-технічного прогресу, подальший ріст продуктивності праці. Інтенсифікація цукрового виробництва можлива тільки на основі розвитку науки, впровадження нової техніки і технології у виробництво, нових методів господарювання [1].

Важливою задачею для працівників бурякоцукрової галузі є удосконалення технологічної схеми і модернізації застарілого обладнання такого як дифузійний апарат типу DC-8 з метою підвищення якості дифузійного соку, зменшення собівартості цукру при високих якісних показниках [1, 2, 3], оскільки за контрольними показниками (кольоровість у кристалічному вигляді та в розчині, вмістом золи) цукор вітчизняного виробництва поступається вимогам діючим в ЄС.

Оскільки актуальною є модернізація вже діючого обладнання, то пропонується спосіб удосконалення дифузійного апарату польського виробництва DC-8 [4] (продуктивністю 2000 тонн буряків на добу), який широко використовується на цукрових заводах України і СНГ.

Апарат працює наступним чином. Стружка подається в бункера апарату, після чого, захоплена витками шнеків стружка рухається вгору до вивантажувального черпачного колеса. Назустріч їй, протитечію рухається вода, що подається через колектор. Сокостружкова суміш в середніх секціях апарату нагрівається до температури 72 – 74 °С. Сік з такою температурою у нижній частині обмінюється теплотою зі стружкою ($t = 5 - 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$), охолоджується і виводиться з апарату на виробництво.

Одним із недоліків даного апарату є те що, при проходженні стружки вздовж апарату, вона прилипає до внутрішньої поверхні корита, в результаті чого час перебування стружки в дифузійному апараті збільшується і пружність стружки втрачається. Час перебування бурякової стружки в дифузійному апараті приблизно 80 хвилин. Якщо ж час перебування збільшується, то після того, як зі стружки вилучили сахарозу, починають переходити в дифузійний сік всі нецукри і як наслідок, знижується його якість.

Суть удосконалення дифузійного апарату полягає в модернізації транспортної системи, шляхом розміщення на зовнішньому витку шнеків гумових смуг (рис. 1) для очищення теплообмінної поверхні корпусу, що дозволить покращити прогрівання сокостружкової суміші в апараті. Крім того стружка не буде прилипати до внутрішньої поверхні корита, а, отже, не буде затримуватись в екстракторі на час більший ніж потрібно, результатом чого стане підвищення якості дифузійного соку.

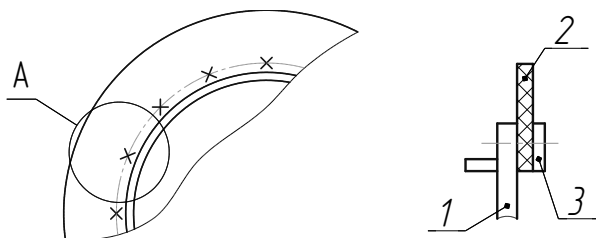


Рис. 1. Модернізований зовнішній виток шнека транспортної системи:

1 — виток шнека, 2 — гумова смуга, 3 — прижимна пластина

ЛІТЕРАТУРА

1. *Азрилевич М.Я.* Оборудование сахарных заводов. — М.: Легкая и пищевая промышленности, 1982. — 392 с.

2. *Гребенюк С.М.* Технологическое оборудование сахарных заводов. — М.: Легкая и пищевая промышленности, 1983. — 520 с.

3. *Мирончук В.Г.* Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. — Вінниця: Нова книга, 2001. — 576 с.

4. *Люлька Д.М.*, Патент на корисну модель №65987 У Україна, С13В 10/08 (2011.01) Дифузійний апарат нахиленого типу. Бюл. № 24, 2011 р., Люлька Д.М., Пономаренко В.В., Люлька О.М.

Науковий керівник: В.В. Пономаренко

21. МОДЕРНІЗАЦІЯ ОШПАРЮВАЧА БУРЯКОВОЇ СТРУЖКИ ПНА-2

С.О. Якименко, Д.М. Люлька

Національний університет харчових технологій

Одним із основних технологічних процесів бурякоцукрового виробництва є отримання дифузійного соку. Цей процес проходить в дифузійних установках, які складаються з дифузійної колони і ошпарювача [1,2].

Колонні дифузійні установки різної продуктивності вітчизняного і зарубіжного виробництв набули широкого розповсюдження в цукровій промисловості України, Росії та інших країн, чому сприяла можливість отримання техніко-економічних показників, рівноцінних показникам установок інших типів при оптимальних умовах експлуатації. Однак для вибору оптимальних режимів експлуатації авторами пропонується, з врахуванням місцевих умов, різні способи оптимізації, які відрізняються як дійсністю методів, так і їх аргументацією. Такі режими навряд чи можна віднести до оптимальних, оскільки вони не постійні і, скоріш за все, відносяться до раціональних для конкретних умов.

Розповсюджені типи колонних дифузійних установок відрізняються продуктивністю, розмірами ошпарювачів і колон, кількістю лопатей і контролопатей, розмірами і частотою обертання трубовалу, кратністю циркулюючого в системі екстрагента, інерційністю системи та ін. [1,2,3].

Актуальним є удосконалення конструкції ошпарювача, від роботи якого залежить стабільна та оптимальна робота дифузійної колони.

Ошпарювач бурякової стружки (рис. 1) складається з циліндричного корпусу 1. В середині корпусу розміщено шнек для перемішування та транспортування бурякової стружки. Над корпусом з однієї сторони встановлена горловина (шахта) 2 для подачі стружки. Торцева поверхня циліндру корпусу, зі сторони завантаження стружкою, виконана із лобового сита 3 — для відбору дифузійного соку на подальшу обробку через штуцер 4. На верхній частині корпусу буде встановлено додаткове сито з коробом 5, яке використовують для відбору піни.

Провівши аналіз ошпарювача ПНА-2, було встановлено, що для оптимальної його експлуатації і стерильного стану всієї установки значну роль відіграє піноутворення. Піна може утворюватись, наприклад через гази, які вивільняються при денатурації бурякових клітин, чи при переробці недозрілих чи пошкоджених мікроорганізмами буряків. Піна погіршує нагрівання бурякової стружки і вона не встигає пройти ошпарювання.

Отже була запропонована модернізація [4], суть якої полягає в встановленні цільового сита з коробом в верхній частині теплообмінної камери. Піна з ошпарювача буде видалятися через це сито і направлятиметься в окрему ємність для гасіння піни.

Отже, внаслідок запропонованої модернізації буде збільшено ефективність екстрагування сахарози з бурякової стружки.

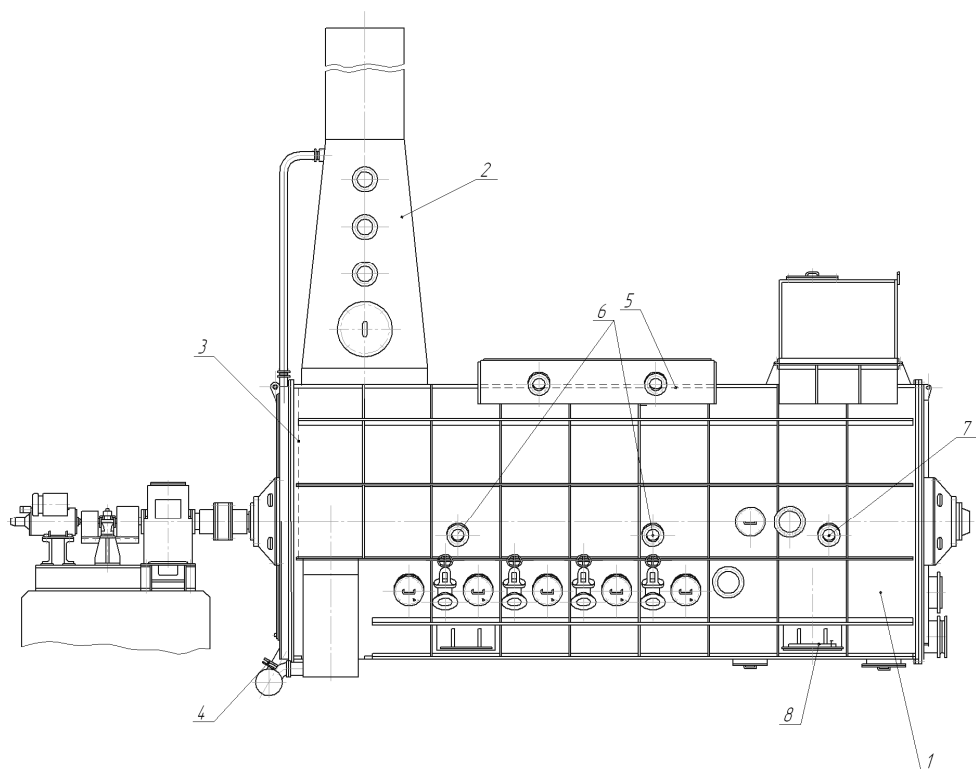


Рис. 1. Модернізований ошпарювач бурякової стружки

ЛІТЕРАТУРА

1. *Азрилевич М.Я.* Оборудование сахарных заводов. — М.: Легкая и пищевая промышленности, 1982. — 392 с.
2. *Гребенюк С.М.* Технологическое оборудование сахарных заводов. — М.: Легкая и пищевая промышленности, 1983. — 520 с.
3. *Засць Ю.С., Осадчий Л.М.* Опис до деклараційного патенту на винахід «Ошпарювач бурякової стружки», 17.11.2003, Бюлетень № 11, 2003 р.
4. *Пушанко М.М., Серьогін О.О.*, Опис до деклараційного патенту на винахід «Ошпарювач бурякової стружки», 15.11.2001, Бюлетень № 10, 2001 р.

Науковий керівник: В.В. Пономаренко

22. МОДЕРНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ОШПАРЮВАЧА ПНА-3 ШЛЯХОМ ЗМІНИ КОНСТРУКЦІЇ ЛОПАТЕЙ

Д.Ю. Ятлук, Д.М. Люлька

Національний університет харчових технологій

Найважливішою стадією процесу екстрагування цукру з буряків є попередня теплова обробка стружки, без якої неможливо в виробничих умовах вилучити цукор. Від якісної початкової теплової обробки залежать втрати цукру на дифузії [1], чистота і рН дифузійного соку.

Попередня теплова обробка бурякової стружки робиться для того, щоб зруйнувати перешкоди переміщенню цукру всередині бурякової тканини і суттєво вплинути на інтенсифікацію процесу внутрішньої дифузії.

Попередня теплова обробка бурякової стружки здійснюється в ошпарювачах, передошпарювачах [1,2] або головній частині дифузійного апарата.

Обов'язковими є вимоги нагріти стружку в найкоротший час (за 8... 10 хвилин процесу) до температури 68...75 °С (в залежності від стану бурякової тканини). Ці параметри (час і температура) необхідні для денатурації білків і придушення діяльності мікроорганізмів, що розкладають сахарозу.

Надалі швидко протягом 8... 10 хвилин зниження температури до 70...68 °С, при якій швидкість вилучення цукру близька до максимуму, а розкладання сахарози (гідроліз пектинів та ін.) залишаються помірним.

Нарешті, на завершальній стадії процесу екстрагування (10... 15 хвилин) температура повинна бути знижена до 50...55 °С, так як цукру у буряковій стружці вже мало і висока температура буде сприяти значному переходу в екстрагент нецукрів.

Для інтенсифікації процесу ошпарювання необхідно збільшити масовіддачу, площу контакту фаз та рушійну силу процесу. Коефіцієнт масовіддачі в таких апаратах збільшується за рахунок кращого перемішування стружки різної якості, підвищення температури процесу ошпарювання в теплообмінній частині і регулювання співвідношення мас стружки та циркуляційного соку.

Масовіддача від поверхні стружки до соку залежить від великої кількості факторів, в першу чергу від розміру, форми, пружності твердої частини та стану її поверхні, температури і фізичних властивостей дифузійного соку, конструктивних особливостей апаратів, в яких проводиться процес.

Для розроблення нових конструкцій ошпарювачів необхідно забезпечувати протікання процесу в протитоці і при мінімальних витратах мас, а також створювати умови для екстрагування більшої кількості сахарози [3].

Провівши аналіз існуючих типів ошпарювачів, виявлено недолік в транспортній системі. Тому для покращення транспортування стружки та зменшення налипання на стінках апарату в «мертвих» зонах (зонах між лопатями мішалки ошпарювача) пропонується (рис. 1) встановити на лопатях мішалки витки стрічкового шнеку у вигляді пластин з ребрами жорсткості. Це буде запобігати перегріванню стружки та розкладання в ній сахарози та розварювання самої бурякової стружки.

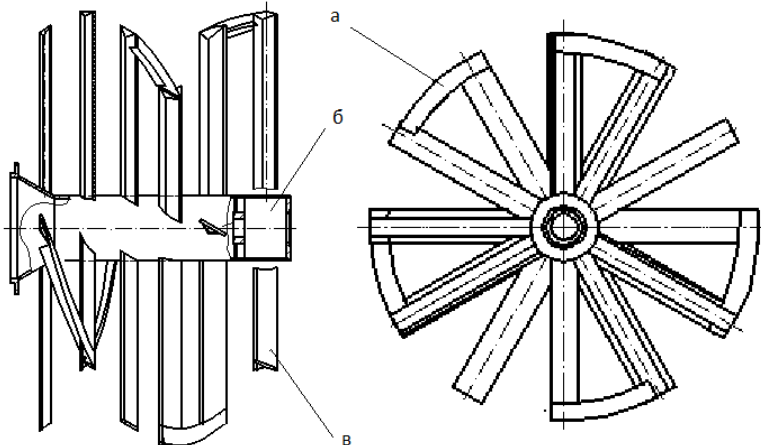


Рис. 1. Модернізована частина транспортної системи ошпарювача:
а — витки стрічкового шнека, б — трубовал, в — лопаті мішалки ошпарювача

ЛІТЕРАТУРА

1. Харламов С.В. Практикум по расчету и конструированию машин и аппаратов пищевых производств. — Л.: Агропромиздат. 1991. — 255 с.
2. Гребенюк С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 520 с.
3. Серьогін О.О. Деклараційний проект на винахід Ошпарювач стружки UA 43288 A 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001.

23. ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ВАЖКИХ ДОМШОК В ПОТОЦІ РІДИНИ

О.В. Яремчук, Д.М. Люлька

Національний університет харчових технологій

Недоліком існуючих конструкцій каменевловлювачів є незадовільне видалення таких мілких домішок як пісок із апарата тому що вони після сепарації в перфорованому барабані транспортуються зовнішніми шнековими витками по коритоподібному днищу, та внаслідок наявності між витками шнеку і корпусом зазору мілкі домішки виносяться потоком рідини з обладнання [1,2].

Уникнути цього недоліку можна шляхом встановлення на валу концентрично двох барабанів, при чому першу половину внутрішнього барабану із сторони руху суміші виготовити суцільною а другу перфорованою, причому зовнішній барабан виготовити суцільним з діаметром що дорівнює діаметру зовнішніх витків шнеку.

Ротаційний вловлювач важких домішок в потоці рідини складається з зварного коритоподібного корпусу 1 і двох концентричних барабанів 2, 3 закріплених на валу 4 двома рядами трубчастих шпиль 5. Вал встановлений в двох підшипникових вузлах 6 і приводиться в рух приводом. Перша половина внутрішнього барабану 2 зі сторони руху суміші виготовлена суцільною а друга перфорованою. На зовнішній поверхні цього барабану закріплені стрічкові витки шнеку 7, а на внутрішній — витки 8. Зовнішній барабан 3 виготовлений суцільним.

З боку руху буряководяної суміші до барабану прикріплений кільцевий приймальник 9, який має три кармани 10, 11 і 12 вивантаження важких домішок. Кармани з'єднані отворами 13 з внутрішньою порожниною барабану та порожниною між двома барабанами 14. Кільцевий приймальник з карманами одночасно є і вивантажувачем уловлених домішок з потоку у лоток 15.

Згідно запропонованої модернізації ротаційний вловлювач важких домішок в потоці рідини працює наступним чином. Суміш води і коренеплодів разом з домішками, рухаючись по гідротранспортеру з певною швидкістю. Після входження потоку в каменеловушку швидкість починає спадати за рахунок розширення потоку та гідравлічних опорів що створюються елементами каменеловушки, при цьому тяжкі домішки осідають на внутрішній поверхні барабану, а буряк залишається в потоці і переміщується далі по гідротранспортеру. Але у першій частині апарату швидкість руху суміші ще висока тому відбувається осадження тільки найбільших домішок (камінців), тому доцільним є виготовлення перфорованою тільки другої частини барабану. При обертанні барабану внутрішні витки шнеку 8 переміщують великі важкі домішки (камінці) проти

поток суміші коренеплодів і води до розширеної частини барабана. Одночасно по зовнішніх витках шнеку 7 транспортують до колеса для приймання і вивантаження домішок дрібні домішки (пісок), що проникли через отвори перфорованого барабана і осіли на зовнішньому обертовому барабані.

Кармани 10, 11 і 12, що обертаються разом з барабаном, по чергово занурюються і виходять з залитої водою частини барабана каменеуловлювача. При цьому в кармани через отвори 14 з'єднані з простором між барабанами потрапляє пісок, що осів на зовнішньому барабані і транспортувався по зовнішніх витках шнеку, а через отвори 13 — камінці, що транспортувались внутрішніми витками шнеку проти руху суміші у апараті.

При обертанні барабана вода проходить через напівкільцевий рукав карману і викидається фонтаном у внутрішню частину каменеуловлювача через отвір 13. Завдяки висхідному потоку води коренеплоди не можуть осідати в карманах каменеуловлювача. При подальшому обертанні барабана камінці і пісок піднімаються вгору, висипаються на лоток 15 і виводяться.

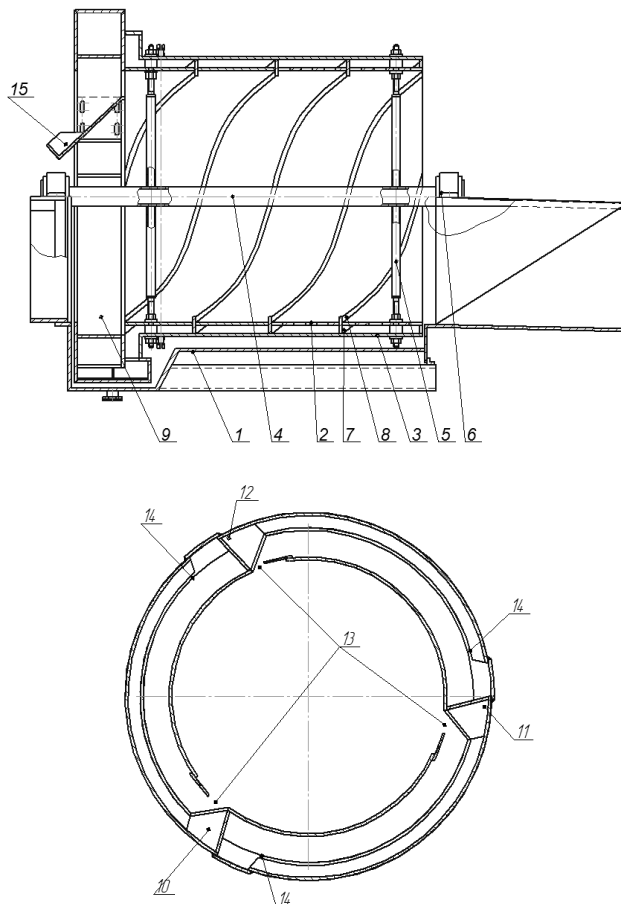


Рис. 1. Каменеуловлювач

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гребенюк С.М.* Технологическое оборудование сахарных заводов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Легкая и пищевая пром — сть, 1983. — 520 с.
2. *Востоков А.И., И.П. Лепешкин, А.В. Будный.* Расчет технической мощности оборудования и сооружений свеклосахарных заводов. 1965. — 512 с.

Керівник: В.В. Пономаренко

24. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНА В СУШИЛЬНИХ КОМПЛЕКСАХ

Я.В. Гарматій

Національний університет харчових технологій

Сушіння зерна в сучасних зерносушарках включає процеси нагрівання і охолодження зерна, які проходять з різною продуктивністю. Способи нагрівання зерна висвітлені в багатьох дослідженнях, ввійшли в підручники. Процес охолодження зерна в зерносушарках досліджено недостатньо, хоча його значення для зневоднення зерна не менше, ніж нагрівання.

Процеси нагрівання і охолодження зерна достатньо інерційні, вимагають певного часу через низьку тепло- і температуропровідність зерна. Недостатнє охолодження зерна викликало зниження продуктивності сушарок. Процес охолодження є лімітуючим, таким, що знижує продуктивність процесу сушіння.

Ефективність процесу охолодження в загальному процесі зневоднення зерна більша ніж процесу нагрівання, оскільки при охолодженні градієнти волого- і теплопровідності направлені в одну сторону (назовні) і це інтенсифікує процес зневоднення.

Розробники сушарок намагаються інтенсифікувати як процес нагріву, так і процес охолодження зерна в сушарках [1]. Процес нагрівання зерна вдалось прискорити в рециркуляційних сушарках, в яких температура агента сушіння досягає 300 – 370°C при 100 – 160 °C в прямоточних шахтних сушарках. Експозиція нагрівання в рециркуляційних сушарках зменшилась до 2 – 3 с і зняття вологи в цій зоні склало 27 – 31 % від загального. Зате в зоні проміжного охолодження одержано зняття вологи 51 – 57 %, в зоні заключного охолодження — 13 – 19 % від загального зняття вологи. В сушарках ДСП в зоні нагрівання зняття вологи склало 81 – 89 %, в зоні охолодження — 11 – 19 %.

Задача прискорення процесу охолодження виявилась більш складною, ніж процес прискорення нагрівання зерна. Якщо для нагрівання зерна достатньо збільшити температуру агента сушіння, то для інтенсивного охолодження неможливо зменшити температуру охолоджуючого повітря, оскільки відбудеться конденсація вологи на зерні і його знову прийдеється сушити. Крім того, штучне охолодження повітря дороге, енергозатратне.

Отже, зменшення часу охолодження зерна або зменшення об'єму шахт для охолодження ускладнюється інерційністю процесу, низькою теплопровідністю зерна. Тому було проаналізовано шляхи інтенсифікації процесу охолодження.

Враховуючи те, що при охолодженні зерна проходить значно більше зняття вологи, ніж при нагріванні і збільшення цієї різниці неможливе через межу нагрівання зерна (50 – 60°C), то за рубежом [2] пропонується режим драй аерації (сушити і

вентилювати), тобто після нагрівання проходить довге відлежування (8 – 12 годин) і повільне охолодження атмосферним повітрям (12 – 15 годин). В цьому випадку досягається економія тепла за рахунок більш повного використання випаровування при охолодженні, але процес сушіння значно подовжується, збільшуються об'єми бункерів (силосів) для проведення сушіння. Щоб зменшити цей недолік пропонується для заключного охолодження використовувати виносні охолоджувачі (окремі бункери, силоси, активне вентилявання). Якщо при звичайних режимах сушіння на випаровування 1 кг вологи потрібно 5028 – 5238 кДж, то при драй аерації — 3352 – 3771 кДж, тобто на 40 % менше. Фірма Sesima (Франція) вказує, що цей показник можна знизити до 2724 – 2807 кДж за рахунок повної утилізації теплоти.

При попередньому охолодженні не повністю використовується теплота випаровування за рахунок обмеженої камери, але при заключному охолодженні об'єм камери можна збільшити за рахунок виносного охолоджувача, наприклад, вентиляюмого бункера, силоса [3]. Таким чином, стане можливим не повністю охолоджувати зерно в сушарці, а процес охолодження зерна, тобто випаровування вологи буде продовжено у виносному охолоджувачі і тим ліквідувати стримування продуктивності сушарки за рахунок недостатнього охолодження.

Вказують [3], що у виносному охолоджувачі можливе зняття вологи в розмірі 2 – 3 %, тобто недосушувати (недоохолоджувати) зерно в сушарці, краще використати тепло на випаровування, не підводячи додатково тепла, а додати деякі витрати електроенергії на привід вентилятора зовнішнього повітря для охолоджувача. Вважають достатньою подачу повітря в охолоджувач в кількості 40 – 60 м на 1 м зерна. Вказана кількість підігрітого повітря з низьким вмістом вологи може бути направлена на попередній підігрів сирого зерна і тим самим зменшити втрати повітря з відпрацьованим агентом сушіння.

Таким чином, не маючи можливості інтенсифікувати процес охолодження зерна за рахунок більш холодного повітря доведена можливість інтенсифікації цього процесу за рахунок більшої кількості повітря, подовження процесу охолодження в виносних вентиляюмих бункерах, не міняючи конструкцію і режими роботи сучасних сушарок.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Шаповаленко О.І. Сушіння зерна: конспект лекцій. — К.: НУХТ, 2007.
2. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна. — М.: «Колос», 2004. — 240с.
3. Гапонюк І.І. Модернізація чи заміна сушарки // Хранение и переработка зерна — 2007 — № 6 — С.23 – 26

Керівник: доц. П.Г. Черниш

25. ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ЗАМІСУ ТІСТА НА ТІСТОМІСИЛЬНИХ МАШИНАХ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

В.В. Михеєнко

Національний університет харчових технологій

В хлібопекарській, макаронній і кондитерській промисловості на різних етапах технологічного процесу широко застосовуються місильні машини. Процес замісу

може здійснюватися з різною інтенсивністю, частотою дії робочого органа і тривалістю в залежності від конструкції змішувача і якостей обробляючих компонентів. Інтенсифікація робочих процесів в змішувальних камерах сприяє значному скороченню процесу бродіння і підвищення якості готової продукції [1].

В сучасній промисловості виробництва хлібних продуктів найбільш характерним є випуск борошняних хлібобулочних виробів. Їх виготовляють із сумішей різних видів борошна з додаванням води, дріжджів, кухарської солі, цукру, та інших інгредієнтів. Характерною особливістю цієї групи сумішей є те, що тривалість їх змушування не перевищує 25 хв [2]. Крім раціональних механічних впливів при замісі необхідно виконувати оптимальні температури і структуроутворення [3,4], яке має забезпечити притік питомих компонентів до клітин бактерій і необхідні волого — та газообмін.

В останні роки залишається актуальною проблема по впровадженню нових технологій, інтенсифікації процесів, підвищення продуктивності і рентабельності виробництва та покращанні якості готової продукції.

Одним із методів прискорення процесу дозрівання тіста і покращання якості хлібопекарських виробів є посилення механічна обробка тіста при замісі, що дозволяє вплинути на його структуру і фізико-хімічні показники.

В більшості цих систем тісто готують на безперервно діючих тістомісильних машинах А2-ХТТ [4]. Загальний час виробничого циклу одержання готового хліба складає біля 6-8 годин. При підготовці і організації роботи виробництва в одну або дві зміни дуже важливо, який технологічний процес приготування тіста вибрати. Вибраний процес повинен забезпечити швидке зупинення робочого процесу і таке ж оперативне його відновлення.

В роботі реалізовано науково обґрунтований підхід до визначення параметрів механізму, який покращує інтенсивне замішування на безперервно діючій тістомісильній машині при замішуванні житньо-пшеничного тіста.

Завдяки урахуванню суттєвих конструктивно-технологічних особливостей процесу інтенсивного замішування пшеничного та житньо-пшеничного тіста вдосконалено математичну модель режиму процесу замішування тіста і поведінки тіста при подальшому технологічному процесі.

Подано рекомендації щодо інтенсифікації безперервно діючої тарілчастої тістомісильної машини, в якій основна частина енергії, яка споживається, витрачається власне на замішування, а застосування модернізованих гальмівних лопатей, які забезпечують раціональні параметри замішування, не викликають при цьому небажаного нагріву тіста.

Запропонований покращений ефективний місильний орган для інтенсивного замішування тіста на безперервно діючій тістомісильній машині. При цьому скорочуються виробничі площі, витрати на утримання та експлуатацію обладнання. Тривалість технологічного процесу після замішування скорочується, як наслідок — здешевлюється собівартість продукції та організація роботи виробництва в одну або дві зміни.

Збільшення частоти обертання від $4,5 \text{ с}^{-1}$ та тривалості замішування від 120с місильних органів приводить до розрідження і злипання тіста, що веде до збільшення тривалості бродіння. Проведено порівняння значень частоти обертання та тривалості замішування місильних органів». Установлено, що раціональні параметри для дискового та тарілчастого місильних органів — 250 – 270 об/хв. і час замішування 120с, а для гвинтового — 200 об/хв. Перевищення цієї межі під час замішування тіста недоцільне.

В результаті даної роботи показано, що удосконалення місильного органу та будови місильної камери є одним з перспективним напрямків інтенсифікації процесу замішування тіста. Основні вимоги пропонованої конструкції: забезпечення раціональних параметрів процесу в робочій камері машини в цілому, високу експлуатаційну надійність, забезпечити оптимізацію процесу замішування тіста за рахунок раціональних параметрів робочих місильних органів і гальмівних лопатей, де коефіцієнт корисної дії дуже високий і не сприяє збільшенню Ап.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Мирончук В.Г., Пушанко М.М., Яровий В.Л.* на ін.. Обладнання підприємств харчової та переробної промисловості — Вінниця: Нова книга, 2007, — 642 с.
2. *Стадник І.Я.* Дисертація «Підвищення інтенсифікації роботи тарілчастої тістомісильної машини безперервної дії» — К.:Наукова думка, 2005, — 129 с.
3. *Дробот В.І.* Технологія хлібопекарського виробництва — К: Логос, 2002, — 365с.
4. *Лисовенко А.Т.* Смесительные машины в хлебопекарной и кондитерской промышленности — К:Урожай, 1990, — 200с.

Керівник: І.М. Миколів

26. МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПОТОКІВ У ВАКУУМ-АПАРАТАХ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

Р.С. Прозор

Національний університет харчових технологій

Одним із найважливіших чинників, що суттєво впливає на режим роботи вакуум-апарата, є швидкість циркуляції утфеля [1]. Оскільки гідродинамічна ситуація в періодично діючих вакуум-апаратах безперервно змінюється на протязі циклу уварювання, то швидкість циркуляції також помітно коливається і поступово зменшується в кінці уварювання утфелю до мінімуму. Інтенсифікувати цей процес можна методом вдування пари в кип'ятильні труби [2]. Підвищення швидкості циркуляції утфеля при вдуванні пари відбувається внаслідок збільшення середнього паровмісту в кип'ятильних трубах. Крім того, вдувати великі кількості пари є економічно недоцільно [3].

В залежності від зміни значень теплового потоку, швидкості циркуляції визначені оптимальні режими роботи утфельних вакуум-апаратів, змодельовані гідродинамічні потоки. Виконано аналіз роботи вакуум-апаратів, обладнаних різноманітними пристроями для інтенсифікації процесів теплообміну і гідродинаміки в них.

Нашими лабораторними дослідженнями з визначення впливу введеної ззовні водяної пари на процес випарювання показано, що вже на першій стадії уварювання цукрового утфелю (до заведення кристалів) введення ззовні водяної пари інтенсифікує процес уварювання цукрового сиропу. Наведені фактори призводять до зменшення часу уварювання: цукрового сиропу.

Для зменшення конгломерацій кристалів цукру велике значення має стадія заведення кристалів. В цей період рекомендується підтримувати максимально можливу циркуляцію [4], завдяки чому розподіл у всьому об'ємі вакуум-апарата

введеної ззовні затравки відбувається більш рівномірно. Це підтверджується нашими лабораторними та промисловими дослідженнями.

Введення ззовні водяної пари також призводить до зменшення часу заведення кристалів а також часу досягнення критичної концентрації кристалів в утфелі ($K_p = 7...16 \%$), а перемішування внаслідок введення ззовні водяної пари збільшує швидкість утворення центрів кристалізації. Наслідком цього є поліпшення гранулометричного складу цукру, тобто кристали будуть більш рівномірними, а кількість «муки» зменшиться [5].

Запропонований спосіб інтенсифікації уварювання утфеля шляхом вдування пари в апарат, полягає в наступному: введення пари здійснюється струминами з такою швидкістю, яка дозволяє диспергувати пар, змішуючи їх з утфелем; витрата пари, що вдувається, підтримується в оптимальних значеннях для кожної стадії уварення; в розподільчому колекторі підтримується значно більший тиск пари, що вдувається, ніж у вакуум-апараті; розподільчий пристрій виконується таким чином, щоб не створювати додаткового гідравлічного опору циркулюючому утфелю і застійних зон; напрямку руху струмини пари, що вдувається, створюється таким, щоб їхня інжекційна дія створювала якомога більший додатковий русійний напір.

Моделювання та дослідження гідродинамічних особливостей руху утфелю під впливом введення ззовні парової фази в залежності від її кількості проводили за допомогою програмного комплексу FlowVision [7].

Базуючись на отриманих дослідних даних та визначених оптимальних режимах протікання процесу була розроблена конструкція пристрою з розподільчою камерою і розподільчим колектором. При цьому досягається більш рівномірний розподіл пари, що вдувається, між кип'ятильними трубками, а також більш рівномірна циркуляція утфеля в апараті.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гулый И.С.* Непрерывная варка и кристаллизация сахара. — М.: Пищевая пром-сть, 1976. — 268 с.

2. *Гаряжа В.Т.* Интенсификация процесса уваривания утфелей / Горяжа В.Т., Кулинченко В.Р., Артюхов Ю.Г., Дидушко В.Г. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 152 с.

3. *Мирончук В.Г.* Влияние паровой фазы на процесс кристаллизации веществ из растворов // Промышленная теплоэнергетика. — 1998. — т. 20. — № 1. — С. 31

4. *Гулый И.С.* Интенсификация процессов варки и кристаллизации сахарных утфелей посредством рекристаллизации / Гулый И.С., Штангеев В.А., Мирончук В.Г. и др. // К.: Пищевая пром-сть, 1978. — № 3. — С. 24.

5. *Погорельый Т.М.* Исследование влияния введенной внешне водяного пара на интенсивность испарения сахарных растворов / Т.М. Погорельый, Є.М. Бабко, В.Г. Мирончук, И.С. Гулый. — К.: Пищевая пром-сть, 2000. — Вып. 45. — С. 14.

6. *Павелко В.И., Потанский Д.В.* Интенсификация процессов тепло-массообмена и гидро массообмена в вакуум-аппаратах сахарного производства// Научные труды НУХТ. — 2010. — №32. — С. 39 – 43.

7. *Babko E.* Research of hydrodynamics in the vacuum apparatus crystallization masseccuite with a view to intensifying / Babko E., Litovchenko I., Veresotskiy Y. — Food and packaging, 2012. — № 1. — p. 23 – 26.

Науковий керівник: Є.М. Бабко

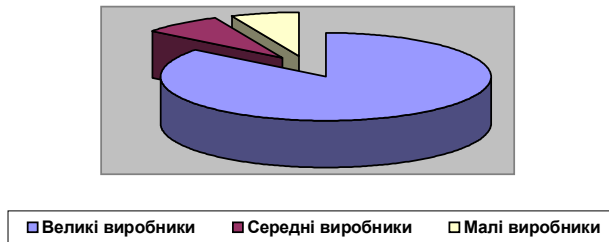
27. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ БРОДІННЯ ПИВНОГО СУСЛА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЧНОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ

А.А. Мірошник

Національний університет харчових технологій

Горілчано-лікерна та пивоварна промисловість є однією з провідних галузей агропромислового й промислового комплексів народного господарства України, що дає значну частку надходжень (до 15 %) в державний бюджет.

Ринкова доля виробників пива України



Основний обсяг пива, що надходить на український споживчий ринок надходить від звані так званих «великих виробників» (85,6 %), «середніх виробників» (7,75 %) та «малих виробників» (6,65 %) [1, 2].

Циліндро — конічні бродильні танки застосовуються на більшості великих пивоварних підприємств. Інші конструкції бродильних ємностей, зокрема, у яких замість конусної частини використовується похиле днище, застосовуються на обмеженій кількості підприємств і не знайшли широкого застосування. Основні особливості типового ЦКБА одержали поширення завдяки своїм перевагам - вони займають відносно мало місця, їх легше компонувати в «батарею» танків, що обслуговується загальною системою трубопроводів, включаючи мийку [2, 3].

Процес бродіння важко піддається інтенсифікації, через що виникає потреба в розробленні ефективних та надійних способів прискорення процесу бродіння при незначних переробленнях типового обладнання. Тому пропонується прискорювати операцію бродіння за допомогою механічного перемішування в нижній частині ЦКБА.

В ході модернізації, а саме для інтенсифікації процесу бродіння, було запропоновано використовувати механічне перемішування за допомогою турбінної мішалки. У результаті запропонованої модернізації може бути збільшена продуктивність за рахунок зменшення часу перебування пивного суслу в ЦКБА, що дозволяє зменшити вміст етилацетату і віцинальних дикетонів за рахунок аерації суслу.

При вивченні питання процесу бродіння пива в циліндро-конічних апаратах, було виявлено, що процес бродіння можна інтенсифікувати за рахунок аерації суслу та (або) механічного перемішування.

Бродильний танк, який використовувався при дослідженнях, був оснащений механічною мішалкою турбінного типу, горизонтально розташованою між конусною й циліндричною частиною апарата.

Таблиця 1. Зміна густини суслу в залежності від часу його бродіння

Дійсна густина суслу, %	Час бродіння, год							
	0	20	50	70	100	120	150	165
Без перемішування	62	35	30	15	12	9	9	10
З перемішуванням	62	47	19	10	9	—	—	—

При роботі перемішувального пристрою з моменту подачі суслу до середини тривалості зброджування спостерігалось прискорення головного бродіння, й зниження змісту віцинальних дикетонів. Загальна економія часу очевидно доводить, що неоднорідність розподілу дріжджів через недостатнє перемішування є визначальним чинником обмеження швидкості бродіння, що усувається при механічному перемішуванні.

Таким чином, порівняльний аналіз науково-технічних даних показниками типового обладнання, показує, що ефективним методом підвищення ефективності процесу бродіння в ЦКБА є забезпечення механічного перемішування в його нижній (конусній) частині. Найбільш доцільною для забезпечення ефективного результату є високошвидкісна мішалка турбінного типу. Оскільки зазначені мішалки працюють в кавітаційних режимах, ефективне керування може бути забезпечене при організації подачі газу в зону оброблення (наприклад, через порожнистий вал).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Домарецький В.А.* Технологія солоду та пива: Підручник. — Київ: Фірма «ІНКОС», 2004. — 426 С.
2. *Попов В.И., Кретов И.К., Стабников В.К.* Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности. — М.: Легк. и пищ. про-сть. 1983. — 464 с.
3. *Балашов В.Е.* Дипломное проектирование предприятий по производству пива и безалкогольных напитков. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. — 288 с.

Науковий керівник: Ю.І. Вересоцький

28. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПРОМИВАННЯ ЦУКРУ КРИСТАЛІЧНОГО В ЦЕНТРИФУГАХ ФПН 1251 Л02

Б.О. Моца

Національний університет харчових технологій

Дослідження процесу промивання цукру кристалічного в роторі центрифуги утфелю І кристалізації є важливою задачею. Умови проведення цього процесу достатньо складні, так як, промивну воду необхідно рівномірно розподілити по всій поверхні шару цукру в роторі центрифуги, крім того промивна вода проходить крізь сито з шаром цукру по лінії найменшого опору, а в місцях його найбільшого ущільнення попадає менше всього.

Промивання цукру супроводжується видаленням міжкристалічного розчину з поверхні кристалів утфелю. Крім того, процес промивання цукру утфелю І кристалізації характеризується пористістю маси кристалів, рухома сила процесу змінюється дуже швидко і у широких межах, товщина на шару цукру при центрифугуванні змінюється постійно.

Найбільш важливою задачею промивання цукру є видалення максимально можливої кількості міжкристалного розчину з поверхні цукру при його мінімальному розчиненні.

На цукрових заводах України кристалічний цукор промивають гарячою водою температурою 95 °С в кількості 2,0 – 3,0 % до маси утфелю, що приводить до розчинення його значної кількості.

Необхідно підкреслити, що при фіксованому значенні діаметра кристалів, повна витрата сахарози збільшується, що витікає разом з промивною рідиною, зростає коли збільшується коефіцієнт дифузії, а при фіксованому значенні коефіцієнта дифузії повні витрати зменшуються, тобто в порах меншого діаметру промивання кристалів сахарози протікає більш ефективно, ніж в порах більшого діаметра.

В той же час аналіз процесу промивання цукру кристалічного в роторі центрифуги ФПН 1251 Л02 має не механічні параметри (кутова швидкість ротора, в'язкість рідини, щільність цукру і міжкристалічної рідини, а геометричні, наприклад розміри кристалів цукру і пор в шарі утфелю).

Необхідність промивання кристалів цукру обумовлена присутністю їх поверхні міжкристалного розчину після видалення його основної маси. Витрата сахарози, яка відводиться разом з промивною водою зростає разом зі збільшенням коефіцієнта дифузії D .

Промивання цукру супроводжується дифузією з одночасним розчиненням частини кристалів сахарози.

Видалення міжкристалного розчину з поверхні кристалів включає в себе наступне:

- пористість промивних кристалів змінна;
- рухома сила процесу змінюється в достатньо широких межах;
- товщина шару цукру при центрифугуванні нестабільна.

Крім того, видалення міжкристалного розчину з поверхні утфелю І кристалізації включає в себе:

- розчинення плівки міжкристалного розчину;
- часткове змивання плівки промивною гарячою водою;
- дифузію сахарози через плівку міжкристалного розчину на поверхні кристалів в промивний розчин.

Промивання кристалів сахарози водою можемо розділити на дві стадії: перша, при якій досягають максимального видалення міжкристалного розчину із пор утфелю; друга, при видаленні води з поверхні кристалів сахарози.

Для утфелю І кристалізації приймаємо середнє значення кристалів сахарози $a_{cp} = 0,7$ мм, а в реальних умовах виробництва коефіцієнт дифузії для цукрових розчинів змінюється в межах $0,5 \cdot 10^{-10} < D < 13 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$.

В реальних умовах виробництва такі параметри як пористість, температура розчину, в'язкість і коефіцієнт дифузії є змінними величинами, що залежать від координат шару цукру і часу проведення процесу промивання цукру, тоді необхідно ці параметри враховувати в технологічних розрахунках.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. — М.: Колос, 1999. — 496 с.

2. Терещин Б.Н. Современные центрифуги в сахарной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 120 с.

3. Пушанко М.М. та інші. Центрифугування цукрових розчинів. — К.: Вища школа. 2010. — 439 с.

Науковий керівник: М.Г. Янковий

29. ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДРОБЛЕНИЯ ПРОДУКТА С ПОМОЩЬЮ УГЛОВОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ОТБойНЫХ ДЕК

Д.П. Боровиков, А.В. Иванов, А.А. Шинкарев
Могилевский государственный университет
продовольствия

Большое влияние на процесс дробления оказывает режим движения продукта в рабочей зоне измельчителя. Каким бы способом не подавался продукт в измельчитель, сверху или под углом, все равно он захватывается ударными элементами в круговой рабочий поток, где и происходит непосредственно само дробление продукта. При эксплуатации высокоскоростных дробилок ударного действия, важно контролировать движение частиц в рабочем потоке.

Роторные и молотковые дробилки в аэродинамическом отношении практически схожи с лопастным вентилятором [1]. Двигаясь в потоке продукт, перемещается под действием сил тяжести, ударов молотков, в результате отражения от отбойных дек и если есть решетки, а также соударением частиц продукта между собой. Движение частиц продукта зависит от случайных факторов, к которым относят форму и размеры, физические свойства, положение частицы продукта относительно молотков в момент удара и др. С увеличением скорости в дробилках также и увеличивается

расход воздуха и мощность потока [1]. Поэтому, для интенсификации процесса разрушения, важна организация движения частиц в потоке, то есть осуществить более частое ударенное действие первичными рабочими органами (молотками) по дробимому материалу, а также соударение с вторичными рабочими органами (деками), так как скорость частицы продукта при вторичном ударе о деку будет больше окружной скорости молотка [2]. Также предлагается возвращать частицы дробимого продукта на первичные дробящие органы, подкручивая рабочий поток с помощью углового размещения отбойных дек (рис. 1).

Воздушный паток создаваемый молотками будет забирать (стягивать) частицы материала любой зернистости после вторичного соударения и, обтекая по деке, направлять под удар молотков. Это приведет к улучшению процесса дробления продукта, и увеличению степени измельчения.

Таким образом, организация движения частиц в потоке, интенсифицирует процесс разрушения с увеличением степени измельчения продукта, снижает энергоемкость дробления.

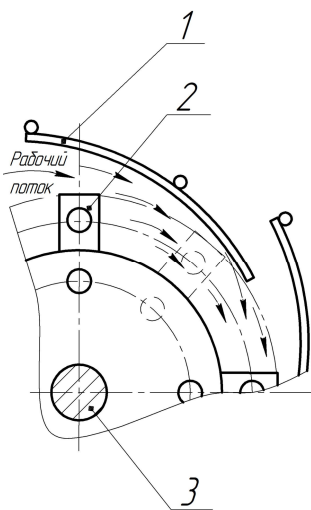


Рис. 1. Схема движения рабочего потока

1 — дека; 2 — молоток;
3 — ротор с дисками

ЛИТЕРАТУРА

1. *Борщев В.Я.* Оборудование, для измельчения материалов: дробилки и мельницы / В.Я. Борщев, учебное пособие, — Тамбов: издательство Тамбовского Государственного Технического Университета, 2004. — 75с.

2. *Технологическое* оборудование предприятий отрасли (зерноперерабатывающие предприятия): учебник / Л.А. Глебов, А.Б. Демский, В.Ф. Веденьева, М.М. Темиров, Ю.М. Огурцов; I и III части под ред. Л.А. Глебова, II часть под ред. А.Б. Демского. — М.: ДеЛи принт, 2006. — 816 с.

30. РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ПАНИРОВОЧНОЙ МАШИНЫ

И.Н. Хохлач, С.О. Рясная

*Керченский государственный морской
технологический университет*

Перед обжариванием рыбную продукцию покрывают пшеничной мукой (панируют). Слой теста защищает мясо рыбы от чрезмерного испарения влаги и впитывания растительного масла. В этой связи видна роль качественной панировки.

Чтобы операция панировки была более рациональной, куски рыбы предварительно подсушивают. Имеется соответствующее оборудование для подсушивания и панировки кусков рыбы. Нами предпринята попытка соединить процесс подсушивания и панировки. В качестве рабочего органа панировочной машины предлагается использовать ступенчатую плоскость, разделенную на два участка: первый — для подсушивания рыбы, второй — для панировки.

Предпосылки к созданию ступенчатой плоскости следующие. Изначально задаемся условием, что для благоприятного процесса панировки кусок рыбы должен перекаатываться. Перекат любого предмета будет происходить тогда, когда коэффициент трения покоя будет больше коэффициента трения качения. Для реализации указанных условий проведем аналитическое исследование поведения куска рыбы, находящегося на плоскости наклоненной под некоторым углом $\alpha_{пл}$ к горизонту.

Для любого безразмерного тела, находящегося на наклонной плоскости, приведенный коэффициент трения покоя будет равен

$$f_{пр} = tg(\alpha_{тр} \pm \alpha_{пл})$$

где $\alpha_{тр}$ — угол трения, зависящий от материала контактирующих поверхностей, шероховатости, смазки $\alpha_{пл}$ — угол наклона плоскости.

Знак перед $\alpha_{пл}$ зависит от относительного движения плоскости. Если плоскость будет двигаться слева направо (рис.1), то ставится знак «+» (плюс), если справа налево, то «-» (минус). Таким образом, коэффициент трения выше — при движении плоскости слева направо (при этом у куска рыбы имеется возможность движения вверх по наклонной плоскости).

В эксперименте на разделанном азово-черноморском бычке (удалена голова, внутренности и хвостовой плавник) установлено, что перекаат куска рыбы происходит при предварительном его подсушивании в течение 30 секунд. При этом перекаат начинался с угла 20 градусов. В итоге делаем заключение: коэффициент трения скольжения $f_{пр}$ в эксперименте был больше отношения момента

трения к вращающему моменту, создаваемому силами тяжести куска рыбы, т.е.

$f_{np} > \frac{M_{mp}}{M_{ep}}$. Основываясь на результатах проведенного эксперимента, была

предложена конструкция горизонтальной ступенчатой плоскости (рис.2). Данная плоскость образуется последовательных соединением вертикальной и наклонной стенок. По наклонной стенке кусок рыбы перекачивается, а вертикальная стенка препятствует движению куска рыбы в обратном направлении. Следовательно, сырье, попадая в ячейку ступенчатой плоскости, совершающей возвратно-поступательное движение, перекачивается по наклонной стенке на следующую ступень. Таким образом, происходит направленное движение кусков рыбы.

Длина наклонной стенки каждой ступени равна 25 мм (конструктивно), угол наклона 25 градусов.

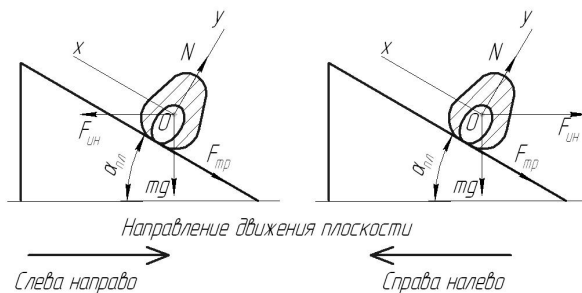


Рис. 1. Схема сил при различных направлениях движения плоскости

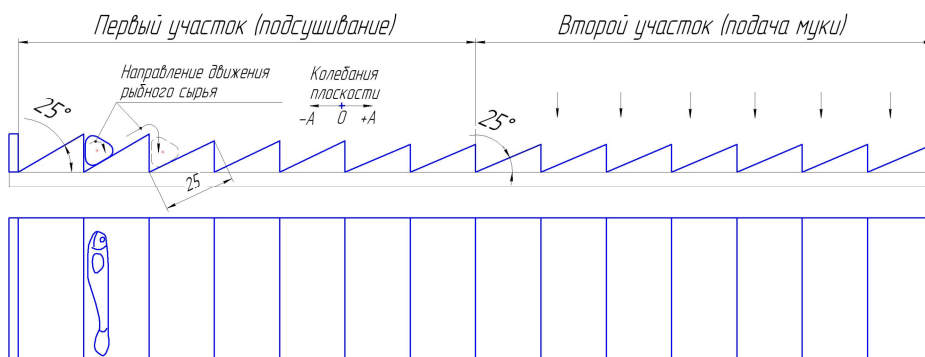


Рис. 2. Конструкция ступенчатой плоскости для подсушивания и панировки кусков рыбы

На экспериментальном оборудовании рациональными параметрами гармонических колебаний (для обеспечения передвижения кусков рыбы) были: амплитуда $A = 16$ мм, частота $n = 280 \dots 320$ об/мин.

Посыпку кусков рыбы мукой осуществляли вручную. Для удовлетворительной панировки было достаточно 7 – 8 ступеней. Первый участок ступенчатой плоскости (7 ступеней) использовался для подсушивания кусков рыбы.

Таким образом, применение ступенчатой плоскости дает возможность осуществить процесс подсушивания и панировки кусков рыбы в одной машине.

31. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ФІЛЬТРАЦІЇ ВИНА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

Н.В. Масло

*Дніпродзержинський державний
технічний університет*

Метою цієї роботи є рішення завдання використання вакуумних фільтрів в умовах нашої країни для одержання високоякісного вина на основі доробки й дослідження пристроїв італійської фірми TAYLO.

Відповідно до мети дослідження були поставлені наступні завдання:

- аналіз існуючих підходів до моделювання процесів, що протікають при фільтруванні;
- розробити методику розрахунку параметрів вакуумних фільтрів;
- досліджувати вплив режимів роботи на технологічні параметри процесу фільтрування;
- математичне моделювання процесу фільтрування;
- математичне моделювання процесів, що протікають у системі «полотно — вино».

У роботі розглядається процес фільтрації вина через вакуумний фільтр фільтруючим агентом якого є перліт. Перліт — допоміжний фільтруючий агент, добуваються з гірських склоподібних порід і вулканічного походження [1].

Фільтрування — це процес розділення неоднорідних систем з твердою дисперсною фазою на рідку фазу у вигляді фільтрату і тверду фазу у вигляді осаду. Цей процес проходить через пористу фільтрувальну перегородку [2].

Більшість із нас, швидше за все, любить, коли вино чисте й що іскриться. Винороби знають це й часто фільтрують своє вино, щоб воно мало звабний сяючий з середини вид.

Саме слова «вино чисте, як джерело» відбивають не тільки його оптичну прозорість, але і його природну, первозданну чистоту. Мутні вина ніколи не мають приємний смак. Якщо вино каламутніє, провівши в пляшці кілька тижнів або навіть кілька років, це означає, що з ним щось негаразд. Усе, що з'явилося причиною помутніння, позначиться на характері вина і його якості. Як правило, мутні вина надто терпкі й негармонійні. І навпроти, чим краще вино очищене, тим воно м'якше й утончене. Грамотно виконана фільтрація не порушує характер вина.

При теоретичних дослідженнях використовувалась гідродинамічна теорія, теоретична механіка, аеродинаміка, наближені методи обчислень, математичні методи рішення диференціальних рівнянь [3].

Вирішено завдання взаємного впливу основних параметрів при фільтруванні під вакуумом, обґрунтований вибір характеристик для підтримки необхідних параметрів фільтрування.

Розроблений принципово новий спосіб для просушування осаду барабанного вакуум-фільтра, що дозволяє значно повисить швидкість фільтрації, підвищити продуктивність і зменшити енергетичні витрати. При даному способі можна зменшити забруднення фільтрувального полотна, що приводить до зменшення кількості використання перліту.

Проведено теоретичний експеримент дослідження фільтрації вина й вплив різних параметрів на продуктивність фільтра. Отримано практичні рекомендації для промислового використання результатів досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жужиков В.А. Фильтрация. — М.: Химия, 1980. — 398с.
 2. Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий. — М.: Агропромиздат, — 1988. — 351с.
 3. Федоткин И.М., Воробйов Е.И., Вьюн В.И. Гидродинамическая теория фильтрация суспензий. — Київ: Вища школа, 1986. — 166с.
- Науковий керівник: Ю.М. Ревенко**

32. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЇ ЗНЕЖИРЕНОЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

О.В. Гафуров

*Харківський державний університет
харчування та торгівлі*

Сьогодні ультрафільтрація широко використовується в харчових галузях промисловості при виробництві молока і молочних продуктів, овочевих і фруктових соків, алкогольних напоїв, для поділу масляних емульсій, концентрування дисперсних систем. Ультрафільтрацію також використовують для відділення колоїдів, мікроорганізмів (так звана холодна стерилізація) і макромолекул від розчинника чи розчину низькомолекулярних речовин [1, 2].

Знежирена молочна сировина є досить добре дослідженим об'єктом баромембранного розподілу. Продукти ультрафільтраційної переробки знежиреного молока, скотин, молочної сироватки володіють чітким певним набором функціональних властивостей і мають широкий спектр промислового застосування. Це робить актуальним дослідження властивостей нових типів ультрафільтраційних мембран для промислових ультрафільтраційних установок малої і середньої потужності, що дозволить розширити впровадження ультрафільтрації у харчові галузі промисловості України та скоротити відставання нашої країни в цій області від провідних промислово розвинених країн світу.

З метою дослідження основних закономірностей процесу ультрафільтрації знежиреної молочної сировини за допомогою мембран типу ПАН і впливу на нього додаткових інтенсифікуючих факторів експеримент проводили в декілька етапів. В якості знежиреної молочної сировини використовували знежирене молоко, скотини й сирну сироватку.

При проведенні експериментів з виявлення залежності швидкості ультрафільтрації від робочого тиску концентрат повертали назад у ємність для вихідного продукту. Тиск всередині експериментального модуля утворювали за допомогою компресора. Величину тиску регулювали за допомогою редуктора, який знаходиться на виході тиску із компресора.

Для інтенсифікації процесу ультрафільтрації знежиреної молочної сировини був запропонований спосіб шляхом барботування поділюваних середовищ бульбашками повітря або інертного газу в безпосередній близькості від поверхні напівпроникних ультрафільтраційних мембран.

Дослідження проводили в тупиковому режимі та режимі барботування при температурі 20 °С, для режиму барботування додаткові параметри становили: частота — 0,15 хв⁻¹; тиск — 0,58 МПа.

Результати експериментів показали, що з використанням режиму барботування в установлених режимах значення продуктивності становлять: для мембрани ПАН-50 за тиску $P = 0,4$ МПа — $4,95 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ при ультрафільтрації сколотин; $5,3 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ при ультрафільтрації знежиреного молока; $10,2 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ при ультрафільтрації сирної сироватки. Це в 1,38, 1,35 і 1,45 рази більше, ніж за тупикового режиму в аналогічних умовах.

Для ультрафільтраційної мембрани ПАН-100 продуктивність за тиску $P = 0,4$ МПа в режимі барботування дорівнює: $7,1 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ для ультрафільтрації сколотин; $7,6 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ при ультрафільтрації знежиреного молока; $12,0 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ при ультрафільтраційній обробці сирної сироватки. Підвищення продуктивності мембрани в порівнянні з тупиковим режимом складає 1,28 рази; 1,29 рази і 1,22 рази відповідно. Збільшення продуктивності за рахунок використання режиму барботування становить для мембрани ПАН-50 $\Delta G = 1,3 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ за сколотинами; $1,5 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ за знежиреним молоком; $3,2 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ за сирною сироваткою.

На підставі оптимізації процесу ультрафільтраційної обробки знежиреної молочної сировини в тупиковому режимі та в режимі барботування було визначено раціональні значення тиску фільтрації $0,4 \dots 0,5$ МПа, при цьому барботування молочної сировини суттєво інтенсифікує процес ультрафільтрації.

Таким чином, в результаті дослідження інтенсифікації процесу ультрафільтраційного поділу нежирної молочної сировини запропонований спосіб шляхом барботування, що відбувається за рахунок сукупного впливу на гель-шар, що утворився на поверхні мембрани, тиску барботування, турбулізації потоків рідких високомолекулярних полідисперсних систем і гідравлічного удару поділюваної системи біля поверхні ультрафільтраційної мембрани. Запропонований метод інтенсифікації дозволяє підвищити ефективність процесу ультрафільтрації знежиреної молочної сировини — у $1,5 \dots 1,6$, разів для сколотин; у $1,3 \dots 1,4$ рази для знежиреного молока і у $1,4 \dots 1,5$ рази для сирної сироватки.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Фетисов Е.А.* Мембранные и молекулярно-ситовые методы переработки молока / Е.А. Фетисов, А.П. Чагаровский. — М.: Агропромиздат, 1991. — 272 с.
2. *Дейниченко Г.В.* Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної сировини / Г.В. Дейниченко, З.О. Мазняк, І.В. Золотухіна — Х.: Факт, 2008 — 208 с.

33. РОЗРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ЦИБУЛІ РІПЧАСТОЇ

О.Г. Терешкін, Д.В. Горєлков, Д.В. Дмитревський
*Харківський державний університет
харчування та торгівлі*

Процес очищення овочів є одним із найскладніших процесів їх технологічної переробки. Розв'язання проблеми якісного очищення цибулі ріпчастої є досить актуальним питанням. Цей процес є одним із найважливіших під час підготовки

цибулі до подальшої переробки та невід'ємною умовою послідувочої обробки продукту. На теперішній час існує відповідне обладнання для механізації проведення процесу очищення цибулі ріпчастої, але даний вид обладнання має певні особливості застосування, а також певні недоліки, які слід усунути для забезпечення більш якісного очищення сировини.

Одним із найбільш перспективних напрямків дослідження, щодо удосконалення процесу очищення цибулі ріпчастої, є розробка нових спеціалізованих апаратів, принцип роботи яких засновано на комбінації процесів термічної та механічної дії на продукт, що обробляється. Для реалізації запропонованого способу очищення цибулі ріпчастої було запропоновано апарат АЦР — 10/160. Апарат працює наступним чином. Цибуля, що підлягає обробці, завантажується до завантажувального бункеру, звідки цибуля потрапляє до перфорованого барабана. Потім цибуля обробляється паром. Після короткочасної обробки паром та припинення її подачі цибуля, без присутності пари в барабані, починає обертатися разом із барабаном та під дією відцентрових сил притискатися до поверхні барабана. В момент коли відцентрові сили перевищать сили, що утримують цілісність шкірки, відбувається зривання луски з поверхні цибулин із притисканням її до стінок барабана [1].

Першочерговим завданням під час дослідження процесу очищення цибулі ріпчастої є визначення параметрів процесу очищення та характеристик сировини, що вплинуть на процес відокремлення луски. До характеристик продукту відноситься: початкова вологість, форма, розмір, товщина шару луски, маса, товщина насипного шару цибулі ріпчастої. Параметрами, які характеризують процес очищення є температура пари для попереднього пропарювання, час пропарювання, частота обертів барабана-камери, коефіцієнт завантаження, розміри отворів перфорації, форма отворів. Для проведення досліджень процесу комбінованого очищення бульб картоплі спроектовано та створено експериментальну установку. В експериментальній установці пропонується використовувати робочу камеру у вигляді барабану, що обертається. Виходячи з обраних вище чинників які необхідно дослідити ми пропонуємо до використання наступну методику дослідження процесу. Цибуля попередньо оброблена паром завантажується до барабана, на регуляторі швидкості задається частота обертання барабана. Частота плавно варіюється в межах 50... 1000 об/хв. Після встановлення частоти обертання відбувається обробка цибулі у середині камери протягом певного проміжку часу. Після обробки цибуля вивантажується до збірника очищеної цибулі. За площею та кількістю залишків луски на поверхні цибулин визначають якість очищення.

Крім того, з середини робочої камери вибирають луску, яка була знята, а також збирають луску, яка пройшла за рахунок впливу відцентрової сили крізь перфорацію барабана. Після чого з недоочищених цибулин знімають луску і разом з іншими лушпинням зважують, після чого визначають комплексний показник якості очищення, який складається з показника кількості знятої луски, показника площі очищення цибулин, кількості лушпиння, що пройшло крізь перфорацію барабана. За кількістю лушпиння, що пройшло крізь барабан визначають мінімальну необхідну частоту обертання барабана, яка має забезпечувати максимально можливе проходження луски з камери за межі робочої камери. Виходячи з комплексного показника якості очищення цибулі і обирають оптимальні характеристики процесу: частоту, час

попередньої обробки парую, тривалість обробки. Розроблена експериментальна установка із використанням зазначеної методики дозволяє проводити дослідження процесу очищення цибулі ріпчастої з можливістю урахування всіх зовнішніх чинників. Чинники з боку предмету дослідження можуть бути досліджені за стандартними методиками.

Використання результатів експериментальних досліджень дозволить встановити раціональні параметри проведення комбінованого процесу очищення цибулі ріпчастої в апараті АЦР — 10/160. Використання даного апарата буде сприяти підвищенню якості очищених плодів, дозволить знизити втрати сировини, а також значно інтенсифікувати та механізувати процес очищення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Терешкін О.Г.* Аналіз процесу очищення цибулі ріпчастої та обґрунтування конструкції апарата для його реалізації / О.Г. Терешкін, Д.В. Горелков, В.В. Дуб, І.С. Сагаянц // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету / ТДАТУ.* — Мелітополь, 2011.,— Вип. 11. Т.6 — С. 198 – 202

34. РОЗРОБКА ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

Д.А. Нечипоренко, В.М. Червоний, Г.М. Постнов
*Харківський державний університет
харчування та торгівлі*

М'ясо тварин і птиці, що одержують на м'ясокомбінатах і птахокомбінатах, містить мікроорганізми, які потрапляють в нього в результаті мікробного обсіменіння тканин тварин до і після їх забою. Мікроорганізми, що знаходяться в м'ясі, можуть розмножуватися, оскільки цей продукт є гарним живильним середовищем для їх розвитку. З метою збереження якості м'ясо піддають холодильному зберіганню, посолові, сушінню та іншим видам обробки. При цьому змінюється склад мікрофлори м'яса. Порушення умов зберігання, а отже, розмноження певних груп мікроорганізмів призводять до виникнення різних вад м'яса. Тому актуальним питанням є розробка нетермічних способів знезараження м'ясної сировини.

На сьогодні у світі відомі різні способи знезараження м'ясної сировини, які засновані на використанні вуглекислого газу, антибіотиків, ультрафіолетового та радіоактивного опромінення, озону, зміни повітряного середовища газоподібним азотом, що призводить до стійкого зниження патогенної мікрофлори.

Недоліки використання даних способів проявляються у прискоренні протікання ряду хімічних реакцій, в результаті чого суттєво погіршуються органолептичні (колір, запах, смак) та харчові властивості сировини.

Авторами було запропоновано спосіб, що ґрунтується на використанні бактерицидної дії ультразвукової обробки. Ефект стерилізації від озвучування ультразвуковими хвилями досягається без значного підвищення температури, що забезпечує збереження харчових властивостей м'ясної сировини.

Під час проведення досліджень було виявлено, що при використанні в якості джерела опромінення ультразвукового випромінювача з частотою коливань 22 кГц, інтенсивністю випромінювання 3...5 Вт/см², найбільший бактерицидний ефект на поверхні м'ясної сировини відбувається при обробці проходить у водяному проміжному середовищі на протязі 10...15 хв. Для його практичної реалізації розроблено високоефективний ультразвуковий пристрій для знезараження м'ясної сировини (рис. 1).

Пристрій для знезараження м'ясної сировини складається з ультразвукової ванни 1; конвеєра 2; гаків для транспортування м'ясної сировини 3; ультразвукових випромінювачів 4; рами 5; електродвигуна 6; редуктора 7; ультразвукового генератора 8; вентилятора для видалення вологи 9; пульту керування 10, патрубка для заповнення рідиною ультразвукової ванни 11, патрубка для видалення рідини з ультразвукової ванни 12, гаків для підвішування м'ясної сировини 13.

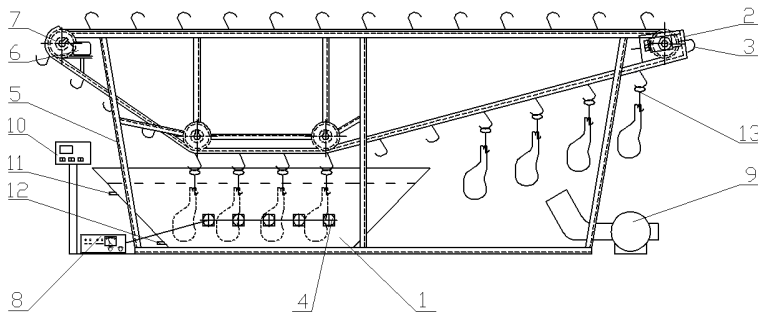


Рис. 1. Ультразвуковий пристрій для знезараження м'ясної сировини

Пристрій для знезараження м'ясної сировини працює наступним чином. Шматки м'ясної сировини (перша партія) нанизуються на гаки. М'ясна сировина на гаках підвішується на гаки ланцюгової передачі. За допомогою пульта керування запускається електродвигун, який за допомогою ланцюгової передачі транспортує м'ясну сировину до ультразвукової ванни, попередньо заповненої рідиною. Після повного занурення шматків м'ясної сировини у рідину, пультом керування вмикається ультразвуковий генератор та під'єднанні до нього ультразвукові випромінювачі. За допомогою таймера на пульті керування процес знезараження проходить у заданий час. Під час знезараження першої партії шматків м'ясної сировини на вільні гаки ланцюгової передачі підвішують наступні шматки (друга партія). Після обробки перші шматки м'ясної сировини ланцюговою передачею транспортуються до пристрою для видалення вологи, у той же час шматки м'ясної сировини друга партії занурюються до ультразвукової ванни. Після чого пультом керування вмикається ультразвуковий генератор та вентилятор для видалення з м'ясної сировини надлишкової вологи. На вільні гаки ланцюгової передачі підвішують наступні шматки (третя партія). Після обдуву перша партія шматків м'ясної сировини знімається та транспортуються до холодильної камери. Далі процес циклічно повторюється.

Використання даного пристрою для знезараження м'ясної сировини дозволить збільшити терміни зберігання без погіршення якості м'яса, а у консервному

виробництві — знизити енергоємність за рахунок зміни формул стерилізації при зменшенні початкового обсіменіння сировини.

35. ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ НОЖІВ ВОВЧКА

О.В. Батраченко, А.В. Хом'як

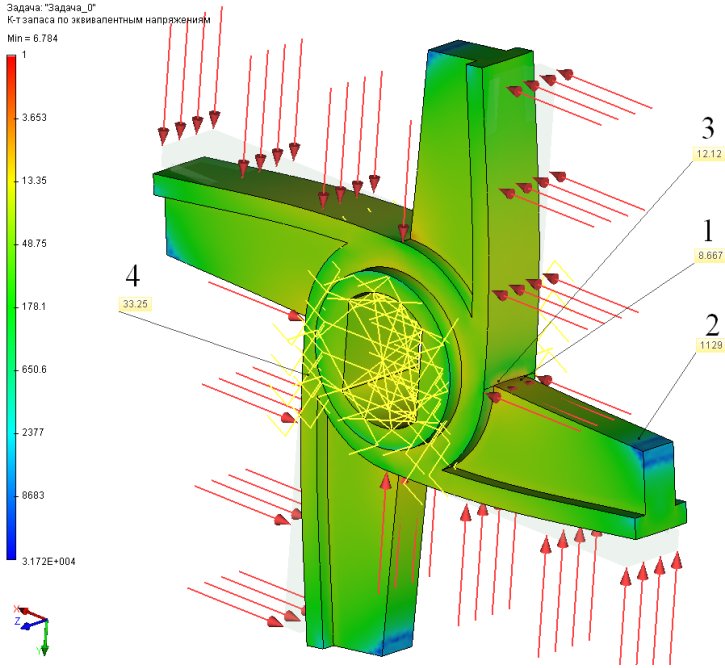
Черкаський державний технологічний університет

О.І. Некоз

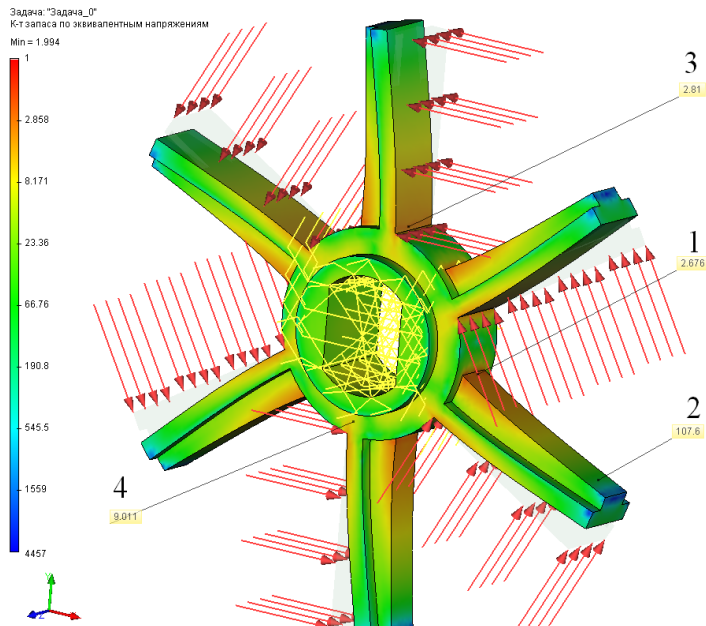
Пошук нових шляхів зменшення витрат на різальний інструмент вовчків залишається актуальною задачею. Попередніми дослідженнями було встановлено, що леза ножа вовчка працюють не з однаковою ефективністю — ефективна робота лез спостерігається лише в межах сектору з кутом $90=120^\circ$ (для однозаходного шнеку), який виміряний від кінця витка шнеку в напрямі обертання ножа. В інших зонах площини обертання ножа леза виконують значно меншу роботу по подрібненню м'яса. Отже одним із шляхів зменшення собівартості ножів може бути обґрунтоване зменшення їх металоємності завдяки суттєвому зменшенню кількості лез.

Для чисельного моделювання напружено-деформованого стану відомих та розроблених конструкцій ножів вовчка використовувався програмний комплекс *T-FLEX* та його модуль *Analysis*. Визначення напружень проводилось у найбільш характерних точках, візуалізацію отриманих при моделюванні результатів наведено на рис. 1. Результати розрахунків наведено в таблиці. В результаті були виявленні значення напружень, що діють в характерних точках ножів, та значення коефіцієнту запасу міцності $K_{з.м.}$ в цих точках. Встановлено, що при умові рівномірного навантаження усіх лез ножа (як згідно відомих уявлень про ефективність роботи лез ножів вовчка) наявність силового кільця незначним чином впливає на підвищення міцності лез. Так значення коефіцієнту запасу міцності в точках 1 і 3 підвищуються лише на 13 % та на 8 % відповідно.

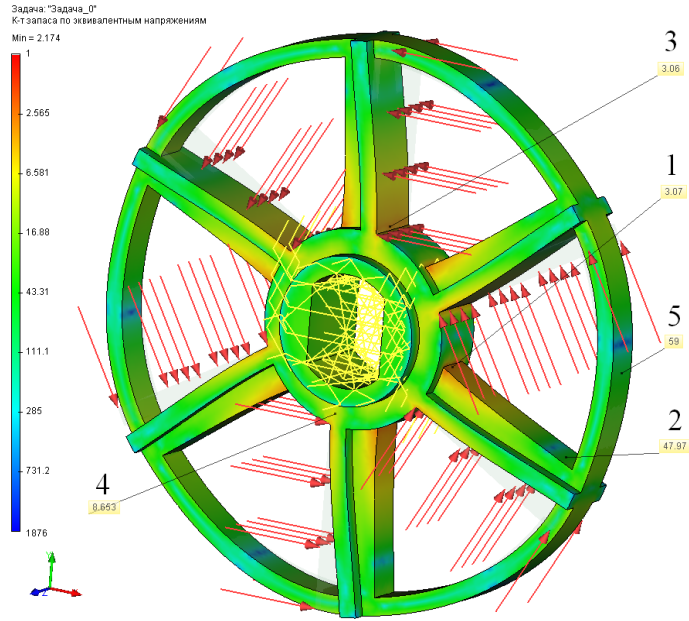
Отримані дані дозволяють розробити нові схемні рішення конструкцій ножів вовчка. Нами запропоновано розмішувати леза лише в межах зазначеного вище сектору. Це дозволяє суттєво (у 1,5 рази и вище) зменшити металоємність ножів, а отже — і їх собівартість. Причому для ножів із більшою кількістю лез (6 або 8) отримуваний при цьому економічний ефект буде вищим. Також запропоновано новий шлях підвищення міцності лез — запропоновано лезо, яке знаходиться в зоні кінця витка шнеку і позаду якого майже не відбувається подачі сировини шнеком, виконувати опорним, тобто підвищеної ширини у порівнянні із іншими лезами (рис. 1, з). Це дозволяє підвищити міцність лез завдяки передачі зусилля, яке діє на них, на опорне широке лезо за допомогою силового кільця. Внаслідок цього стало можливим в межах заданого сектору розташувати більшу кількість лез, що мають зменшену ширину, і таким чином підвищити подрібнювальну здатність ножа та забезпечити високу пропускну спроможність різального вузла.



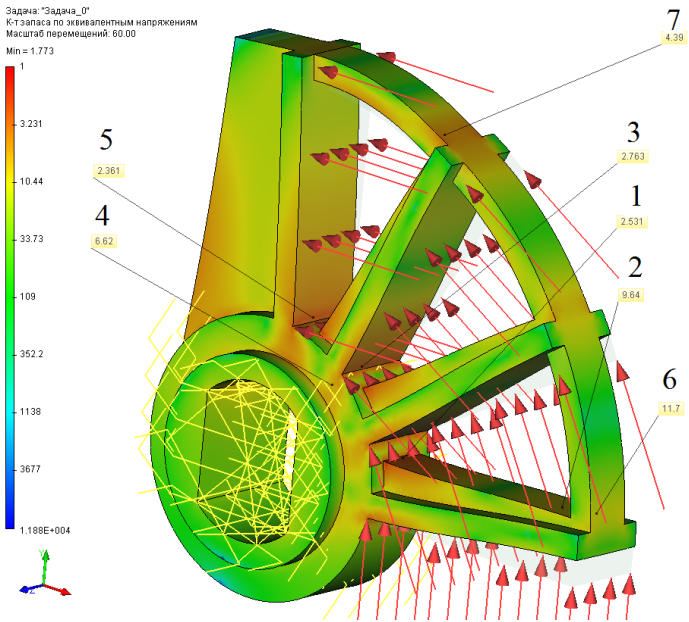
a



б)



б)



в)

Рис. 1. Значення коефіцієнту запаса міцності ножів вовчка:
 а) 4-х лезового; б) 6-ти лезового; б) 6-ти лезового з силовим кільцем;
 в) 4-х лезовий секторний з опорним лезом

Таблиця. Значення коефіцієнту запасу міцності $K_{з.м.}$ в корпусі ножів вовчка

№ точки ножа	4-х лезовий звичайний	6-ти лезовий з вузькими лезами	6-ти лезовий з силовим кільцем	Ніж секторний 4-х лезовий
1	8,70	2,68	3,07	2,53
2	11,20	107,6	47,97	9,64
3	12,12	2,81	3,06	2,76
4	33,25	9,01	8,65	6,62
5	—	—	17,47	2,36
6	—	—	—	11,70
7	—	—	—	4,39

36. РАЗРАБОТКА МАТРИЦ С ПОРИСТЫМИ ВКЛАДЫШАМИ

М.О. Алтова

*Днепродзержинский государственный
технический университет*

Для обеспечения бесконтактного прессования макаронных изделий необходимы разработка и изготовление принципиально новых матриц, которые обеспечивали бы наличие воздушной прослойки между тестовой массой и стенками матриц.

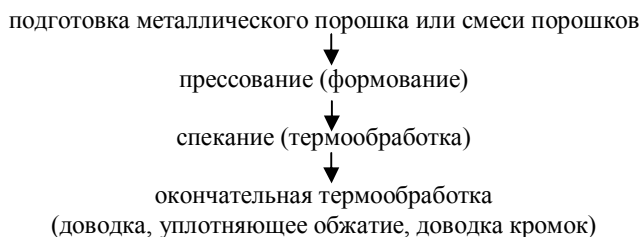
Для достижения поставленной задачи вкладыши матриц должны быть изготовлены из пористого материала, проницаемого для воздуха, имеющего достаточно однородную и прочную структуру, позволяющего изготовить из него различные по форме вкладыши, удовлетворяющие существующим стандартам на размеры и форму макаронных изделий и допускающие использование типового производственного оборудования поточных линий. Материал, из которого изготавливаются вкладыши, должен также отвечать требованиям пищевого производства, быть достаточно технологичным в обработке и иметь сравнительно невысокую себестоимость.

Таким требованиям отвечают изделия, которые производятся порошковой металлургией — областью техники, в которой занимаются изготовлением изделий из спрессованных или сформированных металлических порошков путём спекания без расплавления (или с частичным расплавлением наименее тугоплавкой составляющей смеси разнородных порошков) [1].

Для изготовления пористых вкладышей целесообразно применять порошки, изготовленные и специальных сортов бронз, нержавеющей стали, титана.

Проницаемость пористых вкладышей зависит от размеров частиц порошка из которого они изготовлены. Рекомендуемый диаметр зерен лежит в пределах от 0,05 до 0,1 мм. Следует отметить, что с уменьшением диаметра зерен повышается давление воздуха, который подводится к матрице и, соответственно, повышается давление между стенками пористых вкладышей и выпрессовываемым тестом.

Технологический процесс изготовления металлокерамических вкладышей методом порошковой металлургии состоит из следующих основных операций:



Наиболее технологичным материалом для изготовления металлокерамических вкладышей является бронзовый порошок. Этот порошок допускает применение при прессовании способа свободной насыпки, что положительно сказывается на однородности структуры готовых вкладышей и на стабильности их гидродинамических характеристик. Для изготовления вкладышей из стального порошка обязательно прессование под давлением с соответствующим наполнителем.

При проектировании вкладышей, изготовленных из металлического порошка, следует учитывать следующие факторы: размеры, отношение длины к диаметру, наличие радиальных выступов, канавок, углублений, конусности, изменений в сечении, требуемая плотность металла, допуски на размеры, степень чистоты поверхности и др. По сложности формы вкладышей определяется возможность их прессования из металлического порошка.

При проектировании вкладышей необходимо учитывать, что прессование является наиболее ответственной операцией во всем процессе изготовления. Нужно иметь в виду, что порошок не заполняет форму и не передвигается под действием давления в равной степени, как пластичные материалы или жидкий металл.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Брильова С.О., Лисовенко О.Т.* Розроблення конструкції матриці макаронного преса з використанням стиснутого повітря для зниження адгезії. Тези доповідей 69-ї наукової конференції молодих вчених НУХТа. Київ 2003, с. 55.

Научный руководитель: Е.А. Брылёв

37. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ БЕСКОНТАКТНОГО ПРЕССОВАНИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В.О. Богданова, О.А. Логвин

*Днепродзержинский государственный
технический университет*

На современных макаронных предприятия формование макаронного теста осуществляют на шнековых прессах [1]. При движении теста в формующих каналах матрицы возникают значительные силы сопротивления ввиду наличия трения а также сил адгезии — сил сцепления частиц теста с поверхностью формующих каналов. Вследствие прилипания теста к стенкам формующих каналов матрицы образуется шероховатая поверхность отформованных изделий. Для снижения трения применяются матрицы с тефлоновыми вставками. Эти матрицы также не лишены недостатков — имеют невысокую износостойкость, требуют аккуратного обращения при эксплуатации и очистке, применения тща-

тельно просеянной муки. В случае повреждения тефлоновой вставки или ее выпадения вся матрица выходит из строя.

Разработка конструкций макаронных прессов с использованием матриц с пористыми вкладышами является перспективной, позволяет улучшить технико-экономические показатели при изготовлении макаронных изделий и повысить общую культуру производства. Однако высокое давление, возникающее в шнековой камере макаронного пресса, требует наличия также высокого давления в пневмосистеме, из которой сжатый воздух подается к пористым вкладышам прессующих матриц.

Высокое давление может быть обеспечено при помощи стационарных воздушных баллонов, в которых сжатый воздух находится под давлением 13 – 15 МПа и подается к матрице через металлические трубки (рис. 1).

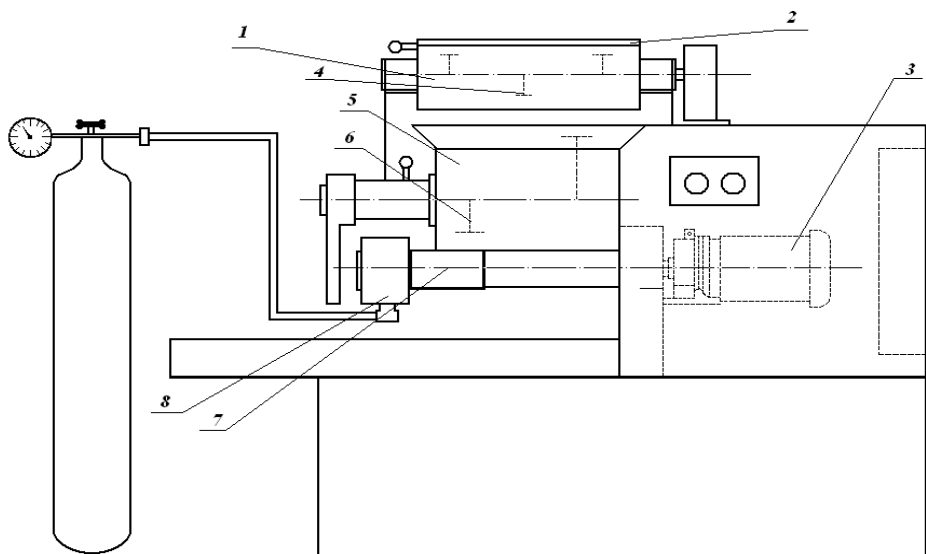


Рис. 1. Машина для изготовления макаронных изделий:

- 1 — тестомеситель; 2 — крышка; 3 — мотор-редуктор; 4 — вал с лопастями;
5 — бункер; 6 — подающая лопасть; 7 — шнековый винт; 8 — сменная матрица

Конструктивно матрица выполнена таким образом, что стенки формирующих отверстий изготовлены из пористого материала, проницаемого для воздуха. Между корпусом матрицы и кольцевыми пористыми вкладышами имеется воздушная камера.

Сжатый воздух из пневмосистемы попадает в воздушную камеру 3 и, проходя через пористые вкладыши 1, образует тонкую воздушную прослойку между тестом и вкладышами. Поскольку прилипание теста к стенкам формирующих отверстий практически исключается, возможно, увеличение скорости формования изделий, а, следовательно, увеличение производительности, а также снижение энергетических затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лисовенко О.Т. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв. Київ, Наукова думка, 2000. — 282с.

Научный руководитель: Е.А. Брылёв

38. САТУРАЦІЯ РІДИНИ В МЕМБРАННО-КАПІЛЯРНОМУ АПАРАТІ

А.М. Світлик

Національний університет харчових технологій

Сучасний розвиток харчових технологій пред'являє підвищення вимоги до якості газованих напоїв, яка залежить від сировини, з якої виготовляється напій, оптимального підтримування технологічних процесів та способу насичення його діоксидом вуглецю.

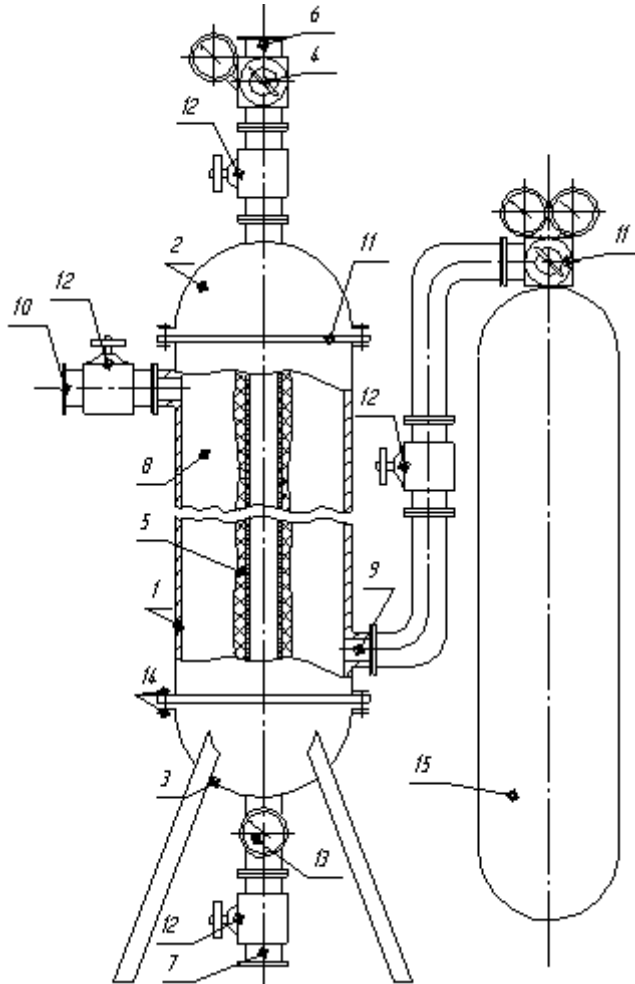


Рис. 1. Мембранно-капілярний апарат

1 — Повздовжній корпус; 2 — Верхня кришка; 3 — Нижня кришка; 4 — Водяний редуктор; 5 — Мембрана; 6 — Патрубок для підведення рідини; 7 — Патрубок для відведення суміші; 8 — Герметична камера; 9 — Патрубок для подачі газу; 10 — Патрубок для періодичної відведення не обсорбованого газу; 11 — Газовий редуктор; 12 — Крани; 13 — Манометр; 14 — Кріплення кришок; 15 — Балон з CO₂

Пристрій працює наступним чином. Початкова рідина надходить через патрубок 6 в порожнину мембранних прохідних капілярів, тиск рідини регулюється водяним редуктором 4, одночасно через патрубок 9 в герметичну камеру 8 подається газ, тиск газу регулюється газовим редуктором 11, газ проникає через мембрану капіляра 5, змішується і розчиняється рідиною, протікає по капілярах. Суміш відводиться через патрубок 7.

В розробленій установці виставляв водяним редуктором сталий тиск рідини, а тиск газу поступово змінював в межах 0.5 – 0.1 МПа. Після встановлення певних тисків, рідини і газу, відбувався процес абсорбції рідини газами. Насичення напою визначався за рівнем витрат діоксиду вуглецю протягом технологічного циклу виготовлення напою. Зміна параметрів процесу, які впливають на насичення напоїв, визначали за стандартними методиками.

Вплив витрати діоксиду вуглецю на насичення напою визначали за витратоміром CO_2 та води. Тиск CO_2 на вході в пристрій для насичення напоїв визначали манометром за ГОСТ 2405-88, клас точності 1,0 з межами вимірювання $0 \div 1$ МПа.

Витрати води визначали за допомогою витратоміра, який встановлено на трубопроводі після насосу.

Масову частку вмісту діоксиду вуглецю в воді (% мас.) визначали згідно ГСТУ 18.18–97 «Метод визначення діоксиду вуглецю в пиві, безалкогольних напоях і мінеральних водах, розлитих в полімерні пляшки марки ПЕТФ». Метод передбачає визначення CO_2 в напоях після наповнення в пляшки місткістю 2 дм³ та її закупорювання. Метод ґрунтується на вимірюванні тиску діоксиду вуглецю в газовому просторі пляшки і температури напою.

Відбір проб здійснювали згідно ДСТУ 4856:2007 «Продукція безалкогольної промисловості. Правила приймання та методи відбирання проб».

Температуру в пляшці вимірювали термометром за ГОСТ 28498 з діапазоном вимірювань від 0 до 25 °С і ціною поділки 0,1 °С.

Для отримання достовірних результатів кожний дослід повторювали по 3 рази.

Для визначення тиску в пляшці використовував пристрій STEINFURTH D — 45309 ESSEN. Закріплена в циліндрі пляшка, ковпачок якої проколений голкою, обертається навколо горизонтальної осі зі швидкістю 50 хв⁻¹ протягом 2 хв. Після закінчення обертання пляшки потрібно переконатися в герметичності системи (якщо система герметична, покази манометра залишаються незмінними протягом 2 хв.) і зняти покази манометра. Після вимірювання тиску відкривають вентиль і скидають тиск у пляшці. Виймають її з приладу, відкривають ковпачок і за допомогою термометра вимірюють температуру напою. Масову частку діоксиду вуглецю в воді визначаємо по таблиці згідно величин тиску та температури.

З отриманих результатів було побудовано графік залежності концентрації діоксиду вуглецю від тиску в апараті.

На графіку зображено що, при збільшенні тиску в апараті — відбувається збільшення концентрації діоксиду вуглецю у рідині.

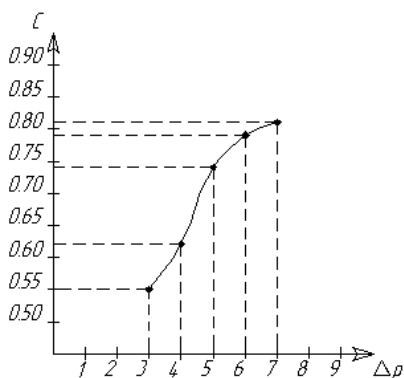


Рис. 2. Залежність концентрації діоксиду вуглецю від тиску в апараті

Науковий керівник: О.М. Прохоров

12

СЕКЦІЯ

**ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ
ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ
ХАРЧОВИХ
ВИРОБНИЦТВ**

Голова секції — проф. О.Ю. ШЕВЧЕНКО
Секретар секції — доц. Ю.В. ЗАПОРОЖЕЦЬ

Ауд. А-535

1. ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ШВИДКОСТІ ОБТІКАННЯ ПОВЕРХНІ ТВЕРДОЇ ФАЗИ ПРИ ВІБРОЕКСТРАГУВАННІ

В.Є. Деканський, О.М. Гаркавий, Г.М. Петрук
Національний університет харчових технологій

Під час аналізу роботи екстракційної апаратури гідродинамічний стан робочого середовища, в більшості випадків оцінюється загальною структурою потоку. Разом з тим, при розв'язанні практично важливих задач, пов'язаних з інтенсифікацією зовнішнього масоперенесення, недостатньо уваги приділяється тій, виключно складній гідродинамічній обстановці, що виникає на межі поділу фаз та створює умови оновлення її поверхні. Цей ефект може бути оцінений швидкістю турбулентних пульсацій навколо частинок, або відносно швидкістю руху фаз [1]. Так, при моделюванні масообміну в екстракційній апаратурі, заслуговують на увагу способи отримання інформації про гідродинамічний стан навколо частинки, за ефективною швидкістю обтікання нерухомо встановлених в потоці твердих тіл, з розчиненням за дифузійним типом, наприклад, кристало-гідрату сірчанокислового алюмінію [2].

Дослідження виконувались з використанням модельних зразків сірчанокислового алюмінію визначеної циліндричної форми із захищеними від розчинення спеціальним покриттям торців за методикою викладеною в [2], на лабораторному віброекстракторі періодичної дії. Так, в циліндричному корпусі віброекстрактора діаметром 0,31 м і висотою 0,4 м розміщувалась віброперемішувальна система, що складається з гнучкого перфорованого контейнера для рослинної сировини, закріпленого на ситчастій опорі та з'єднаного штоком через верхній перфорований диск з віброприводом [3]. Дослідні зразки закріплювались в утримувачі та занурювались в заплановану точку вимірювання спеціальним регулюючим пристроєм в систему зернова сировина — вода із гідромодулями у межах (10:1) — (20:1). Частота коливань вібросистеми змінювалась від 3 до 6 Гц при фіксованій амплітуді 20 мм.

Швидкість розчинення твердого тіла K_c , що протікає в дифузійній області і ефективна швидкість W_{ef} обтікаючого потоку рідини в загальному випадку пов'язані залежністю [3]:

$$K_c = CW^q, \quad (1)$$

де K_c — коефіцієнт швидкості розчинення; C і q — величини, що залежать від фізико-хімічних властивостей системи тверде тіло — рідина.

Конкретний вигляд залежності (1) можна отримати експериментально шляхом вимірювання втрати маси модельного твердого тіла під час його розчинення в робочому об'ємі апарата за певний проміжок часу в потоках з відомою швидкістю. В цьому випадку коефіцієнт швидкості розчинення зразка, що має початкову поверхню F_0 і масу G_0 , визначається за формулою [3]:

$$K_c = (2(\sqrt{G_0 - \theta/2} - \sqrt{G_1 - \theta/2}))/F_0(C - C_x)\tau, \quad (2)$$

де θ — зміна маси зразка за час введення і виведення його з апарата; G_1 — маса зразка після розчинення; C — концентрація насичення середовища при даній температурі; C_x концентрація розчиненої речовини в основній масі рідини; τ — тривалість розчинення.

За формулою (2) визначався коефіцієнт швидкості розчинення зразка в запланованій точці вимірювання об'єму апарата, а за формулою (1) — ефективна швидкість обтікання W . За результатами експериментів для різних варіантів обтікання зразка (при поздовжньому або поперечному) будувались графіки функції (1), а також в логарифмічних координатах залежності швидкості розчинення зразків K_c від ефективної швидкості робочого потоку W .

Дослідні дані узагальнено критеріальними рівняннями $Sh/Sc^{0.5} = f(Re_e)$,

де $Sh = K_m \cdot d_e/D_d$; $Sc = \nu_n/D_d$; $Re_e = \frac{W_{\text{ef}}d_e}{\nu_n}$, відповідно, критерій Шервуда,

критерій Шмідта та критерій Рейнольдса; ν_n — коефіцієнт кінематичної в'язкості води; D_d — коефіцієнт дифузії зразка; d_e — еквівалентний діаметр зразка.

Встановлено, що суттєве зростання зовнішнього масообміну починається з інтенсивності коливань віброперемішуючого пристрою з частотою 3 Гц.

Отримані результати свідчать про ефективність дії на зовнішній масообмін пульсуючих турбулентних струменів при віброекстрагуванні та перспективність використання наведеної методики для оцінення масообміну та гідродинамічного стану на межі тверде тіло-рідина при масштабуванні екстракційної апаратури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шервуд Т., Пігфорд Р., Уилки Ч. Массопередача // Пер с англ. Н.Н. Кулова; Под ред. В.А. Малюсова. — М.: Химия, 1982. — 696 с.

2. Зав'ялов В.Л., Малезжик І.Ф. Дослідження зовнішнього масообміну в умовах віброекстрагування із рослинної сировини // Наукові праці ОНАХТ. — Том 1. — Вип. 41. — С. 95 – 98.

3. Стабніков В.Н., Лобода П.П. Исследование влияния низкочастотных механических колебаний на скорость массоотдачи при растворении твердых тел // Массообменные процессы хим. технологии. Сб. аннотаций. — Ленинград: Химия, 1965. — С. 124 – 126.

Науковий керівник: В.Л. Зав'ялов

2. ВПЛИВ КАВІТАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТУ

К.Ю. Пахомова

Національний університет харчових технологій

Сировина, що містить велику кількість вологи та поживні речовини — це сприятливе середовище для розвитку мікрофлори. Ефективним способом попередження мікробіального псування харчових продуктів є консервування. Аналіз типових технологічних схем та відповідного обладнання в харчовій промисловості показав, що процес обробки продукту до досягнення промислової стерильності є енерговитратним і на фоні загального подорожчання енергоносіїв та закупівельних цін на сировину потребує вдосконалення. Крім того, тривала теплова обробка призводить до значних втрат БАР вихідної сировини та погіршення органолептичних властивостей. [1].

Перспективним способом переробки рослинної сировини з метою виготовлення промислово стерильного готового до вживання в їжу і такого, в якому збережено більшість природних біологічно активних речовин продукту є кавітаційна обробка. Проведені інформаційні дослідження показали, що для переробки та знезараження рослинної сировини досить ефективно використовують гідродинамічні кавітаційні установки [2].

Перші роботи в Україні з дослідження впливу кавітаційної обробки на мікробіологічні показники оброблюваного продукту проводились АОЗТ «Інженерний центр Трансзвук» спільно з Одеською філією інституту біології південних морів в 2003 – 2005 рр на ультразвуковій кавітаційній установці з робочим тиском 11 бар. Дослідження ефекту кавітації проводилось на баластній воді морських суден. Отримані дані показали згубну дію кавітації на фітопланктон та супутню шкідливу мікрофлору води.

Ще одна серія подібних досліджень була проведена авторами установки спільно з доцентом кафедри виноробства Одеського інституту харчових технологій Кошуром Н.Х. Досліджували вплив кавітації на вегетативні клітини дріжджів (штам ШП-1), що використовуються у виробництві шампанських вин. В результаті обробки вина при робочому тиску в установці 16 бар спостерігалась загибель всіх вегетативних клітин дріжджів, що пояснюється спільним кавітаційно-акустичним впливом на клітини.

Дослідження щодо можливості перероблення рослинної сировини та виготовлення промислово стерильного продукту на гідродинамічній кавітаційній установці проводились нами протягом 2011 – 2012 рр. на гідродинамічних установках ТЕК, розроблених Осіпенко С.Б. (НВП «Текмаш») та Духаніним О.Ф. (АОЗТ «Інженерний центр Трансзвук»).

На гідродинамічній кавітаційній установці, розробленій Осіпенко С.Б., було проведено експеримент для дослідження впливу кавітації на природну мікрофлору сировини (мезофільні анаеробні, факультативно-анаеробні мікроорганізми, плісеневі та дріжджові гриби) Сировиною слугували дефростовані ягоди чорниці, загальне обсягнення якої складало $2,3 \cdot 10^3$. Вхідний робочий тиск в установці 2,2 бар. Для дослідження впливу на мікрофлору безпосередньо кавітації обробку продукту здійснювали при включеній водяній рубашці кавітаційного контуру, що забезпечило

температуру продукту протягом усього експерименту не вище 37 °С. Аналіз проби, відібраної через 5 хвилин після початку роботи установки, порівняно з початковим обміненням продукту, показав збільшення загальної кількості клітин мікроорганізмів (що можна пояснити розбиванням конгломератів мікробних клітин внаслідок дії ударної хвилі при схлопуванні кавітаційних бульбашок). Аналіз проби чорничної маси відібраної через 40 хв обробки показав, що кількість мікроорганізмів порівняно з їх кількістю в першій пробі не змінилась. Це свідчить про відсутність стерилізуючого ефекту кавітаційної обробки при низькому тиску.

На гідродинамічній установці, розробленій Духаніним О.Ф., вивчали вплив кавітації на вегетативні дріжджові клітини при тиску в робочій камері установки 9 – 10 бар. Сировиною для проведення дослідження слугував виноградний сік з білих сортів винограду з вмістом сухих речовин 15 %. Перед обробкою до соку вносили 1 мл дріжджової суспензії штаму «Ленинградская», титр $1,45 \cdot 10^9$ у розрахунку на 1 дм³ соку, що забезпечило обмінення $3 \cdot 10^4$ вегетативних клітин дріжджів в 1 см³. Температура продукту протягом обробки не перевищувала 45 °С. Аналіз проби, відібраної після 10 хвилинної обробки показав зниження кількості вегетативних клітин дріжджів в продукті порівняно з їх початковим вмістом на порядок (відповідно $3 \cdot 10^4$ та $4,8 \cdot 10^3$), а загальне обмінення, яке враховує і спорову мікрофлору, майже не змінилось. Отримані результати свідчать про негативний вплив кавітаційної обробки при дослідженому рівні тиску на вегетативні клітини мікроорганізмів, але недостатній для забезпечення промислової стерильності продукту. Тому для установок даного класу для забезпечення мікробіологічної стабільності консервів, що на них виготовляються, доцільно використовувати ефект самонагріву продукту за рахунок явищ гідромеханіки: тертя, турбулізації та кавітації до температур визначених нормативною документацією.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Вербина Н.М., Кантерева Ю.В.* Микробиология пищевых производств. — М.: Агропромиздат, 1988. — 256 С.
2. *Использование кавитации в промышленности. — И.М. Федоткин, И.С. Гульий, Н.И. Шаповалюк* — Киев, «Арктур-А». — 1998. — 133 с.

Наукові керівники: Л.О. Стоянова, О.Ю. Шевченко

3. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ МАСООБМІНУ В ПРОЦЕСАХ АЕРАЦІЇ ОБРОБЛЮВАНИХ СЕРЕДОВИЩ

А.М. Романюк, О.А. Бондар

Національний університет харчових технологій

Інтенсифікація масообмінних процесів в газорідних середовищах потребує силових втручань, які змінюють гідродинамічні характеристики систем. Такій точці зору відповідає набір критеріїв гідродинамічної подібності, представлених критеріями Фруда, Ейлера та Рейнольдса:

$$Fr = \frac{w^2}{gl} \cdot \frac{m}{m} \cdot \frac{l}{l} = \frac{mw^2}{l^2} \cdot \frac{l}{mg} = \frac{\text{сила інерції}}{\text{сила тяжіння}};$$

$$Eu = \frac{P}{\rho w^2} = \frac{\text{сила тиску}}{\text{сила інерції}},$$

$$Re = \frac{wl\rho}{\mu} \cdot \frac{w}{l} \cdot \frac{l}{w} = \frac{\text{сила інерції}}{\text{сила тертя}},$$

де l — геометричний параметр; w — швидкість потоку; P — тиск; ρ — густина середовища; μ — динамічна в'язкість системи; g — прискорення вільного падіння; m — маса.

Взаємодія між матеріальними потоками витікає з законів Ньютона і є причиною змін в них, оскільки сили інерції представлені в кожному з критеріїв. У зв'язку з цим вибір методів інтенсифікації масообміну доцільно планувати в напрямках створення силових факторів.

Сили інерції, що входять у названі критерії відносяться до перехідних процесів, які характеризуються зміною швидкостей у відносному переміщенні фаз або зміною напрямків швидкостей, або вказаною сукупністю. Починаючи від утворення газових бульбашок у рідинному середовищі мають місце енергетичні перетворення останнього.

Введення газової фази в рідинне середовище супроводжується подоланням гідростатичного тиску і взаємодією газового та рідинного потоків. При цьому газова фаза має певну швидкість, з якою взаємодія здійснюється.

Збільшення швидкості рідинного потоку означає зростання кінетичної енергії рідинного потоку, а наявність сил інерції вказує на позитивний вплив на систему з точки зору обмеження швидкостей винесення газової фази в циркуляційних контурах.

Принципова оцінка корисності вказаних явищ важлива з тієї точки зору, що їх можливо послабити або навпаки підсилити за рахунок конструктивних особливостей. Так виконання дифузора, розміщеного у внутрішній частині апарата, з розширенням у напрямку верхньої кромки гарантує стабілізацію швидкості, а звуження його навпаки підсилить інерційні ефекти (рис. 1).

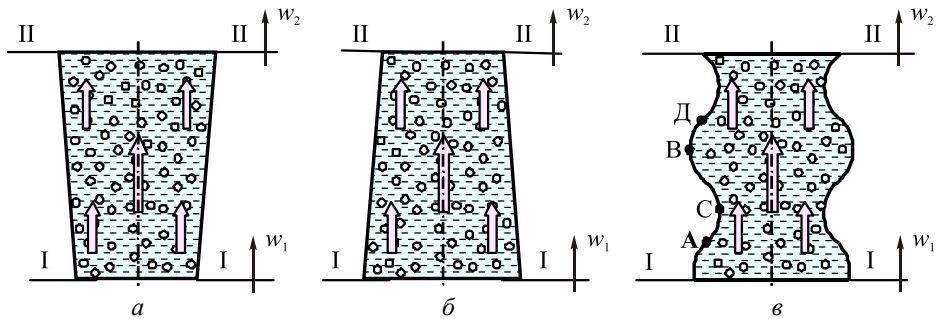


Рис. 1. Схема до конструктивних особливостей виконання дифузора:

- а) дифузор розширення потоку; б) дифузор звуження потоку;
 в) дифузор зі змінним поперечним перерізом

З точки зору інтересів масообміну через міжфазну поверхню за рахунок сил інерції слід звернути увагу на наступне.

Сила інерції, що виникає, спрямована проти напрямку переміщення потоку і підгальмує його. Це означає підвищення силової взаємодії між рідинною і

газовою фазами, обмеження швидкості циркуляції рідинної фази і винесення газової фази в циркуляційних контурах.

Можливість створювати змінні силові впливи в газорідинних потоках за рахунок виведення їх за рамки стаціонарних режимів слід розцінювати як позитивний напрямок в інтенсифікації масообмінних процесів. Так, змінний поперечний переріз дифузора (рис. 1, в) забезпечує багаторазовий вплив на середовище і осциляцію в цьому тиску. При цьому на одному кроці А-Д змінної площі поперечного перерізу дифузора швидкість потоку зміниться до максимального значення в точці С і до мінімального в точці В. Цим змінам відповідають зміни тисків в потоці і в перерізі, що відповідає точці С, вони будуть мінімальними, а в перерізі по точці В — максимальними.

Динаміка зміни тисків залежить від форми поверхні дифузора. За рахунок останньої можливо досягати різних законів зміни швидкостей потоків і прискорень.

Наведені міркування вказують на можливість генерації пульсації газової фази в режимі створення циркуляційних контурів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дубінін О.О., Переяславцев О.М., Тахістова Г.О. Визначення динамічних параметрів висхідних потоків газорідинної суміші у шарі рідини // Харчова промисловість. — К.: НУХТ, — 2003. — № 3. — с. 92 – 94.

2. Дубінін О.О., Переяславцев О.М., Тахістова Г.О. Визначення швидкості внутрішньої циркуляції робочого середовища в ерліфтних апаратах // Харчова промисловість. — К.: НУХТ, — 2003. — № 2. с. 91 – 92.

Науковий керівник: О.Ю. Шевченко

4. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОВОЇ СТЕРИЛІЗАЦІЇ І ПАСТЕРИЗАЦІЇ НАПОЇВ І ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

М.С. Сова, А.М. Романюк

Національний університет харчових технологій

Розв'язання задачі забезпечення населення продуктами харчування завжди потребувало виконання комплексу робіт, пов'язаних з синтезом та зберіганням сировини рослинного та тваринного походження, переробкою сировинних потоків, зберіганням готової продукції та організацією її реалізації. При цьому технології зберігання повинні обмежити процеси життєдіяльності, які продовжують свій перебіг в зерні, коренеплодах, овочах, ягодах, фруктах тощо на першій стадії, захистити їх від зовнішніх небажаних фізичних, хімічних, мікробіологічних впливів. У значній кількості випадків сама природа подбала про можливість подовжених термінів зберігання зернових культур, коренеплодів, фруктів, але у арсеналі спеціалістів завжди були і продовжують удосконалюватися заходи по значному підсиленню таких захисних властивостей.

Стосовно свіжоприготовлених харчових продуктів ситуація виглядає суттєво складніше, бо термін їх зберігання обмежується кількома годинами. Найчастіше ці обмеження пов'язані з мікробіологічним псуванням продуктів. До числа способів збереження (консервування) продукції відносяться сушіння, охолодження (заморожування), соління, квашення, маринування, тепла обробка з цукром тощо.

Однак найбільш надійним методом консервування харчових продуктів продовжує залишатися збереження їх у герметичній тарі з залученням теплової обробки.

Але з переходом до нових економічних умов і у зв'язку з послабленням державного контролю щодо нормативних показників харчової продукції та напоїв у теплової стабілізації з'явився і загрозово поширюється конкурент у вигляді технологій хімічного консервування продукції. У торгівлі з'являються все нові зразки продуктів харчування, до складу яких введено бензонат натрію, сірчистий ангідрид, бензойну та сорбінову кислоти тощо. До числа хімічних консервантів також відносяться антиоксиданти та речовини, які підвищують осмотичний тиск (сіль, цукор), антибіотики, хімічні речовини, що утворюються мікроорганізмами і здатні пригнічувати ріст бактерій та вбивати їх. Очевидно, що хімічні і біохімічні методи консервування повинні ґрунтуватися на мінімізації екологічної загрози для споживачів і всі існуючі технології стабілізації продуктів харчування будуть і надалі перебувати у стані розвитку.

На задоволення потреб харчової промисловості з новими можливостями для останньої відгукнулися галузі по виробництву пакувальних матеріалів і тари. Розширення асортименту останньої потребує певного перегляду у відношенні до вибору її геометричних і технологічних параметрів. Особливо це стосується випадків, що відносяться до технологій теплової пастеризації та стерилізації харчової продукції, оскільки з об'ємом і геометричною формою упаковки пов'язані відповідні термодинамічні процеси. Саме перебіг останніх визначає продуктивність технологічного обладнання, рівень рекуперації теплової енергії, якісні показники продукції, вибір типорозмірів тари тощо. Єдність останнього переліку характеристик і показників процесів визначає перспективу подальшого розвитку технологій теплової обробки.

Теплова обробка сировинних потоків є невід'ємною складовою більшості харчових технологій і здійснюється в інтервалі температур $t < 100\text{ }^\circ\text{C}$, $t = 100\text{ }^\circ\text{C}$, $t > 100\text{ }^\circ\text{C}$. Оскільки важливою компонентою більшості перероблюваної сировини є вода, то вказаний температурний діапазон досягається за рахунок різних тисків, за яких здійснюються процеси варіння, кристалізації, упарювання, перегонки, оцукрювання тощо. Регуляторна функція тиску, створюваного в технологічному апараті або в окремій упаковці, дозволяє витримувати задані температурні інтервали обробки продукції.

Поєднання суто технологічних задач в таких процесах з досягненням асептичного стану продукції дозволяє за умов асептичного фасування продукції у відповідно підготовлену тару забезпечити довготривале її зберігання.

На цьому шляху, як бачимо, реалізується тріада умов: «асептичний продукт в асептичних умовах фасується в асептичну тару». У відповідності до цих умов створено сучасні технологічні лінії, в яких на кожному з етапів можуть використовуватися однакові або різні фізичні, хімічні або фізико-хімічні фактори впливу. Досвід показує, що забезпечення умов тріади в машинно-апаратному оформленні досягається помітно складніше, ніж теплова обробка розфасованої і герметизованої в тарі продукції. Проте обидва ці напрямки знаходяться у постійному розвитку і у досконаленні у спрямуваннях, що стосуються тари, герметизації, теплопередачі в режими охолодження і нагрівання, інтенсифікації тепломасообміну тощо.

Головним завданням теплової обробки у таких випадках є знешкодження мікрофлори або хоча б переведення її у бактеріостатичний стан.

ЛІТЕРАТУРА

1. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива. — К.: Урожай, — 1999. — 537 с.
2. Соколенко А.І., Українець А.І., Піддубний В.А. Транспортно-технологічні системи пивзаводів. — К.: АртЕк, — 2002. — 304 с.

Науковий керівник: **О.Ю. Шевченко**

5. ДОСЛІДЖЕННЯ НАДЗВУКОВОГО НАСАДКУ ДЛЯ РІДИН ТА ГАЗІВ

А.Ф. Фесенко, О.М. Тимонін

Національний Технічний Університет України «КПІ»

А.В. Копиленко

Національний університет харчових технологій

Надзвуковий насадок, запропонований проф. І. М. Федоткіним [1], призначений для використання в енергетичних установках як сопловий насадок в газових і водяних турбінах, літальних апаратах для збільшення реактивної тяги за рахунок охолодження вихлопних газів, кавітаційній техніці і технології, для водного транспорту як реактивний водометний двигун, для розгону газових і водяних потоків за рахунок їх тепла з використанням підсосу пари або повітря (чи газу), гідродинамічної кавітації і скипання рідини в соплах для прискорення паро-рідинного потоку.

На рис. 1 представлена конструкція секційного багатоступеневого надзвукового насадку з глухими камерами (пазухами). Насадок складається з набору сопел 1, 2, 3, 4, що звужуються, розміщених в корпусі 5. Сопла з корпусом утворюють глухі камери 6, 7, 8 (пазухи). Корпус 5 з'єднується різьбою 9 із вхідним патрубком 10. Конус зовнішньої поверхні насадка 1 утворює з конусом його внутрішньої поверхні 2 порожнину 6. Потік рідини втікає в патрубок 10 і утворює струмінь, який виходить із сопла 1. Під дією струменя в порожнині 6 утворюється вакуум. Тиск перед соплом 1 падає, збільшується перепад тиску між входом в патрубок 10 і виходом із сопла 1. Збільшення цього перепаду тиску

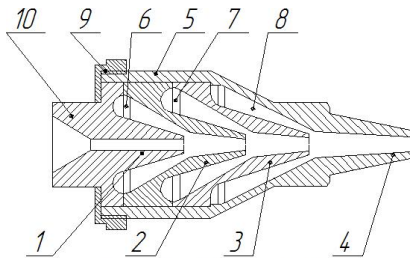


Рис. 1. Схема надзвукового насадку

призводить до прискорення руху струменя. Прискорення руху струменя обумовлює зростання вакууму в порожнині 6, що збільшує перепад тиску між входом 10 і виходом із сопла 1. Це викликає подальше прискорення струменя, що виходить із сопла 1. В наслідок цього утворюється процес з позитивним прогресуючим зворотнім зв'язком. Аналогічні процеси протікають в конусах сопел 2, 3 і пазухах 7, 8.

Дослідження гідродинамічних та теплових процесів, що відбуваються в насадку проводилось за допомогою універсальної програмної системи кінцево-елементного аналізу — ANSYS. Для гідродинамічних розрахунків використана підсистема FLUENT, яка призначена для моделювання складних течій рідин і газів з широким діапазоном властивостей. Результати розрахунку представлені в вигляді розподілу тиску, швидкості, ентальпії, температури та густини в проточній частині насадку.

Для аналізу результатів та працездатності надзвукового насадку використовується рівняння загального енергобалансу [2]:

$$C_v T_1 + \frac{p_1}{\rho_1 g} + \frac{w_1^2}{2g} = C_v T_2 + \frac{p_2}{\rho_2 g} + \frac{w_2^2}{2g} \quad (1)$$

де p , w , C_v , ρ , T — відповідно тиск, швидкість, теплоємність при постійному об'ємі, густина рідини (повітря) та її абсолютна температура.

Рівняння нерозривності потоку відображає постійність масової витрати повітря в соплі за відсутності його підсосу

$$G = \rho_1 w_1 = \rho_2 w_2 = const \quad (2)$$

Швидкість повітря на виході з сопла визначається з рівняння (1)

$$w_2 = \sqrt{2g \left[\frac{p_1}{\rho_1 g} - \frac{p_2}{\rho_2 g} + (C_v T_1 - C_v T_2) \right] + w_1^2} \quad (3)$$

З рівняння (3) випливає, що зростання швидкості в надзвуковому соплі, яке спричиняє зростання кінетичної енергії потоку, відбувається за рахунок зниження ентальпії, унаслідок чого відбувається його охолодження.

Проте, враховуючи рівняння постійної масової витрати газу за відсутності його підсосу (2), збільшення кінетичної енергії потоку повітря відбуватиметься не пропорційно:

$$\rho_1 w_1 = \rho_2 w_2 = const; \text{ звідси } \frac{\rho_2 w_2^2}{2} = \frac{\rho_1 w_1}{2} w_2,$$

тоді збільшення кінетичної енергії дорівнює

$$\frac{\rho_2 w_2^2}{2} \cdot \frac{2}{\rho_1 w_1^2} = \frac{\rho_1 w_1 w_2}{\rho_1 w_1^2} = \frac{w_2}{w_1} \text{ раз,}$$

тобто пропорційно збільшенню швидкості, а не її квадрату.

Таким чином, для суттєвого збільшення кінетичної енергії потоку необхідно по ходу потоку додавати повітря, збільшуючи його масову витрату $G = \rho w$. Цю задачу і вирішує конструкція запропонованого сопла.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патент України №68210, МПК F 02 K7/00. Зверхзвуковий насадок І.М. Федоткіна для рідин або газів / Федоткін І.М., Фесенко А.Ф. — опубл. 26.03.2012, Бюл. № 6

2. Федоткін І.М., Тарасов В.О. Двигун, що працює на повітрі // Науково-технічна інформація. Київ. 2010р. № 3. С. 59.

6. ДО ПИТАННЯ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ КИПІННІ НАНОРІДИН

С.В. Сидоренко, В.Н. Морару,

О.В. Снігур, Д.В. Комиш

Інститут газу НАН України

А.В. Копиленко, А.І. Маринін

Національний університет харчових технологій

О.М. Тимонін

Національний технічний університет України «КПІ»

Інтенсифікація процесів теплообміну — одна з найважливіших проблем сучасної промисловості і енергетики. Один із шляхів вирішення цієї проблеми

(інтенсивного відведення тепла) — це використання як теплоносіїв нанорідин, що здатні працювати при високих питомих теплових потоках (ПТП)[1]. Такі потоки досягаються завдяки інтенсивному теплообміну, що характеризується високими значеннями коефіцієнтів тепловіддачі. (КТВ).

В представленій роботі застосовувався ніхромовий дріт (нагрівач), що розглядався як суцільний циліндр ($d \ll l$), тепловіддача від якого здійснювалась в граничних умовах першого роду. В цьому випадку виникла необхідність визначення температури зовнішньої поверхні дроту (t_{cr}) і температури по осі циліндра (t_{oc}). Для знаходження цих невідомих: були застосовані дві залежності:

Рівняння теплового балансу для нагрівача циліндричної форми:

$$V \cdot C_v \cdot \rho_v \cdot t_v^{poz} = \int_0^{r_{cm}} 2\pi r_{cepi} \cdot l \cdot C_i \cdot \rho_i \frac{t_i + t_{i+1}}{2} \quad (1)$$

Рівняння розподілу температур (t_i, t_{i+1}, t_{i+2} і т.д.) для однорідного циліндричного стержня ($d \ll l$) за рівнянням

$$t_{i+1} = t_i + q_v \left(\frac{r_{cm}^2}{4\lambda} \right) \left[1 - \left(\frac{r_{i+1}}{r_i} \right)^2 \right]. \quad (2)$$

Розв'язок цих рівнянь здійснювався ітераційним методом. Останнє ітераційне значення t_{cr} приймалось для наступних розрахунків і побудови графіків. Таким

чином КТВ розраховувався за рівнянням: $\alpha = \frac{q}{t_{cr} - t_{pid}}$ (Вт/(м²·К))

В вище приведених рівняннях використовувались наступні позначення t_{cr} (°С) температура зовнішньої стінки нагрівача; λ, c, ρ — відповідно коефіцієнт теплопровідності (Вт/м·К), теплоємність (кДж/кг·К) та густина (кг/м³) ніхрому; r_i — поточний радіус нагрівача; t_i (°С) — температура нагрівача на відповідному радіусі r_i ; t_{pid} (°С) — температура киплячої рідини. На рис. 1 і 2 представлені графічні залежності між ПТП і КТВ від температурного напору ΔT .

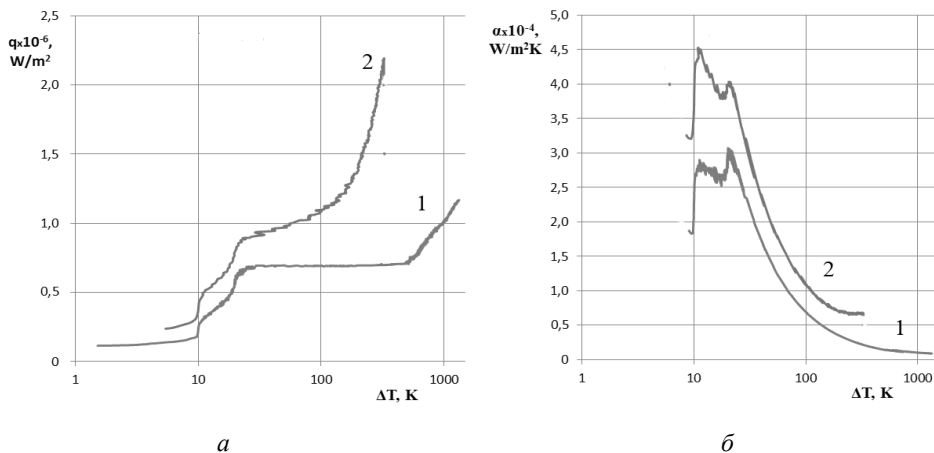


Рис. 1. Залежність питомого теплового потоку (а) і коефіцієнта тепловіддачі (б) нанорідини AlSi (крива 2) та дистильованої води (крива 1) від ΔT

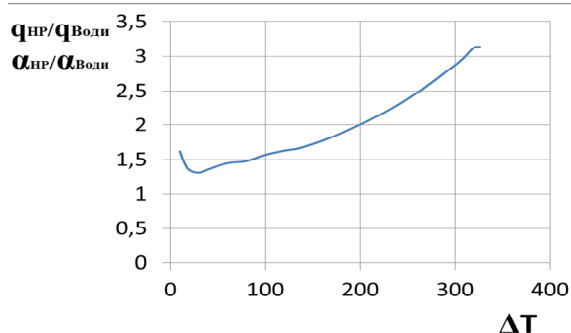


Рис. 2. Співвідношення між тепловими потоками та коефіцієнтами тепловіддачі для нанорідини AlSi і дистильованої води

Аналіз цих залежностей показує, що числові значення КТВ для НР вище таких для дистильованої води в 1,3 — 3 рази (рис. 2) в інтервалі зміни $\Delta T = 30 — 300$ К. Це пояснюється тим, що зберігається бульбашковий режим кипіння, але вже на пористій поверхні, що утворена шаром наночастинок. А так, як при бульбашковому режимі кипіння тепловідвід найбільш інтенсивний, то температура ніхрому при кипінні НР буде значно менше температури ніхрому при перехідному режимі кипіння дистильованої води.

Слід також зазначити, що при кипінні НР, коли вже утворився шар осаду, відсутні як перша так і друга кризи кипіння. У цьому випадку слід очевидно говорити лише про «кризові явища». До них слід віднести падіння інтенсивності відводу тепла, тобто зменшення КТВ при збільшенні питомого теплового потоку, зростання товщини і зміну структури шару осаду, що врешті рещт призводить до росту температури нагрівача і його перепау.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Bondarenko B.I., Moraru V.N., Sidorenko S.V., Komysch D.V., Khovavko A.I.* Nanofluids for energetics: Effect of stabilization on the critical heat flux at boiling // *Pis'ma v Zhurnal Tekhnicheskoi Fiziki*, 2012, vol.38, No.18, pp. 68 – 78; *Technical Physics Letters*, 2012, Vol. 38, No. 9, pp. 853 – 857.

7. ГРИБИ, ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ОБ'ЄКТ ДЛЯ РОЗРОБКИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СТВОРЕННЯ ІЗ НИХ ДОБАВОК — БАД ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ З РЕКОРДНИМ ВМІСТОМ БАР

Т.В. Бурлака

Національний університет харчових технологій

В даний час в міжнародній практиці в харчовій промисловості стоїть проблема розробки нових технологій, що дозволять зробити процес обробки харчових продуктів ефективним (з високим збереженням біологічно активних та поживних речовин), збільшити вилучення цільових компонентів, безвідходні технології та отримати продукти з новими властивостями.

Перспективними об'єктами для розробки таких технологій є плоди, овочі та гриби з метою створення із них добавок — БАД та функціональних продуктів з рекордним вмістом БАР, що знаходяться в легкозасвоюваній формі.

Однією із важливих проблем розвитку харчової промисловості є виробництво продуктів функціонального призначення, які спрямовані на профілактику різних захворювань. В Україні спостерігається дефіцит таких продуктів, що є джерелами натуральних вітамінів, повноцінних білків, незамінних амінокислот, природних антиоксидантів, мінеральних речовин, полісахаридів та ін.

На даний час в Україні велика кількість сушеної продукції. Та на жаль близько 95 % всіх сушених плодів та овочів імпортується із-за кордону. Притому, що в багатьох випадках продукція сумнівної якості. Це викликано тим, що вітчизняне виробництво в занепаді, а традиційні способи сушіння рослинної сировини, які використовувалися ще за радянських часів, є дуже енергоємними, довготривалими і не дозволяють одержати однорідний за якістю продукт. Тому актуальним є пошук і дослідження нових менш енергоємних способів сушіння грибів, які дозволять отримати продукт високої якості.

В останні роки в міжнародній практиці з'явилась низка БАД із грибів. Особливістю сушених грибів є те, що продукція зберігає в собі переважну частину поживних речовин, а саме таких як велику кількість клітковини, що є незамінною для нашого організму, амінокислоти, особливі ферменти, які розщеплюють жири, ефірні масла, вуглеводи і білок (близько 30 %). Крім цього, в грибах містяться лецитин, сірка і полісахариди. Лецитин не дозволяє шкідливому холестерину відкладатися в нашому організмі, а сірка і полісахариди є найсильнішими борцями з раковими клітинами. Кількість вітамінів групи В, які містяться в грибах, значно більша, ніж в злаках, теж саме стосується і до вітамінів РР, А, D. Крім того, гриби відрізняються від рослин тим, що в них є тваринний крохмаль — глікоген, якого в інших рослинах просто немає.

Розповсюджене застосування грибів, які мають багатовікову історію, в даний час спостерігає виражену тенденцію до зростання масштабів їх використання в харчовій та фармацевтичній промисловості, і це характерно для багатьох країн світу.

По даним Всесвітньої продовольчої організації ООН, в теперішній час в більшості країн світу середній рівень споживання культивованих грибів складає близько 1,5 кг на душу населення в рік. В США щорічне споживання становить 1,4 кг. За часи існування Радянського Союзу всі республіки разом вирощували 2,5 – 3 тис. тон грибів. Нині в Російській Федерації виробляється близько 9 тис. тон що далеко не відповідає світовому рівню виробництва грибної продукції та вкрай недостатньо для задоволення потреб населення у цьому виді продукції. Про рівень споживання в Україні говорити складно. Реальних статистичних даних про виробництво грибів в Україні не існує.

Однак гриби викликають великий інтерес і науковців, і практиків саме завдяки наявності в них значної кількості білку. У свіжих грибах вміст білків досягає 7...8 % за масою білків, а в сушених порошках з грибів — до 50 %, і практично 79 % цього білку засвоюється організмом людини.

Більшість рослинних білків є неповноцінні, в них спостерігається дефіцит багатьох незамінних амінокислот. Серед високоврожайних культурних рослин лише бобові містять білки, за амінокислотним складом наближені до білків тваринного походження. Саме ця обставина і викликала спочатку підвищений

інтерес до грибів як до можливих аналогів тваринних продуктів. Проте з часом з'ясувалось, що бобові культури концентрують багато антихарчових сполук, інших компонентів, що негативно впливають на організм людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дудка *И.А.*, Вассер *С.П.* Грибы. Справочник миколога и грибника. 1987 — 536 с.

2. Бакайтис, *В.И.* Дикорастущие грибы как белоксодержащее сырье / В.И. Бакайтис, С.Н. Казакова, Л.В. Белокрылова // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Орел: ОрелГТУ, 2004. — С. 103 – 106.

3. Атаназевич, *В.И.* Сушка пищевых продуктов / Справочное пособие. — М.: ДеЛи, 2000. — 296 с.

Наукові керівники: І.В. Дубковецький, І.Ф. Малежик

8. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ СУШІННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

А.В. Дем'яненко. О.Ю. Іванюк

Національний університет харчових технологій

Сушіння — це процес термічної обробки матеріалу з метою зниження його вологості, в результаті чого покращується якість продукції, запобігається її псування і злежування, знижується вага та покращуються умови транспортування і зберігання.

Конструкції сушильних апаратів залежать від масштабів виробництва і властивостей матеріалу, сушіння в яких проводиться під атмосферним тиском або під вакуумом, при цьому матеріал може знаходитись у стані спокою, переміщатися або перемішуватися.

Найбільш розповсюдженими в харчовій промисловості є кондуктивний та конвективний способи сушіння.

В кондуктивних сушарках теплота для висушування матеріалу передається шляхом контакту його з нагрітою поверхнею, а в конвективних — теплота передається безпосередньо від теплоносія до матеріалу. При цьому видаляється волога, зв'язана з матеріалом за рахунок механічних і фізико-хімічних сил. Хімічно зв'язана волога не видаляється в зв'язку з руйнуванням матеріалу.

Як теплоносії для сушіння харчових продуктів у більшості випадків використовуються нагріте повітря або газу, що утворюються в процесі згорання палива. З застосовуваних у харчовій промисловості найширше розповсюдження отримали сушарки: барабанні, камерні, шахтні, стрічкові, з киплячим та віброкиплячим шаром і розпилювальні.

У харчовій промисловості застосовують різноманітні сушарки, в яких висушують дуже різні матеріали. Класифікувати сушарки можна залежно від таких ознак:

а) режим роботи — періодичної, безперервної і циклічної дії;

б) спосіб підведення теплоти — конвективні, контактні (кондуктивні), радіаційні і височастотні;

в) вид сушильного агента — повітряні, із застосуванням димових газів, парів, рідинні;

г) вид висушеного матеріалу — кусковий, зернистий (дисперсний), пилевидний, пастоподібний, рідкий (розчин);

д) тиск у сушильній камері — атмосферний, вакуумний, глибоковакуумний, надлишковий;

е) напрямок руху сушильного агента відносно матеріалу — прототечійні, протитечійні, з перехресним потоком;

е) варіант сушильного процесу — з нормальним (основним) процесом, з проміжним підігріванням сушильного агента, з рециркуляцією відпрацьованого повітря, з додатковим підігріванням повітря в сушильній камері та ін.;

ж) конструкція сушильної камери — барабанні, камерні, шахтні, стрічкові, коридорні (тунельні), трубчасті, розпилювальні, пневматичні, вальцьові та ін.;

з) стан шару матеріалу (для зернистих матеріалів) — щільний, розрихлений, киплячий, фонтануючий;

і) спосіб створення циркуляції сушильного агента — з природною і вимушеною циркуляцією.

Процеси сушіння харчових продуктів з метою найповнішого збереження їх корисних властивостей при тривалому зберіганні є найбільш актуальними як для виробників продуктів харчування так і для сільгосппереробників. Перелік продуктів тваринного і рослинного походження, що вимагають подальшої переробки, постійно розширюється. Усе це підвищує попит на наукові розробки, які найширше охоплювали б перелік таких продуктів з усім спектром їх відомих фізичних і теплофізичних характеристик з метою подальшої оптимізації процесів сушіння.

Започатковано комплекс досліджень і розробок для створення засобами сучасних інформаційних технологій бази даних та знань продуктів, що підлягають сушінню. База даних та знань вміщує усі відомі фізичні, теплофізичні та інші відомі характеристики, які потрібні для оптимального вибору способу сушіння та необхідного для цього обладнання.

З цією метою проведено огляд даних Internet, вітчизняних та зарубіжних літературних джерел, створюється сайт «Проблеми сушіння харчових продуктів», що містить перелік основних харчових продуктів, що підлягають сушінню та їх основних фізичних і теплофізичних характеристик. Сайт надає можливість пошуку інформації з названої тематики. Ця робота є складовою тематики по створенню інформаційної підтримки інженерних рішень по виробничим процесам сушіння харчових продуктів на базі сучасних комп'ютерних технологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Снежкин Ю.Ф.* Энергосберегающие теплотехнологии производства пищевых порошков из вторичных сырьевых ресурсов / Ю.Ф. Снежкин, Л.А. Боряк, А.А. Хавин. — К.: Наукова думка, 2004. — 228 с.

2. *Овчарук В.О.* Оптимізація процесу сушіння екстрактів із вмістом пектину: Автореф. дис. канд. техн. наук: /УДУХТ. — К., 1998. — 25 с.

Наукові керівники: В.О. Овчарук, І.В. Юшук

9. ДО ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ І ПРОМИСЛОВИХ ВОД

Б.С. Пашенко, М.О. Сидоренко

Національний університет харчових технологій

Питання екології, очищення стічних і промислових вод у цей час набувають особливого значення. Забруднення водного і повітряного басейнів набувають загрозливих для людства розмірів. У ситуації безперервного збільшення об'єму промислових стоків, величезного зростання споживання чистої води актуальним є пошук і розробка нових ефективних методів та обладнання для очищення промислових стоків.

За експертними оцінками фахівців, починаючи з 2000 року, в США, Німеччині, Україні і Росії скидання стоків щорічно перевищує сотні мільйонів тонн. Такі масштаби промислових стоків, а також тенденція до зростання темпів водоспоживання потребують вирішення проблем очищення стічних вод та безперебійного водопостачання.

Вирішення задач замішеного водопостачання підприємств, підвищення вимог до чистоти технологічних вод і стоків висуває цілий ряд складних завдань перед різними галузями промисловості.

Стан і ступінь використання водних ресурсів України тісно пов'язаний з рівнем розвитку економіки та методами господарської діяльності. Із підвищенням інтенсифікації народного господарства збільшується необхідність у спеціальних охоронних заходах, спрямованих на запровадження більш жорсткого контролю за використанням природних вод, введення нормування, обмеження, а іноді і повної заборони на використання найбільш виснажених водних об'єктів.

Рівень техногенного навантаження на природне середовище в Україні досить високий і перевищує аналогічний показник розвинутих держав в 4 – 5 разів. Так протягом 2007 року в атмосферне повітря, водні та земельні ресурси потрапило близько 73 млн.т. забруднюючих речовин. В Україні наявною є тенденція до руйнації довкілля та незворотних втрат природних ресурсів.

Так, наприклад, хімічна промисловість є тією галуззю господарства, чий відходи виробництва являють значну небезпеку для навколишнього середовища, тому розробка ефективного протизабруднюючого обладнання для очищення стічних вод є актуальною проблемою.

Аналіз вітчизняних та закордонних розробок показав, що перспективним і конкурентноздатним напрямком розвитку екотехніки є використання гідродинамічної кавітації для очищення стічних вод в процесах флоатації, аерації та дегазації. Кавітаційні апарати можуть бути встановлені в уже існуючі технологічні лінії очищення стічних вод і забезпечити підвищення ефективності очищення від 2 до 10 разів.

Основними документами для розробки екологічної політики України є Закони України «Водний кодекс України», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про охорону навколишнього природного середовища».

У басейні Дніпра зосереджено і основний промисловий потенціал України, що, безумовно, призводить до величезного техно-антропогенного навантаження на його води і як зрозуміло, інтенсивно впливає на формування якості води.

В останні роки до водних об'єктів басейну Дніпра щорічно потрапляє біля 7,5 км³ стічних вод, серед яких нормативно чистих — 4,7; нормативно очищених — 0,6; забруднених — 2,2 км³. Внаслідок інтенсивного забруднення різноманітними стоками більша частина водних ресурсів втратила здатність до самовідновлення і знаходиться у стадії деградації.

За рівнем забруднюючої дії на водні ресурси басейну Дніпра галузі народного господарства розташовуються у наступній послідовності: комунальне господарство, чорна та кольорова металургія, коксохімія, хімічне машинобудування, сільське господарство, харчова промисловість, та інші.

Наприклад, кожної доби об'єктами комунального господарства скидається понад 2 млн.м³ забруднених стічних вод, а металургійними заводами міст Дніпродзержинська, Запоріжжя та Дніпропетровська щорічно — 156, 104 та 98 млн.м³ стоків, відповідно.

Проте фактично до водних ресурсів басейну Дніпра потрапляє значно більше забруднюючих речовин.

Серед останніх — біогенні речовини, важкі метали, детергенти, пестициди, феноли та інші токсичні речовини, які сильно впливають на екологічний стан водного середовища.

Таким чином, можна зробити висновок, що головним напрямком екологічної політики має бути не лікування симптомів екологічної деградації, а попередження забруднення довкілля через впровадження новітніх технологій, заходів по енерго- та ресурсозбереженню як у виробництві так і в системах локального очищення стічних вод, адже набагато простіше і набагато дешевше змінити технологію виробництва і очищення стічних вод, щоб зменшити рівень забруднення, ніж встановлювати додаткові стадії очистки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Федоткин И.М., Немчин А.Ф. Использование кавитаций в технологических процессах. — М.: Вища школа/Изд-во при КГУ. 1984;
2. Немчин А.Ф., Сергеев Г.И., Мачинський А.С. Суперкавитирующие аппараты/Обзорная информация. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1991;
3. Федоткин И.М., Шаповалюк В.Н., Вьюн В.И., Боровский В.В. Эффективные методы очистки воды на предприятиях Украины. Изд. «ИТИ», г. Винница, 1994.

Наукові керівники: А.В. Копиленко, О.М. Тимонін

10. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДАЛЕННЯ ГАЗОВОЇ ФАЗИ У ПРОЦЕСІ ЕКСТРАКЦІЇ

Г.Л. Верхола

Національний університет харчових технологій

У світовій цукровій промисловості з 50-х років минулого сторіччя застосовуються дифузійні установки колонного типу. В Україні таких установок 24, що складає 29 % від загальної кількості. За кордоном сьогодні це найбільш поширений тип дифузійних установок, які виготовляються продуктивністю до 12000 т/добу.

Невід'ємною частиною колонної дифузійної установки є ошпарювач, в якому відбувається нагрів бурякової стружки та приготування соко-стружкової суміші.

Для цього в ошпарювач подається дифузійний сік, який проходячи крізь стружку, попередньо нагріває її, а потім крізь лобове сито відбирається на подальшу переробку. У другу частину ошпарювача подається потік підігрітого циркуляційного соку, який остаточно нагріває її. Соко-стружкова суміш, що утворилась, насосом закачується у колонний дифузійний апарат.

Відомо, що ошпарювачі є джерелом спінування дифузійного соку, у якому присутні поверхнево-активні речовини (ПАР). Проникнення газової фази до складу соко-стружкової суміші призводить до порушення гідродинамічного режиму процесу екстракції в колоні. Газові бульбашки блокують поверхню масообміну, утворюють «газові мішки», які порушують цілісність стовпу соко-стружкової суміші, призводять до значного поздовжнього перемішування у колоні.

Ошпарювачі типу «ОС», які встановлено на вітчизняних заводах, мають «пасивну» систему видалення газової фази. Їх оснащено збірником у верхній частині корпусу, до якого піна має підніматися з мішалки. Рух кожної газової бульбашки відбувається під дією архімедової сили з невеликою швидкістю. Лопати транспортної системи та стружка рухаються і занурюють бульбашки вглиб ошпарювача. Тому видалення піни є недостатньо ефективним.

Проведено модернізацію ошпарювача з метою ефективного видалення газової фази (рис. 1). Ошпарювач було встановлено горизонтально, оснащено ситом у верхній частині корпусу, окремо встановленим дегазаційним сосудом, циркуляційним насосом.

Процес дегазації відбувається наступним чином: сталий потік дифузійного соку, що вміщує піну, відбирається у верхній частині ошпарювача крізь сито і надходить у дегазаційний посуд, де забезпечується витримка соку 5...10 хвилин при умові мінімального перемішування, що дозволяє бульбашкам піднятися на поверхню. Піна, що виходить з соку, розподіляється по його поверхні та безперервно руйнується внаслідок синерезису, збільшення чарунків піни та розривання плівок.

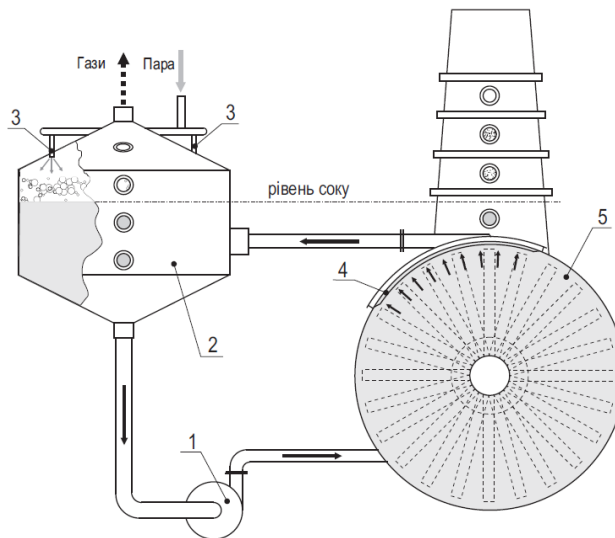


Рис. 1. Система примусової дегазації соко-стружкової суміші:

- 1 — циркуляційний насос контуру знепінювання; 2 — дегазаційний посуд;
3 — парові патрубки; 4 — сито для відбору соку; 5 — ошпарювач бурякової стружки

З метою прискорення руйнування піни до дегазаційного посуду додаються спеціальні речовини — піногасники, які можуть мати різний склад. Вони проникають у середину кожної бульбашки та провокують їх руйнування. Звичайна дія піногасника ґрунтується на зменшенні поверхневого натягу у зоні скупчення бульбашок повітря, що спричиняє їх злиття та подальше руйнування.

Дифузійний сік, з якого видалено піну, за допомогою насоса повертається в ошпарювач.

Використання системи примусового видалення піни має наступні переваги:

– гарантується відсутність газових бульбашок у соко-стружковій суміші, яку подають у дифузійний апарат, що сприяє більш ефективній екстракції цукру та зменшує корозію внутрішніх поверхонь колонного дифузійного апарату;

– в ошпарювачі відсутня поверхня розділу сік-повітря (корпус ошпарювача встановлюється горизонтально), що збільшує ступінь заповнення його робочого об'єму та знижує ризик розвитку мікробіологічної інфекції;

– знижуються витрати хімічних речовин для піногасіння та дезінфекції, які мають високу вартість.

Рекомендовану систему примусового видалення піни випробувано та впроваджено на Шамраївському цукровому заводі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Göddertz L. Developments in tower extraction: a new dimension // Zuckerindustrie. — 2001. — Vol. 126, Nr. 10. — S. 812 – 815*

2. *Верхола Л.А., Яцюк П.В., Шутенко А.В., Куманський П.С., Малик Т.П. Модернізація системи ошпарювання колонної дифузійної установки Шамраївського цукрового заводу // Цукор України. — 2011. — № 1 (61) — С. 46 – 50.*

Науковий керівник: Л.В. Зоткіна

11. ЕКСТРАГУВАННЯ ЦІННИХ РЕЧОВИН З ПШЕНИЧНИХ ЗАРОДКІВ

І.С. Карпюк, Ю.В. Запорожець

Національний університет харчових технологій

Оптимізація раціону сучасної людини з врахуванням рекомендованих норм вживання не може бути досягнутою простим збільшенням продуктів харчування без заподіяння шкоди здоров'ю, а вимагає нових підходів і рішень. Нові харчові технології дозволяють в малому об'ємі включати досить значні кількості незамінних харчових речовин, що необхідні для забезпечення потреби у відповідності з особливостями фізіологічних вимог організму. І тут особливе місце належить харчовим добавкам.

Одною із цих добавок є екстракт зародків пшениці, які містять комплекс речовин, що притаманні живим клітинам. Вони багаті на азотисті речовини (біля 40 %) — це переважно білки (на 90 %), а також ферменти і небілкові азотовмісні речовини: аміді і амінокислоти, в тому числі ДНК і РНК. Амінокислотний склад білка зародків пшениці характеризується вмістом всіх 20 заміних і незамінних амінокислот з переважним вмістом аміномасляної кислоти, фенілаланіна, лейцина, глутамінової кислоти.

Фенілаланін — незамінна амінокислота, яка в організмі може перетворюватися в тирозин, що сприяє покращенню розумового сприйняття.

Лейцин — незамінна амінокислота, знаходиться в високих концентраціях в м'язовій тканині, приймає участь в забезпеченні азотистої рівноваги, в обміні білків, вуглеводів.

Глутамінова кислота — заміна кислота, вона виконує в організмі людини багато функцій. Одна з них — це виведення шкідливих продуктів білкового обміну. Вона постійно знаходиться в тканинах організму, вступає у взаємодію з аміаком та утворює глутамін. Особливо це важливо для нормального функціонування нервової системи.

Також в зародках пшениці міститься в суттєвій кількості вітамін Е (токоферол). Токоферолі разом з поліненасиченими жирними кислотами забезпечують оптимальні фізико-хімічні властивості ліпідного шару клітин. В механізмі дії токоферолів суттєвим є їх нормалізуючий вплив на окислювальні процеси, що стабілізують мембрани клітин, тобто виступає як основний антиоксидант.

Тому метою нашого дослідження було екстрагувати цінні речовини і вилучити вітамін Е із зародків пшениці в лабораторних умовах.

На сьогоднішній день в промисловості існує спосіб екстрагування зародків за допомогою екстрагенту спирт. Ми рекомендуємо інший спосіб екстрагування, екстрагентом вибрали рослинну олію «Стожар», оскільки цільовий компонент (вітамін Е) є жиророзчинною сполукою. Дана олія є корисна та екологічно чиста. У 100 г олії міститься: холестерин — 0 мг, вітамін Е — до 0,92 мг/100мл, енергетична цінність — 889 ккал.

Ми провели ряд дослідів, змінювали такі параметри: співвідношення фаз (1:1; 1:1,5; 1:2; 1:2,5), температуру від 18 до 50 °С, час проведення процесу від 5 до 40 хв.

Параметром контролю за процесом було обрано зміну вмісту сухих речовин в екстрагенті та твердій фазі.

Перед тим, як екстрагувати, ми зародки пшениці механічно зруйнували (методом пресування).

Першим етапом досліджень було проведення екстрагування без періодичного перемішування. Проаналізувавши отримані результати, ми зробили висновок, що найкращими умовами екстрагування є: співвідношення фаз 1:1,5, температура процесу 50 °С та тривалість процесу 40 хвилин.

Вміст вітаміну Е в одержаному екстракті визначили за допомогою методу фотоелектрокалориметрії. Встановили, що вміст вітаміну Е в одержаному екстракті міститься 8,4 мг/100мл.

Наступним етапом було проведення процесу з періодичним перемішуванням та з проміжним віджимом твердої фази.

Вміст вітаміну Е в одержаному екстракті визначили за допомогою методу фотоелектрокалориметрії. Отже, вміст вітаміну Е в екстракті міститься 10,2 мг/100мл, це на порядок вище, ніж в рослинній олії.

Отже, можемо зробити висновок, що для проведення екстрагування зародків пшениці найбільш підходить спосіб екстракції шроту олії з проміжним віджимом твердої фази. Цей екстракт можна використовувати як натуральну (природну) добавку для харчових продуктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирования. Л., Химия, 1974. — 256 с.
2. Журнал «Bears компану» — інгредієнти та сировина для харчової промисловості — №7(5) 2006. Україна, м. Київ.

3. *Журнал «Мир продуктов»*. РИА «Марко Пак». — М: «Марко Пак» — № 1 (12) 2004. Україна, м. Київ.

4. *Журнал «Масла и жиры»*. Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов: специализированный информационный бюллетень/ ЗАО «Отраслевые ведомости». — М: Отраслевые ведомости — № 5 (27) май, 2003 «Перспективы использования жмыха зародышей пшеницы»

Науковий керівник: Л.В. Зоткіна

12. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТИТЕЧІЙНОГО РОЗДІЛЕННЯ ФАЗ ПРИ ВІБРОЕКСТРАГУВАННІ

Ю.В. Запорожець, Н.В. Попова, А.О. Шевченко
Національний університет харчових технологій

Якість роботи екстракційної апаратури залежить від конструктивних параметрів їх робочих органів [1,3]. У випадку застосування екстракторів безперервної дії з вібротурбулізуючою транспортувальною системою [2] такими параметрами, що визначають продуктивність апарата, є кількість транспортувальних елементів та їх конструктивні особливості.

Досліди проводились на лабораторному віброекстракторі безперервної дії, що складається з вертикального циліндричного корпусу зібраного з чотирьох царг. В середині корпусу розміщена перемішувально-транспортувальна система, що складається з почергово та з певним кроком закріпленими на вертикальних штоках тарілками та здійснює поздовжні протинаправлені зміщені на півперіоду низькочастотні механічні коливання. Штоки в рух приводяться від спеціального вібропривода. Для подачі в екстрактор подрібненої та підготовленої рослинної сировини передбачено завантажувальний пристрій, з'єднаний з робочим об'ємом корпусу в його нижній частині та оснащений горизонтальним шнековим живильником для рівномірної та регульованої подачі сировини. Для відбору проекстрагованої сировини — шроту з верхньої частини апарата змонтовано вивантажувальний пристрій. Екстрагент у віброекстрактор подається на рівні верхньої тарілки за допомогою пристрою — зрошувача, встановленого у верхній частині корпусу. Екстракт відбирається у нижній частині апарата через фільтрувальний пристрій.

Основним вузлом вібротранспортувального пристрою, що визначає його транспортувальну продуктивність, є тарілка. Вона являє собою диск з бортом і має односпрямовані виштампувані елементи — сопла з різним гідравлічним опором проходженню через них потоку двофазного середовища у взаємно протилежних напрямках, розміщених таким чином, що гідравлічний опір руху середовища через них у бік розвантажування твердої фази є менший за опір руху середовища з протилежного боку тарілки. Тарілка має окрім названих транспортувальних сопел на тарілках розміщено також протилежно спрямовані аналогічні елементи, закриті фільтрувальними перегородками. Відкриті елементи — сопла входять у патрубки, які закріплені на тарілці з боку їх більшого гідравлічного опору при русі тарілки вверх.

Досліджувалась розділювальна здатність робочих елементів вібротранспортувальних пристроїв на системі вода — подрібнена рослинна сировина із різною геометрією та фізичними властивостями (подрібнена буякова маса, шишковий хміль), та на системі вода — модельне середовище (капронова дрібка). Режимні

параметри вібротранспортувальної системи змінювались в інтервалах: амплітуда коливань — від 5 до 10 мм; частота — від 1 до 5 Гц. Результати досліджень узагальнені графічними залежностями продуктивності віброекстрактора від параметрів коливань вібротранспортувальної системи.

Встановлено, що продуктивність вібраційного екстрактора збільшується із збільшенням частоти за певним нелінійним законом.

У випадку транспортування хмельової сировини при використанні вібротранспортувальних пристроїв різних конструкцій встановлено, що тарілки з гнучкими патрубками закріпленими на транспортувальних елементах мають вищу розділювальну здатність ніж тарілки з жорсткими патрубками. Це підтверджується графічними залежностями продуктивності апарата від геометрії транспортувальних елементів (відношення висоти патрубків до їх діаметра та діаметра патрубків до діаметра відкритого елемента).

Так, збільшення продуктивності вібраційного екстрактора спостерігається для тарілок з транспортувальними елементами у кількості від 10 до 16, а подальше їх збільшення до значного зростання продуктивності, разом з тим, не призводить. Слід зазначити, що будь-які отвори у робочих органах апаратів є концентраторами напружень, тому необхідно шукати раціональні співвідношення між кількістю отворів, міцністю робочих органів та продуктивністю апарата.

Аналізуючи отримані залежності можна відзначити, що екстремальні значення продуктивності в інтервалі частот від 1 до 4 Гц, спостерігаються при співвідношеннях висоти патрубків до їх діаметра в межах 1,5 – 2,5 та при співвідношеннях діаметра гнучких патрубків до діаметра транспортувальних елементів в межах 1,5 та 3. В цьому ж діапазоні з одночасним зростанням продуктивності, значно зменшується рівень поздовжнього перемішування, що оцінювався критерієм Пекле.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Белоглазов И.Н.* Твердофазные экстракторы: инженерные методы расчета / И.Н. Белоглазов. — Л.: Химия, 1985. — С. 42 – 49.
2. *Буренков Н.А.* Интенсификация технологических процессов в пищевой промышленности при помощи низкочастотных колебаний / Н.А. Буренков. — К.: Техника, 1969. — 193с.
3. *Олевский В.М.* Вибрационные массообменные аппараты / В.М. Олевский. — М.: Химия, 1980. — С. 192.

Науковий керівник: В.С. Бодров

13. ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ОБРОБЛЕННЯ РОСЛИННОЇ ХМЕЛЬНОЇ СИРОВИНИ ПРИ ВІБРОЕКСТРАГУВАННІ

А.О. Шевченко, А.В. Мошенська, І.Р. Хлистул
Національний університет харчових технологій

Ефективність віброекстракційної апаратури для перероблення рослинної сировини та її відходів обумовлена створенням інтенсивних гідродинамічних режимів турбулентними пульсуючими струменями, генерованими елементами

віброперемішувальних пристроїв. Тому лімітуючою стадією процесу залишається внутрішнє масоперенесення [1].

У зв'язку з цим заслуговують на увагу використання електрогідравлічних методів для попереднього оброблення рослинної сировини. Суть такого способу полягає в створенні інтенсифікації ударної хвилі в рідині сформованим імпульсним високовольтним електричним розрядом та кавітаційного ефекту. Так, один імпульсний розряд виключає, принаймні, два гідравлічних удари: перший — в момент утворення порожнин в робочому об'ємі, другий — при її закритті. При цьому, газова порожнина здійснює декілька пульсацій, що є логічним наслідком розриву суцільності рідини і адіабатичного її стиснення.

Метою досліджень було встановлення доцільності попереднього оброблення робочого середовища електроімпульсними розрядами при екстрагуванні цільових компонентів із хмельової сировини в полі низькочастотних механічних коливань.

Оброблення досліджуваних об'єктів проводили в розрядній камері спеціальної конструкції [2]. Під час проведення досліджень напруга розряду встановлювалась, регулюванням зазору між торами повітряного розрядника та частоти розрядів. Дослідження проводили наступним чином. Після оброблення вихідного продукту електроіскровими розрядами виконували проміжну технологічну оцінку обробленого продукту, і далі процес екстрагування продовжували на віброекстракційній установці безперервної дії, що складається із вертикальної циліндричної колони, виконаної із органічного скла і нержавіючої сталі та закріпленою до нижньої частини його завантажувальним пристроєм. В середині колони розташований вібротранспортувальний пристрій, що складається із системи двох штоків із закріпленими на них по чергово тарілками спеціальної конструкції [3]. Тарілки мають виштампувані елементи у вигляді сопел. Транспортувальні сопла спрямовані у бік розвантаження твердої фази і входять стороною з меншим гідравлічним опором в патрубки встановленої геометрії. Інші сопла, фільтрувальні, спрямовані у бік руху екстрагенту, і закриті фільтрувальними конічними елементами.

Досліджувалась залежність накопичення загальних сухих речовин хмелю в екстрагенті від параметрів електроіскрових розрядів та амплітудно-частотних характеристик віброекстрактора, а також залежність величини гіркоти в складі сухих речовин екстракту від аналогічних параметрів електроіскрових розрядів.

Встановлено, що кількість сухих речовин в хмельовому екстракті при попередньому електроіскровому обробленні водяної суспензії шишок хмелю при віброекстрагуванні залежить від напруги розрядів і кількості імпульсів. Аналіз результатів показав найбільшу динаміку накопичення сухих речовин при обробленні водяної суспензії шишок хмелю першим розрядом з напругою 30 кВ, а також наявність початку руйнації отриманих при обробленні першим розрядом технологічно цінних речовин хмелю при збільшенні кількості розрядів починаючи від двох.

При цьому, енергетичні витрати електрогідравлічного активатора на оброблення суспензії при раціональних режимних параметрах становить 0,000125 кВт год, а енергія розряду — 450 Дж, при скороченні часу екстрагування від 40 до 2 хв та незмінних якісних показників екстракту. Таким чином, стає можливим отримати комплексний препарат, що містить не тільки водорозчинні гіркі речовини, а й усю гаму речовин, що зазвичай потрапляють в пивне сушло при його охмелінні шишковим хмелем, але з більшим виходом.

Представляла інтерес візуалізація руйнації клітини хмельової сировини під дією електроіскрової обробки. Було зроблено мікрофотознімки, які свідчать про руйнування клітини ще до початку віброекстрагування.

Таким чином отримані результати підтверджують перспективність застосування електроіскрового оброблення рослинної сировини перед віброекстрагування в різних галузях переробної промисловості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белоглазов И.Н. Твердофазные экстракторы: инженерные методы расчета / И.Н. Белоглазов. — Л.: Химия, 1985. — С. 42 – 49.

2. Маринін А.І. Розроблення та застосування імпульсного електрогідрравлічного способу оброблення сировини рослинного походження: автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.12 «Процеси й обладнання харчових, мікробіологічних і фармацевтичних виробництв» /А.І. Маринін. — Київ, 2007 — 20с.

3. Пат. 46856 Україна, МПК⁶ В 01 D 11/02. Вібраційний екстрактор / Запорожець Ю.В., Зав'ялов В.Л., Ардинський О.В.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. — № u200906927; заявл. 02.07.09; опубл. 11.01.10, Бюл. №1.

4. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности / Л.А. Юткин — Л.: Машиностроение, 1966. — С. 341.

Науковий керівник: Ю.В. Запорожець

14. ВИДИ КАВІТАЦІЇ І ОСОБЛИВОСТІ КАВІТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Т.В. Никитюк

Національний університет харчових технологій

Гідродинамічна кавітація — це явище утворення в рідині каверн (порожнеч), заповнених розчиненими в ній газами і паром. Каверни виникають за обтікаємим тілом (кавітатором) при обтіканні рідиною перешкоди або, навпаки, при переміщенні перешкоди (лопатки) щодо рідини.

Утворені в рідині каверни розпадаються на найдрібніші кавітаційні пухирці, які за певних умов лопаються. При їх лопанні розвивається локальний тиск до 10^3 Па, кумулятивні струмені зі швидкостями 700 – 800 м/с, питома локальна енергія доходить до 10^5 кВт/м³.

При жорстких режимах кавітації з попереднім вакуумуванням спостерігається рентгенівське і нейтронне випромінювання, люмінесцентне свічення середовища, реалізується її внутрішня енергія та відбуваються процеси на ядерному рівні.

Кавітація руйнує все, проти неї немає стійких матеріалів. Тому з мінімальними енерговитратами ведуться процеси диспергування, емульгування, активації, дроблення, розділення, змішення, отримання енергії, інтенсифікації будь-яких технологічних процесів.

Кавітаційні апарати, засновані на явищі гідродинамічної кавітації, представляють ефективно змішуюче, активуюче, диспергуюче і гомогенізуюче устаткування нового покоління, здатне значно інтенсифікувати, прискорювати технологічні процеси в рідких середовищах, значно знижуючи при цьому витрати енергії і ресурсів.

Ці апарати можна класифікувати досить повно, якщо за основу взяти розподіл за такими характерними ознаками як режим роботи, спосіб подачі або видалення газової фази, тип конструкції всього апарату та його робочих органів.

Відомо, що в кавітаційних апаратах можуть здійснюватись два режими кавітації — природний та штучний. Природна кавітація виникає в рідких середовищах, коли тиск в потоці рідини падає і досягає величини тиску насичених парів рідини при даній температурі. Виникає розрив рідкої фази з утворенням кавітаційних каверн та кавітаційних бульбашок, заповнених паром та дифундуючими газами, розчиненими в рідині.

Природна кавітація характеризується двома стадіями: початковою або бульбашковою, та розвинутою, так званою суперкавітацією.

Бульбашкова кавітація характеризується наявністю за кавітатором кавітаційного поля, що складається з зони зниженого тиску, заповненої окремими кавітаційними бульбашками та їх скупченнями, і зони підвищеного тиску, де відбувається розрив кавітаційних бульбашок з утворенням мікроструменів із швидкістю 50-1500 м/с і тиском в місцях розриву $(10 - 15) \cdot 10^2$ МПа.

Відмінною здатністю суперкавітації є утворення стійкої каверни, розміри якої перевищують розміри кавітатора в 1 – 5 разів і більше, а хвостова частина пульсує, періодично насичуючи потік кавітаційними бульбашками. Режим суперкавітації знайшов застосування в процесах змішування, дегазації, випарювання, контактному нагріванні.

Штучна кавітація виникає в потоці рідини при вентиляванні кавітаційної каверни газовою фазою. Подача газової фази може бути примусовою, під тиском, або шляхом самозасмоктування.

Штучна кавітація характеризується двома типами виносу газової фази з кавітаційної каверни: пульсаційним, при малих витратах газової фази, та безперервним винесенням по вихоровим шнурам при значних відносних витратах газу. Режим штучної кавітації застосовується при аерації стічних вод, змішуванні газу і рідини, контактному теплообміні, флотації, а також в ежекційному обладнанні і таке інше.

Для природної кавітації тиск в каверні P_k дорівнює тиску насичених парів рідини $P_{н.п.}$ при даній температурі. Для штучної кавітації — це певний середній тиск, який утворюється в каверні у зв'язку з наявністю самозасмоктування чи нагнітання газової фази. Він завжди вищий за тиск насичених парів $P_{н.п.}$. Це дозволяє проводити моделювання кавітаційних процесів у більш широких межах, наприклад, коли збільшення швидкості потоку рідкої фази викликало б кавітацію на стінках робочої зони.

На межі розподілу газ-рідина в каверні відбувається дисоціація молекул води, розчинених речовин, утворення збуджених молекул та інше. Молекули води розщеплюються на радикали Н і ОН, які накопичуються всередині кавітаційної бульбашки. При розриві бульбашки у локальному об'ємі навколо виникають кумулятивні струмені та ударні хвилі.

Таким чином, кавітаційною обробкою стічної води в режимі природної кавітації можна знизити рівень органічних забруднень без вентилявання повітрям каверни, а тільки за рахунок змін структури молекул води і виникнення окислювальних радикалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Федоткин И.М., Немчин А.Ф. Использование кавитации в технологических процессах. — М.: Вища школа/Изд-во при КГУ. 1984;

2. Немчин А.Ф., Сергеев Г.И., Мачинський А.С. Суперкавитирующие аппараты/Обзорная информация. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1991;

3. Федоткин И.М., Шаповалюк В.Н., Вьюн В.И., Боровский В.В. Эффективные методы очистки воды на предприятиях Украины. Изд. «ИТИ», г. Винница, 1994.

Наукові керівники: А.В. Копиленко, О.М. Тимонін

15. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЦУКРОВИХ РОЗЧИНІВ І УТФЕЛІВ

Д.В. Каптановський

Черкаський державний технологічний університет

В.Р. Куліченко

Національний університет харчових технологій

Об'єктами досліджень при кипінні у великому об'ємі є: вода, цукрові розчини і утфеля з різним вмістом кристалів і різною чистотою міжкристального розчину.

Для води і багатьох інших рідин теплофізичні властивості визначені і табульовані. Для складних багатофазних грубо дисперсних суспензій, якими є цукрові утфелі такі таблиці відсутні. Тому на методиці визначення характерних ефективних значень теплофізичних властивостей утфелів доцільно зупинитися. Під поняттям «ефективних значень» розуміємо ефект впливу твердої фази на властивості міжкристального розчину за рахунок об'єму який займає тверда фаза. Тому фізично виправдано теплові параметри утфелів виражати за допомогою міжкристального розчину з урахуванням об'ємного вмісту кристалів.

Дані вимірів коефіцієнтів теплопровідності цукрових утфелів λ_y [1] показали, що теплообмін у таких системах краще всього підпорядковується теорії узагальненої провідності В.І. Оделевського, і коефіцієнти ефективної теплопровідності задовільно (з похибкою до 6 %) узагальнюються формулою

$$\lambda_y = \lambda_m \left[1 + \varphi \left(\frac{1 - \varphi}{0,15} + \frac{\lambda_m}{\lambda_{кр} - \lambda_m} \right)^{-1} \right], \quad (1)$$

де φ — розрахунковий об'ємний вміст твердої фази, визначається із рівняння

$$\varphi = \frac{\rho_m KР}{(100 - KР)\rho_{кр} + KР\rho_m}.$$

Густина кристалів цукру з достатньою точністю визначається із рівняння

$$\rho_{кр} = \frac{\rho_{15}}{1 + \beta(T - 15)},$$

де $\rho_{15} = 1589,7$ кг/м³ і $\beta = 1,1 \cdot 10^{-4}$ К⁻¹.

Ефективна густина утфеля визначається із рівняння

$$\rho_y = \frac{KР}{100} \rho_{кр} + \frac{100 - KР}{100} \rho_m.$$

Для визначення коефіцієнтів теплопровідності кристалів цукру, які входять в рівняння (1) використовується співвідношення

$$\lambda_{кр} = 0,552 - 0,00178T, \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}.$$

Коефіцієнти ефективної теплопровідності, які характеризують теплову інерцію системи, подаються у вигляді узагальнюючої залежності, яка дозволяє з похибкою до 6 % визначити значення для будь-якої температури, знаючи теплопровідність розчину і об'ємний вміст твердої фази визначаємо

$$\lambda_y = \lambda_m \left[1 + \varphi \left(\frac{1 - \varphi}{0,15} + \frac{a_m}{a_{кр} - a_m} \right)^{-1} \right].$$

У цій залежності коефіцієнти теплопровідності кристалів цукру розраховуються за емпіричною формулою

$$a_{кр} = 2,85 \cdot 10^{-7} - 1,366 \cdot 10^{-9} T \text{ м}^2/\text{с}.$$

Питома теплоємність підпорядковується правилу адитивності і визначається із формули

$$c_y = \frac{КР}{100} c_{кр} + \frac{100 - КР}{100} \rho_m,$$

в якій питома теплоємність кристалів становить

$$c_{кр} = 1,1618 \cdot 10^3 + 3,5588 T \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

У процесі теплопередачі значну роль відіграє в'язкість робочого тіла, так як величина її змінюється в широкому діапазоні в залежності від температури. У порівнянні із в'язкістю цукрових розчинів в'язкість утфелів збільшується за рахунок заповнення частини об'єму дисперсною фазою. На цій підставі можна говорити про ефективну в'язкість утфелів, яка визначається із формули

$$\frac{\mu_y}{\mu_m} = \frac{1}{1 - 2,45\varphi + 1,55\varphi^2}.$$

Всі інші теплофізичні параметри визначаються за термодинамічними таблицями насиченої водяної пари і за [1].

Наведені теплофізичні властивості застосовуються при опрацюванні даних отриманих на дослідній установці під час кипіння води, цукрових розчинів і утфелів у великому об'ємі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кулінченко В.Р., Мирончук В.Г. Промышленная кристаллизация сахаристых веществ: Монография. — К.: НУПТ, 2012. — 426 с.

16. ДОСЛІДНА УСТАНОВКА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ МЕХАНІЗМУ ПАРООТВОРЕННЯ

Д.В. Каптановський

Черкаський державний технологічний університет

В.Р. Кулінченко

Національний університет харчових технологій

Для дослідження механізму генерації парової фази і визначення коефіцієнтів тепловіддачі при кипінні води, цукрових розчинів і утфелів в умовах вільної конвекції виготовлена дослідна установка аналогічна [1].

Посудина для киплячої рідини складається із замкненого, герметичного об'єму виконаного із аустенітної сталі Х18Н9Т з компенсаційним обігрівом. Для візуальних спостережень за процесом кипіння і кінематографічних досліджень посудина обладнана оглядовими вікнами. Досліджувана рідина до температури кипіння підігрівається компенсаційним рідинним підігрівачем, в якому циркулює поліметилсилосанова рідина ПМС-20, що нагрівається в ультратермостаті. При досягненні досліджуваною рідиною температури кипіння, включається електричний нагрівач дослідної установки. Дослідні трубки заводилися з установку крізь фторопластові ущільнення, зміщені вниз відносно горизонтальної осі.

Створювана, в наслідок кипіння, пара конденсується у винесеному водяному конденсаторі типа труба в трубі. Установка дає можливість досліджувати процес кипіння за атмосферного тиску і вакуумі. Розрідження в дослідному об'ємі створюється і підтримується вакуумним насосом ВН-961М крізь ресивер, уловлювач крапель, регулюється вентилем і вимірюється ртутним манометром.

Для кінематографічного дослідження використовувалася швидкісна кіно зйомочна камера СКС-1М із швидкістю зйомки від 150 до 4000 кадрів за секунду, обладнана відмітчиком часу. Швидкість зйомки залежить від напруги в ланці споживання електродвигуна, остання регулюється автотрансформатором і контролюється вольтметром. У мережу відмітки часу подається струм напругою 127 В.

Зйомки виконувалися в прохідному світлі від фотолампи з відстані 200...300 мм від джерела генерації парових бульбашок. Зменшення відстані зйомки досягалося за допомогою насадкових кілець. Для візуальних спостережень використовували інше джерело світла. Лінійним масштабом для дешифровки кінодокументів використовували дослідну ділянку трубки, зовнішній діаметр якої виміряний з точністю до 1 мкм на великому інструментальному мікроскопі.

Дослідна ділянка складається із електричного нагрівача, виготовленого із ніхромового дроту діаметром 0,1 мм шляхом намотування з кроком 0,18 мм на двоканальну фарфорову соломинку діаметром 3 мм. Нагрівач за своєю довжиною складається із дослідної ділянки завдовжки $30 \pm 0,01$ мм і двох компенсаційних ділянок, які знаходяться до і після дослідної ділянки.

Навантаження на нагрівач подається від електричної мережі крізь універсальне джерело живлення УП-1 і реєструється за допомогою амперметра і вольтметра типу М-502. За величинами сили струму і падіння напруги на дослідній ділянці розраховується потужність і інтенсивність теплового потоку. Універсальне джерело живлення дозволяє отримати випрямлений стабілізований струм у діапазоні 0...600 В при зміні сили струму в межах 0...0,6 А.

Теплота від нагрівача передається на дослідну мідну трубку, в якій за одне із зовнішньою твірною знаходяться 12 мідь-константанових термопар. Після закладення термопар трубка шліфувалася і на оброблену поверхню електровакуумним шляхом наносився шар міді завтовшки 5 мкм, з послідовним його закріпленням гальванічним шляхом, і нарощуванням до товщини 40 мкм. Це дає можливість визначати температуру безпосередньо майже на поверхні дослідної трубки. Чистота поверхні після кінцевої обробки становила $R_a = 1,25$ мкм, і контролювалася профілограф-профілометром моделі 201.

Вимірювання температур здійснювалось компенсаційним шляхом за допомогою низькоомного потенціометра Р-306, сигнал на який потрапляв від нуль-термопар і вимірювальної термопарі крізь багато точковий перемикач. Нуль-приладом у даній схемі служить дзеркальний гальванометр М-17. Для запобі-

гання струмів наведення і дії магнітних полів всі вимірювальні прилади з'єднувалися між собою екранованим дротом.

Дослідна установка дозволяє з точністю до 5 % виконувати дослідження в діапазоні тисків 5...100 кПа при інтенсивності теплових потоків до 100 кВт/м².

ЛІТЕРАТУРА

1. Кулінченко В.Р., Гаряжа В.Т. Експериментальне дослідження пароутворення в киплячих цукрових розчинах і утфелях. Зб. Харчова промисловість. № 16, 1973.— С. 143 – 148.

17. УДОСКОНАЛЕННЯ СХЕМИ ОЧИСТКИ СОКУ З ЗАСТОСУВАННЯМ ГІДРОЦИКЛОНІВ

І.В. Чернелевський

Національний університет харчових технологій

За типовою технологічною схемою цукрового виробництва відділення твердої фази з соку І сатурації проводять у дві стадії: спочатку його згущують у відстійниках або фільтрах-згущувачах, потім фільтрують на барабанних вакуум-фільтрах або фільтр-пресах. Останнім часом для згущення соку І сатурації перевага віддається фільтрам-згущувачам, оскільки значно зменшується тривалість перебування соку І сатурації — до 15 хв. замість 90 хв. і більше. Але і така тривалість (до 15 хв.) зумовлює додаткові втрати сахарози через термічний її розклад, а також втрати теплоти внаслідок зниження температури соку під час перебування в збірниках та фільтрі.

Застосування одностадійного відділення твердої фази з соку І сатурації на фільтрпресах має ряд незаперечних переваг: зменшення виробничих площ, задіяних під фільтри- згущувачі і витрат фільтрувальної тканини, зменшення тривалості перебування соку на верстаті заводу тощо. Але при цьому на попередню дефекацію для покращення фільтраційних властивостей осаду соку І сатурації треба повертати замість згущеної суспензії нефільтрований сік. Це спричиняє збільшення витрат вапна на очищення соку та додаткове розбавлення соку водою з вапняним молоком.

Питання по застосуванню гідроциклонів для згущення частини нефільтрованого соку І сатурації вивчалось в СРСР, Чехословаччині, Польщі, Болгарії, Угорщині, Німеччині, Швеції та інших країнах.

На одному із цукрових заводів Т.М. Леськівом випробувана установка для згущення нефільтрованого соку І сатурації із застосуванням гідроциклона. Досліди показали, що сік І сатурації можна згустити до вмісту 21 % твердої фази до його маси. Такий сік можна подавати на вакуум-фільтри, або на фільтр-преси. Освітлений сік містить 0,45 % завислої каламуті в дрібнодисперсному стані, яка не осідає кілька діб. Т. М. Леськів рекомендує впроваджувати у виробництво для згущення соку І сатурації батареї по 6 – 8 гідроциклонів.

Досліди по загущенню соку І сатурації проводили в Чехословаччині. Для цього був виготовлений гідроциклон діаметром 20 мм. Сік І сатурації піддавали тільки одноступінчастому очищенню. Бруд у даному випадку відокремлювалася лише частково, а освітлений сік містив таку велику кількість дрібних колоїдних частинок, що далі фільтрувати сік було неможливо.

Співробітники Діпроцукру також проводили досліди по відділенню осаду з нефільтрованого соку І сатурації, які показали, що застосування навіть одноступінчастої установки, що працює під тиском 5 – 6,5 атм і при температурі 90 °С, дало б змогу підвищити продуктивність фільтр-пресів, оскільки на гідроциклонах відділяється значна частина осаду. Спеціалістами Діпроцукру було рекомендовано згущувати суспензію до 45 – 50 % сухих речовин і спрямовувати згущену суспензію на преддефекацію.

На Ново-Троїцькому цукровому заводі співробітниками кафедри цукристих речовин МТХП спільно з працівниками заводу випробовувалися гідроциклони для очищення соків І і ІІ сатурації. Випробування гідроциклонів діаметром 30 і 50 мм позитивних результатів не дали. Кращі результати при відділенні осаду з соку І сатурації отримані при двоступеневому очищенні соку з застосуванням гідроциклонів діаметром 150 мм (І ступінь) і діаметром 100 мм (ІІ ступінь) або з використанням гідроциклонів $D = 100$ мм (І ступінь) і $D = 75$ мм (ІІ ступінь). Ефект очищення в першому випадку склав 76,5, у другому — 77,2 %. Максимальний ефект очищення досягнутий при тиску 3 — 5 атм і температурі соку 90 °С.

Проф. Шнайдер (Німеччина) вважає, що з введенням деяких змін у технологію очищення соку можна отримати такий осад соку І сатурації, який можна буде відокремити на гідроциклонах. Фахівці пропонують вводити в сік речовини, що сприяють коагуляції і збільшенню маси колоїдних частинок.

Відділенню дрібних легких частинок в гідроциклонах під дією відцентрової сили можуть сприяти домішки піску в соку І сатурації.

Вищенаведені приклади демонструють, з одного боку, доцільність використання гідроциклонів для згущення частини нефільтрованого соку І сатурації, що набагато дешевше від застосування фільтрів-згущувачів, а з іншого — недостатність отриманої в результаті дослідів інформації для промислового використання гідроциклонів.

Для вирішення розглянутої вище проблеми та визначення раціональних конструктивних параметрів гідроциклонів, що застосовуються для згущення частини нефільтрованого соку І сатурації нами пропонується використання сучасних методів комп'ютерного тривимірного моделювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Журавлева З.Д., Гидроциклоны в сахарной промышленности. — М.: Малоярославецкая типография облполиграфиздата управления культуры. — 1963.
 2. Сапронов А.Р., Технология сахарного производства. — М.: Колосс. — 1998.
- Наукові керівники: П.М. Немирович, О.С. Марценюк**

18. ЗНЕБАРВЛЕННЯ СИРОПІВ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

І.М. Пастушенко

*Український науково-дослідний інститут
цукрової промисловості*

О.С. Марценюк

Національний університет харчових технологій

Очищення цукрових сиропів від нецукрів, у тому числі від барвних речовин є необхідною умовою отримання якісних продуктів цукрового виробництва.

Барвні речовини поділяють на чотири групи: меланоїдини, продукти лужного розкладання редуруючих речовин, продукти карамелізації, гумінові речовини.

Сиропа з невеликим вмістом твердої фази очищають адсорбентами: активованим вугіллям, іонітами, карбонатом кальцію. При цьому видаляються не лише барвні речовини, але й частина інших органічних і мінеральних нецукрів.

Найчастіше використовують активоване гранульоване вугілля АГС-4, АГС-4М та порошкове вугілля типу карборафін. Вугілля АГС-4М являє собою циліндричні гранули діаметром 2,0...3,5 мм і довжиною 3...8 мм. За технічними умовами знебарвлююча здатність АГС-4М по рафінадній патоці повинна бути не менше 70 %, а рН водної витяжки — не нижче 8,5. Барвні речовини цукрового виробництва складаються із солей слабких кислот і сильних основ, тому вони легше поглинаються адсорбентами при низьких значеннях рН.

Сиропа знебарвлюють періодичним і безперервним способами. При періодичному способі вугілля завантажують в адсорбер на решітку через верхній люк, промивають гарячою водою, а потім крізь нерухомий шар вугілля зверху вниз з невеликою швидкістю (8...10 л/хв на 1 т вугілля) пропускають сироп температурою 75...80 °С. Знебарвлений сироп, що виходить з адсорбера, містить дрібні частинки вугілля, тому його обов'язково фільтрують.

Недоліком періодичного способу є те, що нерухомий шар адсорбента під дією гідростатичного тиску ущільнюється, гранули доторкаються і закривають пори для доступу барвних речовин. У результаті цього знижується проникливість шару, активна адсорбційна поверхня, пропускна спроможність адсорберів і ефективність знебарвлення.

Ці недоліки значною мірою усуваються при безперервному способі знебарвлення у псевдозрідженому шарі в режимі протитечійного руху сиропу і адсорбента. У безперервних протитечійних установках активоване вугілля з адсорбера відбирають періодично у спеціальну промивну камеру, а замість відібраного вугілля додають свіже, регенероване. Вугілля в апараті повністю оновлюється за 10...15 діб роботи.

Для знебарвлення сиропів порошковим вугіллям використовують його 20 %-ву суспензію, яку отримують в мішалці-змішувачі. Порошкове вугілля з розміром частинок 10...20 мкм має в 5...10 раз більшу питому адсорбційну поверхню, але використовується одноразово і не регенерується.

Дослідження процесів адсорбції барвних речовин із цукрових розчинів та підбір ефективних сорбентів є актуальним, тому що забарвленість цукру, виробленого на українських підприємствах, досить висока і не відповідає нормам Міжнародних стандартів якості.

З метою знебарвлення сиропів бурякоцукрового виробництва при проведенні досліджень були використані такі сорбенти, як шунгіт та березове активоване вугілля марки БАВ-А.

Шунгіт — це сорбент, який має бактерицидні властивості і осаджує солі важких металів. Він містить близько 60 % вуглецю і 40 % породоутворюючих елементів. Густина шунгіту — 2100...2400 кг/м³; міцність на стискання — 1000...1200 кг/см³. Шунгіт містить в своєму складі фулерени — нову глобулярну форму існування вуглецю. Характеризується ефективними сорбційними властивостями.

Березове активоване вугілля БАВ-А виготовлене із екологічно чистої сировини — деревини берези. Воно має такі характеристики, як: насипна густина — не більше 240 кг/м³; сумарний об'єм пор по воді — не менше 1,6 см³/г; розмір зерен > 3,6 мм —

не більше 2,5 %, розмір зерен 1 – 3,6 мм — не менше 95,5 %, розмір зерен < 1 мм — не більше 2 %, основний розмір частинок — 100 мкм. БАВ-А складатися з вуглецю і має добре розвинуту загальну пористість, що дає йому змогу використовувати його для очищення від широкого спектру домішок.

Шунгіт показав нижчу адсорбційну здатність, у порівнянні із активованим гранульованим АГС-4 і березовим активованим вугіллям БАВ-А. Але, домішки, які залишаються після вугілля, треба ретельніше промивати і фільтрувати.

Подальші дослідження адсорбції сиропів можуть сприяти покращенню якості кінцевого продукту — цукру вітчизняного виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. — М.: Колос, 1998. — 495 с.
2. Бобровник Л.Д. Физико-химические основы очистки в сахарном производстве / Л.Д. Бобровник. — К.: Вища школа, 1994. — 255 с.
3. Лыгин В.И. Адсорбция из растворов на поверхностях твердых тел / Под ред. В.И. Лыгина. — М.: Мир, 1986. — 488 с.
4. Фуллерены / [Л.Н. Сидоров, М.А. Юровская, А.Я. Борщевский, И.В. Трушков, И.Н. Иоффе]: учебное пособие, — М, «Экзамен», 2005. — 688 с.

19. УМОВИ РІВНОВАГИ ПРИ ЕКСТРАГУВАННІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

О.М. Віценко

Національний університет харчових технологій

Вивчались умови досягнення рівноваги при екстрагуванні квітів, стебел, а також листя рослинної сировини. Як екстрагент застосовували водно-спиртові розчини.

Основними біологічно-активними речовинами при екстрагуванні квітів, стебел а також листя є каротиноїди, органічні кислоти, поліфеноли, елеутерозиди, трави флавоноїди відповідно. Ці речовини не утворюють фізико-хімічних комплексів з екстрагентом, а тому не можуть ускладнювати умови досягнення рівноваги. Лінія рівноваги у всіх випадках описується аналітичною залежністю виду, $C_p = C_{1p}$; за умови розмірності концентрацій цільових речовин у основному об'ємі екстракту — C_p , та екстракту, що знаходить в клітинному та міжклітинному (вільному) просторі — C_{1p} у кг/м^3 .

Важливо знати залежність виснаження сировини від співвідношення фаз. Користуючись такою залежністю можна спрогнозувати ступень виснаження рослинної сировини задаючись певним значенням співвідношення фаз.

Кінцева рівноважна концентрація екстракту повинна бути якомога більшою. Кінцева рівноважна концентрація екстракту буде збільшуватися, якщо буде підтримуватись постійна витрата екстранта. Величина V/G , буде зменшуватися за умови зменшення об'єму утриманого екстракту, що можна досягнути шляхом відтискування відекстрагованої рослинної сировини. Тобто, чим більше відтиснути тверду фазу, тим менше буде екстракту у внутрішньому середовищі твердої фази, клітинному та міжклітинному просторі, тим вища концентрація кінцевого екстракту і тим більшим буде виснаження твердої фази стосовно наявності в ній цільових компонентів.

Основний недолік періодичного процесу, неможливість одночасного досягнення високого ступеня виділення цільових речовин і високих концентрацій кінцевого екстракту. Це стосується також і прямотечійних процесів. В деякій мірі цей недолік можна обійти реалізуючи багатоступеневі комбіновані процеси в технологіях одержання продуктів екстрагуванням.

Вивчали умови досягнення рівноваги в процесі екстрагуванні алкалоїдів, органічних кислот із рослинної сировини водою. Зокрема екстрагування алкалоїдів із трави (подрібненої суміші — стебел, трави і квітів). Отримані результати експериментальних досліджень засвідчують, що співвідношення: $C_{1p}/\beta \neq \text{const}$; тобто із збільшенням — β , концентрація екстрагенту — C_{1p} , не зростає пропорційно. Це означає, що концентрація алкалоїдів, в екстрагенті — C_p , який знаходиться у вільному просторі твердої фази (клітинному та міжклітинному середовищі) є не рівною, а дещо більшою від концентрацій цих же речовин в основній масі екстракту — C_{1p} в стані рівноваги. Лінія рівноваги не є прямою: $C_p \neq C_{1p}$, а має вигляд кривої, тобто маємо нетрадиційний випадок досягнення рівноваги.

Причина описаного явища пояснюється так: оскільки органічні кислоти і алкалоїди — це молекули, які мають дифільну будову, тобто одночасно поєднують полярну і неполярну частину в одній сполуці, що обумовлює утворення асоціатів з молекулами полярних розчинників. Оскільки в ролі екстрагенту в процесі екстрагування алкалоїдів із трави (подрібненої суміші — стебел, трави, квітів...) виступає вода, то має місце утворення асоціатів. Утворені асоціати, внаслідок великих об'ємних розмірів важко виходять за межі, клітинного та міжклітинного середовища, та і в цілому за межі частинок твердої фази. Тим і обумовлене в умовах рівноваги дещо вище значення концентрації цільових речовин у екстракті, який знаходиться у твердій фазі рослинної сировини. Різниця між концентраціями c_p і c_{1p} зменшується із зменшенням — β , або зростанням кількості екстрагенту взятого на процес екстрагування. Очевидно, це зв'язано із зменшенням концентрації в основному об'ємі екстракту c_{1p} , що в кінцевому результаті і приводить до зростання рушійної сили: $\delta c = c_p - c_{1p}$.

Таким чином, екстракцію таких об'єктів слід проводити за якомога менших значень — β . Проте у цьому випадку матимемо велику кількість екстракту з низьким вмістом цільових речовин, що вимагає додаткових енергетичних затрат на концентрування. Для кожного конкретного випадку слід знайти оптимальне значення — β , за якого буде вилучатися та кількість цільової речовини, яка визначатиметься вартістю сировини та якістю кінцевого продукту виробництва (за значної вартості сировини, слід брати мале значення — β і навпаки).

На стан рівноваги суттєвий вплив має не тільки хімічна будова екстрагованих речовин, а і природа вибраного екстрагенту.

Після досягнення рівноваги концентрація цільових речовин в екстракті, який знаходиться в клітинному та міжклітинному середовищі твердої фази рослинної сировини C_p рівна концентрації цих же речовин в основній масі екстракту C_{1p} , а рівняння рівноваги матиме вигляд: $G C_o = W C_{1p}$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аксельруд Г.А. Растворение твердых веществ / Г.А. Аксельруд, А.Д. Молчанов. — М.: Химия, 1977. — 268 с.
2. Романков П.Г. Массообменные процессы химической технологии / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов. — Л.: Химия, 1990. — 384 с.

Керівники: О.С. Марценюк, Л.В. Зоткіна

20. МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС З ЕКСТРАГУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ РОЗЧИНЕННЯ ЕКСТРАГЕНТА У РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

О.М. Віценко

Екстракційний процес обумовлюється різницею концентрацій речовин, що екстрагуються (цільових речовин) у клітинах, у вільному просторі рослинної сировини та в основному об'ємі екстрагенту. Перехід речовини з твердої фази у рідку відбувається лише до досягнення стану рівноваги між фазами, яка розглядається як кінцевий стан екстракційного процесу. У стані рівноваги швидкість переходу цільової речовини з твердої фази у рідку, і навпаки, однакова. Умови рівноваги між фазами характеризуються рівністю хімічних потенціалів за постійної температури і тиску. Дифузійну рівновагу визначали експериментально, за максимальним значення концентрації цільових компонентів у екстракті.

В аспекті вивчення умов досягнення рівноваги в апараті періодичної дії (апарат з мішалкою або з використанням ерліфта) або для безперервної прямотечійної схеми організації екстракційного процесу, найбільш сприятлива ситуація є в початковий період часу, коли різниця концентрацій в різних фазах досягає максимального значення. В результаті перебігу екстракційного процесу, за умови інтенсивного перемішування, досягається рівномірне розподілення твердої фази у всьому об'ємі апарату. Концентраційне поле на поверхні частинки твердої фази — весь час змінюється, а екстрагент безперервно збільшує свою концентрацію. Збільшення концентрації екстрагенту триває до настання умов рівноваги. За умов рівноваги концентрації цільових речовин в екстракті, що заповнює вільний простір твердої фази — C_p повинна відповідати певна рівноважна концентрація цих речовин в основному об'ємі екстракту — C_{1p} . Величина рівноважної концентрації — C_{1p} визначатиметься початковим вмістом цільових речовин в рослинній сировині — C_{co} , внутрішньою структурою твердої частинки рослинної сировини, а також хімічною будовою цільових речовин та природою екстрагенту. Ця обставина і обумовила експериментальне вивчення умов досягнення рівноваги рослинної сировини різних анатомо-морфологічних органів (стебла, листя, трава, квіти...) оскільки вони дещо різняться внутрішньою будовою, локалізацією в них цільових речовин, природою вибраного екстрагенту для здійснення процесу екстрагування. Для рослинної сировини рівноважну концентрацію цільових речовин в екстракті — C_{1p} можна зв'язати з концентрацією цільових речовин у рослинній сировині наступним рівнянням матеріального балансу:

$$GC_{co} - G\varepsilon C/p = WC_{1p}; \quad (1)$$

де G — маса лікарської рослинної сировини, кг; C_{co} — початкова концентрація цільових речовин в рослинній сировині, кг/кг; W — об'єм екстрагенту, m^3 ; C — змінна (миттєва) концентрація цільових речовин в екстракті, що міститься у клітинах та вільному просторі рослинної сировини, kg/m^3 ; ρ — густина екстракту, kg/m^3 ; ε — порозність рослинної сировини.

З інших міркувань рівняння (1) можна переписати і у такому вигляді;

$$C_{co} = C_{1p}/\beta = \text{const}; \quad (2)$$

де $\beta = G/W$;

Оскільки початкова концентрація цільових речовин у рослинній сировині є постійною, то за зміни співвідношення фаз — β , тверде тіло — рідина, повинна пропорційно змінюватися концентрація екстракту C_{1p} . За таких умов рівноважна залежність має лінійний характер.

Особливістю твердих тіл рослинного походження, в найбільш загальному вигляді є те, що вони мають клітинну будову, а відтак їх внутрішня структура включає наявність двох середовищ: клітинного та міжклітинного. Поняття міжклітинне середовище включає також — пори, капіляри, порожнини. Досить важко є визначити окремо об'єм клітинного та міжклітинного середовища. Вважається, що ці об'єми — клітинний і міжклітинний можна визначити за кривою набухання. Необхідно зауважити, що вибір екстрагенту суттєво впливає на якість та кількість проекстрагованих біологічно-активних речовин, які відносяться до певного класу хімічних сполук. Враховуючи, що в рослинній сировині більшість біологічно-активних речовин (за винятком речовин плодів та насіння) відносять до гідрофільних, то очевидно, що більш полярні розчинники будуть кращими екстрагентами. До того ж, значний вплив на розчинність та швидкість дифузійних процесів має в'язкість та поверхневий натяг. Тому як екстрагент, який би відповідав вище приведеним вимогам найдоцільніше застосовувати для екстракції гідрофільних сполук водно-спиртові розчини, а для екстрагування гідрофобних сполук — неполярні екстрагенти. Рослинна сировина в процесі контакту з екстрагентом набухає, що призводить до збільшення її лінійних розмірів та об'єму. Об'єм екстрагенту, який поглинувся твердою частинкою рослинного походження значно більший вільного простору, який має суха сировина. Розчинення у внутрішньому середовищі частини рослинної сировини екстрактивних речовини і вологи, яка завжди там присутня буде впливати на стан рівноваги та перебіг екстракційного процесу в цілому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аксельруд Г.А. Массообмен в системе твердое тело — жидкость / Г.А. Аксельруд. — Львов, Изд. ЛГУ, 1971. — 186 с
2. Аксельруд Г.А. Экстрагирование (система твердое тело — жидкость) / Г.А. Аксельруд, В.М. Лысянский. — Л.: Химия, 1974. — 254 с.

Керівник: О.С. Марценюк

21. ВИБІР АДСОРБЕНТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК

Д.О. Ляховецький

Національний університет харчових технологій

Природна вода має у своєму складі різноманітні домішки. Згідно основних гігієнічних вимог до якості питної води та води, що подається централізованими системами господарсько-питного водопостачання і використовується для питних та побутових цілей, виробництва харчових продуктів, вода повинна бути безпечна в епідеміологічному відношенні, мати регламентований хімічний склад, якісні органолептичні показники, радіаційну безпеку.

Розглянувши спектр домішок, що забруднюють воду, було поставлено завдання очистити її від амонійного азоту та іонів заліза.

Зразки води, взяті із свердловини, і обробляли поширеними в Україні та доступними природними дисперсними мінералами: палигорськітом і гідрослюдою Черкась-

кого родовища, глауконітом Горбського родовища, клиноптилолітом і морденітом Закарпатського родовища.

Узагальнені результати досліджень по адсорбційному очищенню води від шкідливих домішок: заліза та амонійного азоту природними дисперсними мінералами, подані в таблиці.

Таблиця. Вміст заліза та амонійного азоту у питній воді, очищеній природними дисперсними мінералами в кількості 10 % мас, протягом 60 хв.

Адсорбент	Вміст іонів заліза, мг/дм ³		Вміст іонів амонійного азоту, мг/дм ³		Вміст іонів, мг/дм ³	
	до очищення	після очищення	до очищення	після очищення	заліза	амонійного азоту
					ГОСТ	
					4011-72	4192-82
Палигорськіт	3	0,3	2,6	0,7	<0,3	<0,5
Гідрослюда	3	0,3	2,6	0,75	<0,3	<0,5
Глауконіт	3	0,27	2,6	0,9	<0,3	<0,5
Клиноптилоліт	3	0,18	2,6	1,2	<0,3	<0,5
Морденіт	3	0,26	2,6	1,35	<0,3	<0,5

Як видно із даних таблиці всі природні мінерали ефективно адсорбують іони заліза. Адсорбційна спроможність щодо іонів заліза у палигорськіта, гідрослюди, глауконіта — практично однакова. Після обробки води цими глинами вміст іонів заліза зменшується на порядок. Проте після очищення гідрослюдою у воді з'являється зеленуватий відтінок, що робить неможливим подальше використання цього адсорбента для очищення питної води як від іонів заліза, так і від амонійного азоту.

Клиноптилоліт ефективно адсорбує іони заліза із води, зменшуючи вміст цієї домішки з 3 до 0,18 мг/дм³. Морденіт теж добре поглинає іони заліза, знижуючи його вміст із 3 до 0,26 мг/дм³.

Адсорбційна спроможність глин щодо іонів заліза, до яких відносяться палигорськіт, гідрослюда, глауконіт — дещо нижча, у порівнянні з цеолітами. Ці відмінності можна пояснити будовою і адсорбційними властивостями досліджуваних мінералів.

Іони амонійного азоту поглинаються глинистими мінералами ефективніше, ніж цеолітами. Палигорськіт і гідрослюда адсорбують NH₄⁺, зменшуючи початковий вміст із 2,6 мг/дм³ до 0,7 і 0,75 мг/дм³, відповідно. Глауконіт поглинає амонійний азот менше, знижуючи вміст його у воді із 2,6 мг/дм³ до 0,9 мг/дм³. Клиноптилоліт поглинає амонійний азот краще, ніж морденіт. При одній і тій же концентрації у розчині він адсорбує зазначену домішку на 10 % більше.

Отже, серед досліджуваних природних дисперсних мінералів найбільш ефективними для очищення питної води від іонів заліза та амонійного азоту є палигорськіт, глауконіт, морденіт та клиноптилоліт вітчизняних родовищ. Адсорбційна спроможність глин і цеолітів в значній мірі залежить від поруватості структури і загального об'єму пор.

Відпрацьовані адсорбенти легко піддаються утилізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Тарасевич Ю.И.* Природные сорбенты в процессах очистки воды. К.: Наукова думка, 1981. — 206с.

2. Таран Н.Г Адсорбенты и иониты в пищевой промышленности / Таран Н.Г. — М.: Легкая и пищ. пр-сть, 1983. — 247с.

3. *Вода питьевая*. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности: ГОСТ 3351-74. — [Действует от 1975-07-01]. — М.: Изд-во стандартов, 1975. — 7с.

Науковий керівник: Н.А. Ткачук

22. ПРОЦЕС ПЕРЕГОНКИ ЗЕРНОВОЇ БРАЖКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВМІСТУ СУХИХ РЕЧОВИН У БАРДІ

Т.Г. Кизюн

Національний університет харчових технологій

Післяспиртова зернова барда — основний відхід виробництва спиртових заводів, які переробляють крохмалевмісну сировину, є доволі цінним кормовим продуктом, який вміщує білок та інші поживні речовини. Проте через невисоку концентрацію в ній поживних речовин і, як наслідок, значні витрати на її транспортування до споживачів, барда має обмежений ринок збуту, особливо влітку. В разі відсутності реалізації барду утилізують на поля фільтрації або на полив сільськогосподарських угідь, що викликає додаткове техногенне навантаження на довкілля та призводить до виникнення неприємного запаху. Тому актуальним є покращення кормової цінності барди, шляхом підвищення вмісту в ній сухих речовин, та зменшення її обсягів.

Пропонується спосіб перегонки зернової бражки, який забезпечує суттєве зменшення кількості барди та підвищення вмісту в ній сухих речовин. Передбачається обігрівання БК за допомогою кип'ятильника і перегонка спиртовмісних рідин окремо від бражки.

Було виконано порівняльні розрахунки матеріального і теплового балансів процесу перегонки за типовою (існуючою) та розробленою технологіями. Відомо, що за існуючої технології всі спиртовмісні рідини переганяють разом з бражкою і бражну колону обігрівають відкритою парою через барботер [1]. В новій технології світлі спиртовмісні напівпродукти переганяють окремо від бражки у відгінній колоні, а обігрівання бражної колони здійснюють через кип'ятильник. До світлих водно-спиртових рідин таблиця 1, що зазвичай переробляють на стадії перегонки бражки, відносять, промивні води після виділення сивушного масла та зі спиртоуловлювача бродильного відділення, флегма, що подають для зрошення верхніх тарілок бражної колони, тощо.

В розрахунках концентрацію спирту в дозрілій бражці, що направляють на перегонку у бражній колоні прийнято 10 % об., а після її змішування з світлими воно-спиртовими рідинами зменшує вміст спирту становить тільки 9,1 % об. Результати порівняльних розрахунків матеріального і теплового балансів наведено в таблиці 2.

Як видно з таблиці 2 при здійсненні перегонки за розробленою схемою кількість барди на 100 декалітрів спирту зменшується до 8075 кг проти 10948 за існуючою технологією, або на 26 %. Концентрація сухих речовин барди при цьому зростає на 35 %.

Сумарна витрата нагрівальної пари на стадію перегонки бражки за новою та існуючою технологіями практично не змінюється, 1978 і 1943 кг на 100 дал, але за розробленою технологією збільшується витрата електроенергії, близько 0,25 квт·год/дал. Разом з тим кількість відведеної барди зменшується більше чим на 25 %.

Таблиця 1. Світлі спиртовмісні рідини, що підлягають переробці на стадії перегонки бражки

№ пп	Назва напівпродукту	Кількість, кг/100 дал	Концентрація етанолу, % об.
1.	Промивна вода зі спиртовловлювача дріжджебродильного відділення	300	3
2.	Промивна (екстракційна) вода з вузла виділення сивушного масла	900	2
3.	Флегма з концентраційної частини бражної колони	150	8
Разом:		1350	2,89

Таблиця 2. Результати розрахунків матеріального і теплового балансів

№ пп	Назва продукту	Кількість, кг			
		на 100 дал		за годину для БРУ-3000	
		існуюча технологія	розроблена технологія	існуюча технологія	розроблена технологія
1.	Бражка	10927	9727	13658	12159
2.	Спиртовмісні рідини у відгонну колону	—	1350	—	1688
3.	Барда	10948	8075	13685	10094
4.	Лютерна вода	—	1587		1984
5.	Нагрівальна пара:				
	на бражну колону	1943	1578	2429	1973
	на відгонну колону	—	393	—	491
	загальна витрата	1943	1971	2429	2464

ЛІТЕРАТУРА

1. Цыганков П.С., Цыганков С.П. Руководство по ректификации спирта, — М.: Пищепромиздат, 2001. — с. 57 – 60.
2. Цыганков П.С., Цыганков С.П. Виділення спирту із бражки та його очистка. — К.: Глобус, 2000.
3. *Технологический* регламент на производство спирта ректификованого из пищевых видов сырья (крахмалосодержащего и сахаросодержащего) Часть II. Брагоректификация, Киев — 1987.

Науковий керівник: О.С. Міщенко, Г.О. Кизюн

23. ЦІННІСТЬ СТОЛОВОГО БУРЯКА ТА ПРОДУКТІВ ЙОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ

В.В. Маслянюк, Я.М. Михалюк

Національний університет харчових технологій

Столовий буряк є цінним харчовим продуктом, який містить значну кількість цукрів, мінеральних речовин і вітамінів, багатий на різноманітні органічні та мінеральні речовини, які відіграють важливу роль в обміні речовин людського організму [1,2]. Всі речовини знаходяться у вигляді добре засвоюваних солей різних органічних і мінеральних кислот, а також частково входять до складу високомолекулярних органічних сполук у вигляді хімічних елементів.

Загальний вміст сухих речовин у соку коливається в межах від 15 до 20 %. Основним складовим компонентом коренеплоду є цукор, його кількість — 5...20 %.

Масова частка безпосередньо цукрози складає від 3,0...10,7 %. Кількість моноцукрів (глюкози та фруктози) — 0,3...1,3 %. Але при тривалому зберіганні коренеплодів кількість цукрози знижується внаслідок біохімічних процесів та інверсії моноцукрів до органічних кислот.

Столовий буряк має особливий склад азотистих речовин, які представлені бетаїном (0,6...2,3 %) і холіном. До біологічно-активних речовин відносяться поліфеноли (90...103 мг/100 г), пектинові речовини (до 2,5 %). Особливістю хімічного складу буряка та його соку є наявність значної кількості унікальних бетаціанових пігментів, які мають яскравий червоно-фіолетовий колір та містяться в основному у коренеплодах (до 250...400 мг/100 г.). Цей пігментний комплекс відрізняється підвищеною лабільністю до впливу високих температур. Специфічний смак столовому буряку надають сапоніни.

Енергетична цінність коренеплодів столового буряку складає 33 ккал/100 г. Рекомендована норма споживання на дорослу людину повинна складати не менше 5,6 кг на рік.

Якість свіжого буряку оцінюється за ДСТУ 7033:2009 «Буряк столовий, свіжий. Технічні умови» з 01.01.2010 р.

Із буряку готують соки з цукром як з м'якоттю, так і без неї. При виробництві соку з столового буряку без м'якоти буряк очищають від шкірки параметричним способом, обробляючи гострою парою при температурі $120 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом 30...50 хвилин, при цьому одночасно буряк бланшують до готовності. Після термічної обробки буряк очищають від шкірки у лопатевих і барабанних мийних машинах і доочищають на роликовому інспекційному конвеєрі. При цьому рекомендується розрізати корені на частини, для виявлення можливого псування всередині коренеплодів. Очищені коренеплоди подрібнюють на дробарках на шматочки розміром 2...5 мм і використовують у виробництві соків.

При виробництві соку без м'якоти, дроблену масу пресують на пакпресі або гідравлічному корзиноному пресі, потім сік проціджують крізь фільтр-картон і змішують з цукром, лимонною і аскорбіновою кислотами. У сік додають 5 % цукру, 0,2 % лимонної та 0,1 % аскорбінової кислоти. Потім сік нагрівають до 95°C , фасують у тару, закупорюють і стерилізують у автоклавах при 120°C .

Сік без м'якоти виготовляють також із сирого, не бланшованого буряку. При цьому очищений від шкірки буряк подрібнюють на шматочки розміром 2...6 мм і пресують так само, як бланшований дроблений буряк. Подальші операції здійснюють так само, як для соку з бланшованого буряку. Буряковий сік без м'якоти: 11 % сухих розчинних речовин; кислотність його не більше 0,5, рН не більше, ніж 4,4.

Сік столового буряку також концентрують. На сьогоднішній день відомі технології концентрування бурякового соку до 27 %, 30 % і 40 % сухих речовин. Останнім часом широкого розповсюдження набуло отримання бурякового концентрату з вмістом сухих речовин понад 40 % за технологією криоконцентрації [4].

Сік столового буряку являє собою складну полідисперсну систему, у якій розчинені різні за величиною частки. Помутніння соків, з одного боку, викликано грубодисперсними частинками плодової тканини неоднорідного складу, а з іншого — розчиненими в соку колоїдними речовинами. Актуальним для промисловості є проведення досліджень з метою наукового обґрунтування та розроблення енергозберігаючих технологій очищення соків без м'якоти від пектинових, колоїдних речовин та інших шкідливих речовин, що і буде предметом наших подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Самсонова А.Н.* Фруктовые и овощные соки /А.Н. Самсонова, В.Б. Ущева, 2-е изд. — М.: ВО «Агропромиздат», 1990. — 286с.
2. *Покровский Б.* Свекла вместо лекарств. / Покровский Б. — М.: Лада — 2005. — 146с.
3. *Флауменбаум Б.Л.* Технологія консервування плодів, овочів, м'яса та риби. (за ред. Флауменбаума Б.Л.) — К.: Вища школа. 1995. — 300с.
4. *Бурдо А.К.* Розробка технології стабілізованого бурякового кріоконцентрату: автореф. дис. на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук/ А.К. Бурдо. — Одеса: 2000. — 15 с.

Науковий керівник: Л.М. Мельник

24. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВОГО БАРВНИКА ІЗ СОКУ СТОЛОВОГО БУРЯКА

Т.В. Хоменко, І.В. Комарська

Національний університет харчових технологій

Сік столового буряка є дуже корисним харчовим продуктом, бо містить значну кількість цукрів, мінеральних речовин, вітамінів. Його цінність полягає ще й в тому, що з нього виробляють харчовий барвник.

На сучасному етапі для надання харчовим продуктам кольору, близького до природного забарвлення плодів і овочів, використовують коштовні синтетичні барвники, які, накопичуючись в організмі людини, можуть спричиняти канцерогенний вплив. Тому удосконалення технології виробництва харчового барвника із соку столового буряка є надзвичайно актуальним завданням.

Для отримання харчового барвника із соку столового буряка видаляють частину пектинових речовин, які утруднюють процес концентрування соку. В більшості випадків адсорбують пектини за допомогою ферментних препаратів, які є коштовними.

Авторами запропонований природний вуглецевмісний адсорбент — шунгіт для очищення соку столового буряка від пектинових речовин при виробництві харчового барвника.

Шунгіт — мінерал, що складається із аморфного вуглецю і диспергованого графіту. Його хімічний склад — не сталий: шунгіт містить 60...70 % вуглецю та 30...40 % інших елементів.

Шунгіт — єдиний відомий мінерал, який містить фулерени (нещодавно відкрито нову глобулярну форму існування вуглецю).

Особливість структури фулеренів полягає в тому, що атоми вуглецю в молекулах розташовані у вершинах правильних шести- і п'ятикутників, які покривають поверхню сфери і являють собою замкнуті багатогранники, що складаються з парної кількості скоординованих атомів вуглецю.

Відмінністю фулеренів від частинок, що проявляють металічні властивості, є поверхневе розміщення електронної хмари і можливість зміни форми вуглецевої структури. Розсів електромагнітних хвиль визначається коливанням електронів, які розмежовуються на π – σ і π -стани. При адсорбції на електронейтральній поверхні відбувається локалізація π -станів фулеренів, і частинка втрачає свої металеві властивості, внаслідок чого в збудженій формі виникає зв'язана електронна пара. Таким чином, мінерал проявляє біполярні властивості.

Важливою властивістю є наявність у шунгіта фулеренових вуглецевих нанотрубок, діаметр циліндричних порожнин яких складає 1...6 нм, довжина — до кількох мкм. Циліндрична поверхня трубок утворена кільцями активного вуглецю і також має незаповнені пори.

Основою структури шунгіта є глобула, яка складається із графітоподібних сіток, об'єднаних у пакети.

Для досліджень використовували шунгіт, попередньо промитий холодною водою і термоактивованій при 100 °С протягом 90 хвилин. Охолоджений адсорбент в концентраціях, % мас: 2,44; 3,23; 4,76; 9,09 вносили у свіже віджатий сік столового буряка при температурі 20, 40, 50, 60 °С, перемішували протягом 10, 20, 30, 60 хв., фільтрували. У фільтраті визначали вміст пектинових речовин. Результати порівнювали за ефектом очищення:

$$E = \frac{100(K_1 - K_2)}{K_1} \quad (1)$$

На основі отриманих даних встановлено, що вилучення пектинових речовин із бурякового соку шунгітом відбувається вже при 20 °С. З підвищенням температури процес дещо прискорюється. Підвищення температури оброблення соку вище 60 °С є недоцільним, бо руйнуються барвні речовини, що призводить до зміни забарвлення соку.

Отже, оптимальними параметрами оброблення соку шунгітом є концентрація адсорбента 4,76 % мас., температура оброблення 50, 60 °С, тривалість — 30 хв. За даних умов видаляється 36,8...42,1 % пектинових речовин.

Механізм адсорбції пектинових речовин із соку столового буряка шунгітом пояснюється не лише проникненням домішок в пори мінералу, а й іонообмінною адсорбцією в місцях виникнення реакційно спроможних центрів фулеренів і утворенні водневих зв'язків з пектиновою молекулою.

Вибірковість адсорбції шунгіта пояснюється не лише наявністю мікро-, мезо-, макропор, але й участю в адсорбційних процесах нанотрубок та існуванням пор між ними, що утворилися при формуванні пакетів та вільними незкомпенсованими зарядами, що виникають на поверхні адсорбенту.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Sheiko T. Utilization of shungite for improving quality and safety of juices/ Sheiko T., Melnik L.//The Annual World Conference on Carbon» — Clemson, — South Carolina, USA, 2010, — P. 16.*

Науковий керівник: Л.М. Мельник

25. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ТЕОРЕТИЧНИХ ТАРІЛОК У РЕКТИФІКАЦІЙНІЙ КОЛОНІ.

Я.О. Пархоменко, О.І. Сібека

Національний університет харчових технологій

Поява і розвиток перегонки були пов'язані з виробництвом спирту і міцних алкогольних напоїв. Вихідна суміш завантажується в перегінний куб і нагрівається до температури початку кипіння. Утворена пара надходить у конденсатор-холодильник, де переходять у рідкий стан, а потім охолоджуються. Утворений дистилат

збирається порціями в збірники. Для кваліфікованого керування процесом в куб вмонтовують термометр, за допомогою якого можна відбирати фракції із заданими температурами кипіння. Після завершення процесу в кубі залишається продукт, який називають кубовим залишком.

За минулі сторіччя досить простий із сучасною точки зору процес перегонки перетворився на складний процес — ректифікацію.

Ректифікація — це тепломасообмінний процес, що застосовується для розділення рідких сумішей, компоненти яких розрізняють по температурах кипіння. Процес здійснюється при контакті потоків пари і рідини, що мають різний склад і температури: пара містить більше летких компонентів і має більш високу температуру, ніж рідина, що вступає з ним у контакт.

Організація потоків пари і рідини, а також їх взаємодія реалізуються в спеціальних масообмінних апаратах — ректифікаційних колонах. Потік пари створюється за рахунок підведення теплоти в виносний кип'ятильник ректифікаційної установки і випаровування в ньому частини нижнього продукту. Потік флегми організовується за рахунок конденсації пари, що виходить з верхньої частини колони, в конденсаторі. Взаємодія потоків здійснюється на спеціальних контактних пристроях, розміщених по висоті ректифікаційної колони. В якості контактних пристроїв можуть використовуватися або так звані тарілки (ступінчастий контакт), або фігурний кусковий матеріал — насадка.

Ректифікаційна колона — це протитечійний колонний апарат, в якому по всій його висоті реалізується процес тепломасообміну між флегмою, що стікає вниз, і паром, що піднімається вгору. Процес тепломасообміну полягає в безперервному обміні теплотою і окремими компонентами між рідкою і паровою фазами. Рідка фаза збагачується менш летким компонентом, а парова фаза — більш летким, тобто з пари в рідину йде ВЛК, а з рідини випаровується ЛЛК і переходить в пару. В результаті пара, дійшовши до верху, перетворюється в практично чистий ЛЛК, а рідина, дійшовши до низу, в майже чистий ВЛК. Рушійною силою цього обміну на кордоні двох фаз є прагнення рідкої і парової фази до їх рівноважного стану.

Схема взаємодії потоків до досягнення «одноразового» рівноважного стану відома як «теоретична тарілка», однак точніше суть процесу визначається термінами «теоретичний ступінь контакту» або «одиниця перенесення».

Процес ректифікації являє собою багаторазово повторюючі по висоті колони цикли випаровування рідини і конденсації її пари (досягнення рівноважних станів) у відповідних «одиницях переносу».

Для проведення заданого процесу ректифікації вихідної суміші можна розрахувати теоретичне значення числа ступенів контакту, в кожній з яких реалізується рівноважний стан фаз. У реальних умовах рівновага потоків пари, що виходять з контактної зони, і рідини не досягається, потоки мають різні температури, а їх склад не відповідає умовам рівноваги. Тому для проведення заданого процесу ректифікації потрібно більше число ступенів контакту, ніж теоретичне.

Основними параметрами, що визначають ступінь розділення суміші, є число зрошення та кількість тарілок у колоні.

Кількість теоретичних тарілок можна визначити графічно і аналітично за допомогою ЕОМ. Рівноважні концентрації ЛЛК в парі й рідині виражають при цьому наближеними рівняннями або вводять у комп'ютер табличні дані. Розрахунок роблять від тарілки до тарілки, користуючись по черзі рівняннями кривої рівноваги і робочої лінії.

Нами було отримане нове рівняння рівноважних концентрацій ЛЛК в парі й рідині, що спрощує аналітичний розрахунок кількості теоретичних тарілок. Рівняння має похибку 1,5 % від табличних даних.

Було розроблено програму в системі MathCAD, що дозволяє автоматизувати розрахунок кількості теоретичних тарілок у виснажній і концентраційній частинах, а також у повній ректифікаційній колоні.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Процеси і апарати харчових виробництв*: Підруч./ За ред. І.Ф. Малєжика. — К.: НУХТ, 2003. — 400 с.
2. *Стабников В.Н.* Расчет и конструирование контактных устройств ректификационных и абсорбционных аппаратов. — К.: Техника, 1970. — 207 с.
3. *Стабников В.Н., Ройтер И.М., Процюк Т.Б.* Этиловый спирт. — М., Пищ. пром-сть, 1976. — 272 с.
4. *Цыганков П.С.* Ректификационные установки спиртовой промышленности. — М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. — 336 с.

Наукові керівники: Т.Г. Мисюра, І.Ф. Малєжик

26. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ АДСОРБЕНТІВ

І.В. Комарська

Національний університет харчових технологій

Для доведення безпечності використання природного дисперсного мінерала палигорськіта при очищенні води від шкідливих домішок, зразки адсорбента досліджували методом температурно — програмованої десорбційної маспектрометрії. Були отримані характерні термомаспектрограми палигорськіта до та після очищення води, які наведені на рис. 1, 2.

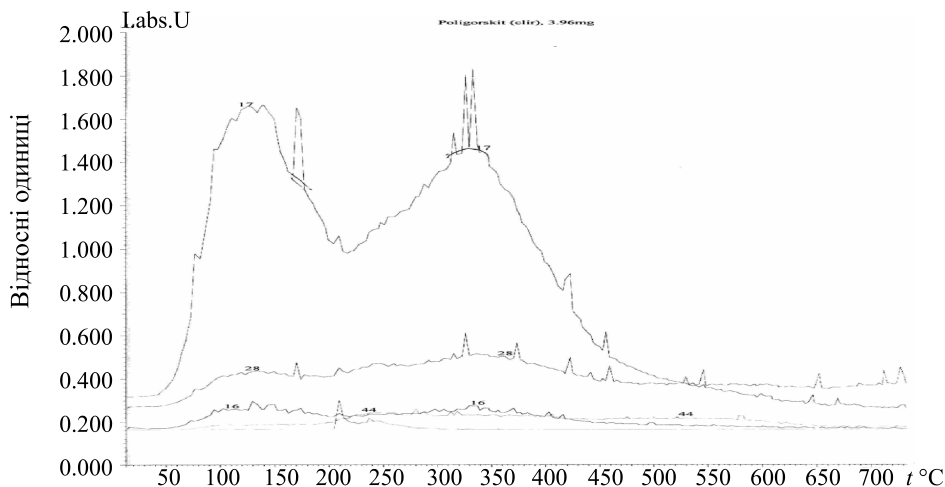


Рис. 1. Термомаспектрограма палигорськіта до адсорбції домішок із води, взятої із свердловини

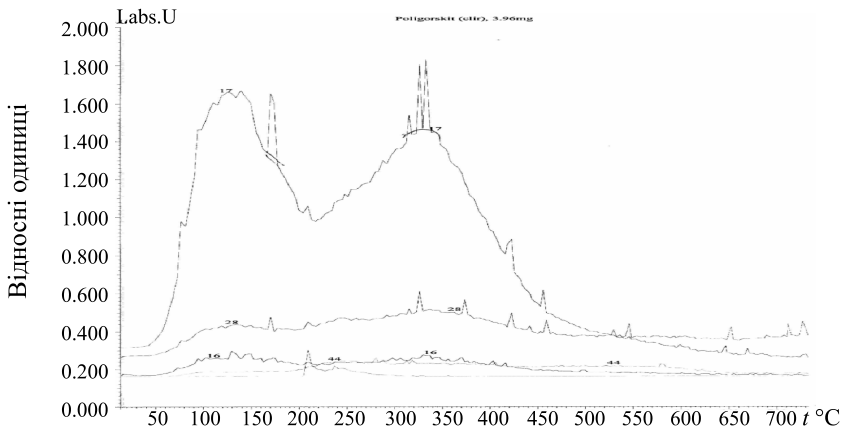


Рис. 2. Термомаспектрограма палигорськіта після адсорбційного очищення води, взятої із свердловини

Як видно із рис. 1 та 2 термомаспектрограми палигорськіта демонструють чіткі піки мас-заряджених фрагментів молекул, що видаляються з поверхні палигорськіта у процесі термопрограмованої десорбції. Кожному піку відповідає залишок органічної сполуки визначеної молекулярної маси. По співвідношенню цих піків можна наближено стверджувати, яких залишків більше, яких менше.

Інтенсивні смуги термомаспектрів вихідного палигорськіту (рис. 1) та палигорськіту після очищення води із свердловини (рис. 2) є типовими для шаруватих алюмосилікатів. Спостерігається декілька температурних діапазонів з максимумами при 100, 160, 350 °С, в яких адсорбована фаза видаляється з поверхні мінералу. Можна стверджувати, молекулярні фрагменти з $m/z = 17$ відносяться до гідроксильних груп. Джерелом цих фрагментів є десорбовані поверхневі групи ОН. Смуга з $m/z = 16$ відноситься до позитивно зарядженого атому кисню, який з'являється внаслідок іонізації молекул води та груп ОН.

Молекулярні фрагменти з $m/z = 28$ та 44 найбільш імовірно відносяться до заряджених фрагментів молекул СО та СО₂, причому перший може з'являтися внаслідок розкладу СО₂ → СО + О під дією електронного опромінювання в камері маспектрометра. Присутність молекул вуглекислого газу в десорбованій фазі природних дисперсних мінералів не викликає сумнівів, оскільки цей газ є складовою атмосферного повітря, а в конденсованій фазі його молекули утворюють досить міцні водневі зв'язки з молекулами води і адсорбуються в порах адсорбенту. Можна припустити, що молекули СО₂ утворюють різні за міцністю зв'язки з поверхневими активними центрами (дисперсійні взаємодії, водневі зв'язки, електростатичні взаємодії диполів молекул вуглекислого газу з обмінними іонами), і видаляються з поверхні мінералів, як і молекули води, в декілька стадій у низько та у високо температурних зонах. Тобто, можна говорити про слабо та міцно зв'язаний вуглекислий газ.

Піки фрагментів молекул органічних речовин в десорбованій фазі термомаспектрограм палигорськіта відсутні, що певним чином свідчить про екологічну безпеку природного дисперсного мінералу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Тарасевич Ю.И.* Адсорбция на глинистых минералах / Ю.И. Тарасевич, Ф.Д. Овчаренко.— К.: Наукова думка, 1975. — 352.

2. Куковский Е.Г. Особенности строения и физико-химические свойства глинистых минералов / Куковский Е.Г. — К.: Наукова думка, 1966. — 132с.

Науковий керівник: Н.А. Ткачук

27. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ РІЗНИХ СОРТІВ ГРИБІВ

Т.В. Бурлака

Національний університет харчових технологій

В зв'язку з погіршенням екологічної ситуації у світі одним із перших місць є виробництво вітамінних, антиоксидантних та протейнових добавок і продуктів функціонального призначення, які спрямовані на профілактику різних захворювань, на зміцнення захисних сил організму людини до дії різних несприятливих факторів.

Перспективними об'єктами для вирішення даної проблеми є створення БАД та плодів, овочів та грибів з метою створення із них добавок та функціональних продуктів (пюреподібних та порошкоподібних) з рекордним вмістом низькомолекулярних БАП, що знаходяться в легкозасвоюваній формі. В Україні спостерігається дефіцит таких добавок та функціональних продуктів, що є джерелами натуральних вітамінів, повноцінних білків, незамінних амінокислот, природних антиоксидантів, мінеральних речовин, полісахаридів та інш. Добавки в формі порошків займають особливе місце серед БАД, які можуть виступати як смакові, ароматичні добавки та наповнювачі.

З енергетичної точки зору найбільш доцільним способом отримання порошків є зневоднення різних сортів грибів.

Нашим завданням є визначення технологічних режимів конвективного, кондуктивного, інфрачервоного і мікрохвильового сушіння різних сортів грибів не тільки для повного збереження БАП, але й активація біополімерів — білків, руйнування важкорозчинного білокполісахаридного комплексу грибів та трансформацію білку.

З медичної точки зору особливістю грибів є здатність здійснювати на організм людини виражену лікувальну дію і виявляти імуномодулюючі та протипухлинні властивості.

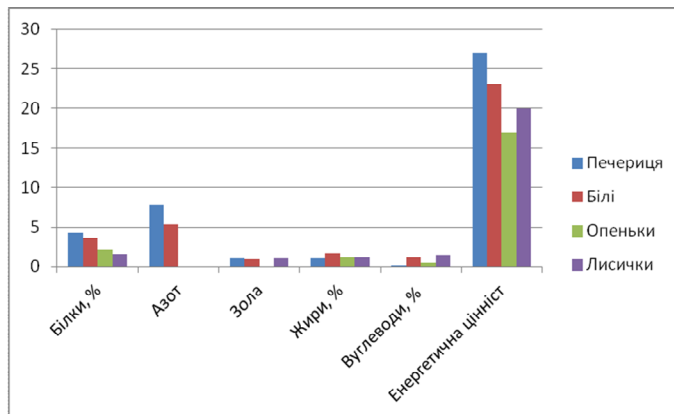
Хімічний склад грибів відрізняється високим вмістом повноцінного білку (до 25 %), незамінних амінокислот, низькомолекулярних фенольних сполук (до 2 %), полісахаридів (до 25 %), вітамінів, ненасичених ароматичних речовин та інших БАП. Лецетин, що знаходиться в грибах перешкоджає відкладенню холестерину на стінках судин і захищає їх від атеросклерозу.

Є дані про зміни кількісного складу білку і амінокислот в грибах в залежності від способу їх переробки, віку і частини плодового тіла. Шляхом перерахунку даних про склад загального азоту на відповідний коефіцієнт було встановлено кількість білка, наявного в переробленій грибній продукції.

Таблиця 1. Склад загального азоту і білку в грибах, %

Гриби	Азот	Білок	Суша речовина
Білі гриби мариновані	5,48	34,25	7,61
Білі гриби сушені	6,05	37,81	—
Маслюки звичайні мариновані	2,99	18,69	8,20
Маслюки звичайні сушені	4,31	26,94	—
Опеньки осінні справжні мариновані	2,31	14,44	—
Опеньки осінні справжні сушені	2,66	16,63	7,58
Підберезники сушені	4,08	25,50	—
Підосиновик сушені	3,24	20,45	—

З літературних джерел відомо, що найбільша кількість білку у свіжих грибах знаходиться в печериці порівняно з іншими грибами.



ЛІТЕРАТУРА

1. Дудка І.А., Вассер С.П. Гриби. Справочник миколога и грибника. 1987—536с.
2. Бакайтис, В.И. Дикорастущие грибы как белоксодержащее сырье / В.И. Бакайтис, С.Н. Казакова, Л.В. Белокрылова // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Орел: ОрелГТУ, 2004. — С. 103 – 106.
3. Атаназевич, В.И. Сушка пищевых продуктов / Справочное пособие. — М.: ДеЛи, 2000. — 296 с.

Наукові керівники: І.В. Дубковецький, І.Ф. Малежик

28. ЕФЕКТИВНІ КОМБІНОВАНІ КОНТАКТНІ ПРИСТРОЇ МАСООБМІННИХ КОЛОН

І.О. Мікульонок, О.М. Тимонін

Національний технічний університет України «КПІ»

А.В. Копиленко, Л.В. Зоткіна

Національний університет харчових технологій

Харчова й хімічна промисловості залишаються одними з основних галузей промисловості вітчизняної економіки. Тому зрозуміла увага, що приділяється питанню енерго- і ресурсоефективності відповідних процесів, одними з найбільш енергоємних з яких залишаються тепломасообмінні, зокрема процеси за участю газових, парових і рідинних потоків.

Найбільш поширеними апаратами для проведення таких тепломасообмінних процесів як ректифікація, абсорбція і рідинна екстракція є тарілчасті й насадкові колони. Основні розробки конструкцій тарілчастих контактних елементів припадають на 1960 – 1970-ті роки. Після розроблення достатньо досконалих тарілок (зокрема барботажного й струминно-барботажного типів) дослідники більшу увагу почали приділяти насадковим апаратам, унаслідок чого було впроваджено значну кількість насадок нових типів. У той же час майже не розглядалася можливість

розроблення контактних пристроїв тепломасообмінних колон, у яких би поєднувалися переваги як тарілчастих, так і насадкових контактних елементів.

Авторами було розроблено низку достатньо простих та ефективних конструкцій масообмінного обладнання з комбінованими контактними пристроями.

Так, запропоновано «пакетне» розміщення різнорідних контактних пристроїв у колоні, по висоті корпусу якої встановлено провальні тарілки, що змонтовані парами, між тарілками кожної з яких розташовано насадку [1]. Перевага цієї конструкції — значна уніфікація, оскільки шар насадки розміщується не на традиційній опорній решітці, а на звичайній провальній тарілці (зрозуміло, що висота шару насадки в цьому випадку обмежена також і механічними властивостями нижньої провальної тарілки).

У патенті [2] запропоновано удосконалити традиційну для насадкових масообмінних колон опорну решітку, що містить сукупність вертикально розташованих на опорному поясі корпусу колони паралельних пластин з утворенням між ними щілин для проходження оброблюваних фаз. З боку нижніх крайок пластин змонтовано перфоровану тарілку. Зверху вниз по колоні рухається важка рідка фаза, яка після проходження шару насадки потрапляє в щілини опорної решітки й затримується в об'ємі, утвореному пластинами й перфорованою тарілкою. Знизу вгору по апарату рухається легка фаза, яка проходить крізь отвори перфорованої тарілки і потрапляє в простір, утворений її верхньою поверхнею й боковими поверхнями пластин, де відбувається інтенсивна взаємодія фаз.

Аналогічне рішення запропоновано в патенті [3]. Виготовляти модернізовану опорну решітку передбачається із паралельно розміщених на одному рівні таврів, двотаврів, швелерів або кутиків, горизонтальні полиці яких виконано перфорованими і утворюють своєрідну провальну тарілку.

У патенті [4] наведено удосконалену конструкцію перерозподільного пристрою насадкової масообмінної колони, що містить увігнуту тарілку з розміщеним у ній шаром насадкових елементів.

У патенті [5] розроблено тарілку, що містить плоский лист з отворами, при цьому її споряджено насадковими елементами, виконаними з матеріалу, густина якого менша за густину важкої фази, розміщеними над плоским листом і прикріпленими до нього за допомогою гнучких елементів. Гнучкі елементи при цьому можуть проходити крізь отвори плоского листа і прикріплені до його нижньої поверхні. Під час роботи апарата важка фаза рухається по плоскому листу тарілки, а легка проходить крізь його отвори і далі — крізь шар важкої фази, що перебуває на тарілці. Завдяки наявності над плоским листом насадкових елементів вони перебувають на поверхні шару важкої фази, утримуючись гнучкими елементами. Легка фаза барботує крізь шар важкої фази і, потрапляючи на тіла, додатково дробиться на дрібні бульбашки, що сприяє інтенсифікації масообмінного процесу. Завдяки проходженню гнучких елементів крізь отвори останні постійно очищуються від можливих відкладень і забруднень, що підвищує надійність роботи тарілки.

Розроблення й застосування на практиці комбінованих контактних пристроїв масообмінних колонних апаратів надасть можливість поєднувати переваги традиційних для проведення тепломасообмінних процесів контактних пристроїв — тарілок і насадки. При цьому потрібно провести ґрунтовні експериментальні дослідження для перевірки ефективності роботи таких пристроїв.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. № 2231 U Україна, МПК B01D 3/16. Масообмінний апарат.
2. Пат. № 41155 A Україна, МПК B01J 8/02. Опорна решітка насадкової масообмінної колони.
3. Пат. № 3418 U Україна, МПК B01J 8/02. Опорна решітка насадкової масообмінної колони.
4. Пат. № 50588 U Україна, МПК B01D 53/18. Перерозподільний пристрій насадкової масообмінної колони.
5. Пат. № 53970 U Україна, МПК B01D 53/18. Тарілка апарата для проведення процесу масообміну між легкою й важкою фазами.

29. ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРВАПОРАЦІЇ В КОМБІНОВАНИХ МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСАХ ХАРЧОВОЇ Й ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

І.О. Мікульонок, Г.Л. Рябцев, О.М. Тимонін
Національний технічний університет України «КПІ»
А.В. Копиленко
Національний університет харчових технологій

Майже кожний із застосовуваних у харчовій й хімічній галузях промисловості процесів має обмежені області технічно можливого або економічно доцільного використання. Ці обмеження зазвичай пов'язані зі специфічними властивостями перероблюваних речовин.

Можливості успішного вирішення завдань, що виникають під час виробництва тих чи інших продуктів, істотно можуть бути розширені при комбінуванні кількох технологічних процесів. При цьому таке комбінування дозволяє одночасно знизити енергетичні та інші витрати, а в ряді випадків ще й скоротити апаратурно-технологічне оформлення виробництва.

Одним з найбільш перспективних напрямів інтенсивного розвитку відносно молодій галузі харчових, хімічних і споріднених з ними виробництв — мембранної технології — є розділення рідких систем на чисті або збагачені компоненти випаровуванням крізь неперисту (дифузійну) мембрану, або первапорація.

Первапораційне розділення ґрунтується на різній дифузійній проникності мембрани для компонентів рідкої суміші. Воно розглядається як послідовність розчинення речовини в поверхневому шарі мембрани, дифузії молекул речовини крізь мембрану й виділення пари цієї речовини на зворотному боці мембрани. З-поміж інших ефективних і широко застосовуваних у промисловості мембранних процесів первапорація вирізняється низькою енергоємністю і невибагливістю до апаратурного оформлення. Дослідження, проведені авторами роботи, свідчать про принципову можливість завдяки використанню первапорації вдосконалити такі традиційні масообмінні процеси як дистиляція (зокрема, безперервна ректифікація), абсорбція, кристалізація, екстракція.

Так, було розроблено схему поєднання первапорації з дистиляцією. Традиційна дистиляція рідких систем передбачає нагрівання розділюваної суміші до температури кипіння й подальше часткове її випаровування з наступною конден-

сацією утвореної пари. Цей метод не тільки призводить до значних витрат енергії, але й не дозволяє розділяти азеотропні системи. Спорядження же, наприклад, традиційної технологічної схеми безперервної ректифікації первапараційним апаратом, який встановлюється на вході в холодильник дистилату та (або) кубового залишку дозволяє уникнути цих недоліків [1]. Такий комбінований масообмінний процес належить до послідовних.

Первапарація також може бути застосована для очищення промислових газових викидів від органічних забруднювачів. Процес очищення газу від органічних домішок зазвичай здійснюється в абсорберах, у яких, абсорбентом, як правило, виступає вода. Більшість з виділених у такий спосіб домішок є токсичними або канцерогенними, тому очищення відпрацьованої води стає не менш складним завданням. Було розроблено схему абсорбера, який дозволяє поєднати в одному апараті очищення газів від парів легких розчинників з регенерацією абсорбенту та одержанням розчинників майже в чистому вигляді [2]. Зазначена технологічна схема належить до сумішених комбінованих масообмінних процесів.

Досить перспективним автори також вважають застосування первапарації в такому незвичному для мембранної технології процесі, як виділення з рідких розчинів твердої фази, зокрема кристалів [3]. Спорядження первапараційним апаратом технологічної схеми для безперервного виділення твердої фази з рідкого розчину дозволяє видаляти з нього частину розчинника за температури навколишнього середовища. Це забезпечує перенасичення розчину з видаленням з нього твердої фази без кип'ятіння або охолодження. Використання такої технологічної схеми знижує її енергоємність і дозволяє обробляти вибухопожежебезпечні й токсичні речовини, а також термічно нестійкі речовини. Зазначена технологічна схема належить до сполучених комбінованих масообмінних процесів. При цьому, оскільки первапарація відбувається крізь дифузійні (непористі) мембрани, то це виключає їхнє механічне пошкодження та забивання пор частинками, що спрощує обслуговування пристрою внаслідок значного скорочення обсягів технічного обслуговування і ремонту.

Також первапарація може бути застосована і в екстракції, причому як у рідинній, так і в екстракції з твердого тіла. У цьому разі розташування первапараційних апаратів у технологічній схемі дозволяє значно зменшити енергоємність процесу в цілому, а також розділяти азеотропні чи термочутливі екстракти та/або рафінувати на збагачені чи, навіть, чисті компоненти. При цьому розділення відбувається навіть за температури навколишнього середовища (хоча для інтенсифікації процесу розділювану суміш доцільно підігрівати).

Неважко помітити, що застосування первапарації в традиційних процесах харчової й хімічної технологій дозволяє знизити їхню енергоємність і надати можливість розділяти азеотропні й термічно нестійкі суміші, одержуючи майже чисті компоненти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. № 34223 Україна, МПК В01D 3/14. Ректифікаційна установка.
2. Пат. № 34221 Україна, МПК В01D 63/00. Абсорбер для видобування парів легких розчинників із газу.
3. Пат. № 31119 Україна, МПК В01D 61/36. Пристрій для безперервного утворення і виділення твердої фази з рідкого розчину.

30. ВИПРОБУВАННЯ ТЕПЛОМАСО-ОБМІННИХ ТАРІЛЧАСТИХ ПРИСТРОЇВ

Т.Г. Кизюн

Національний університет харчових технологій

О.С. Міщенко, Г.О. Кизюн

Український НДІ спирту і біотехнології продовольчих продуктів

Основним обладнанням брагоректифікаційних установок спиртової промисловості є колонні тепломасообмінні апарати. Проектування таких апаратів базується на фізико-технічних характеристиках тепломасообмінних тарілчастих пристроїв, якими вони оснащуються. Одним із основних характеристик роботи тарілчастих пристроїв є оптимальна відстань між ними по висоті колони (міжтарілчаста), за якою досягається максимальний коефіцієнт корисної дії тарілки під час експлуатації для розділення даного середовища за оптимального паро-рідинного навантаження. Першочергові дані для визначення міжтарілчастої відстані отримують під час експериментальних досліджень тарілчастих пристроїв на винос крапель рідини парою, що піднімається по висоті масообмінної колони.

Переважно винос рідини в експериментальних дослідженнях визначають шляхом введення в рідину на тарілчастий пристрій нелеткого трассера та визначення його концентрації на вище розміщеній тарілці [1].

Недоліками наведеного способу є:

– необхідність введення в тепломасообмінну колону сторонньої речовини, яка хімічно не взаємодіє з основним середовищем;

– фіксоване положення тарілчастих пристроїв в колоні, що приводить до неможливості одночасного визначення виносу в різних точках по висоті сепараційного простору та викликає необхідність зміни міжтарілчастої відстані для досягнення цілі.

Інші дослідники тепломасообмінних тарілчастих пристроїв на винос рідини газом виконують шляхом моделювання уловлювання крапель рідини за допомогою спеціальної тарілки-уловлювача [2]. При цьому виконують вимірюванню виносу не сторонньої речовини, а одного із компонентів системи, тому цей спосіб має більшу точність, але для вибору оптимальної міжтарілчастої відстані необхідно декілька разів переобладнувати дослідну установку з метою перестановки тарілки-уловлювача на різних висотах та повторення досліджень, що потребує значних трудових затрат та робочого часу. Крім того, в цьому способі присутній вторинний винос крапель рідини з тарілки-уловлювача, який в значній мірі знижує його точність. Дослідження з додатковою тарілкою — уловлювачі виконують не на реальних середовищах, що розділяють, а модельних, наприклад на системі повітря-вода.

На установці Лужанського експериментального заводу дослідження визначення оптимальної міжтарілчастої відстані для тепломасообмінних тарілчастих пристроїв за даного технологічного режиму виконують шляхом одночасного вимірювання відносного виносу крапель рідини парою на різних висотах від тарілчастого пристрою, який досліджується. При цьому дослідження виконують на реальних сумішах, що розділяють ректифікацією на даній тепломасообмінній колоні.

Для одночасного вимірювання відносного виносу крапель рідини парою установка обладнана пристроями для одночасного відбору проб рідини з полотна тарілки та проб пари і парокраплинної суміші на різних висотах від тарілчастого пристрою. Відбір проб пари на різних висотах здійснюють за допомогою спеціальних сепараторів.

Відносний винос E_i , кг_{рідини}/кг_{пари}, крапель рідини парою визначають вимірюванням концентрації одного із компонентів багатокомпонентної системи у відібраних пробах рідини, пари та парокраплинної суміші, користуючись залежністю

$$E_i = (X_{ni} - X_{ci}) / (X_{ci} - X_{pi})$$

де: X_{ni} — концентрація i -компоненту в парі, % мас; X_{ci} — концентрація i -компоненту в парокраплинній суміші, % мас; X_{pi} — концентрація i -компоненту в рідині, % мас.

Організація одночасного відбору проб рідини з полотна тарілки та проб пари і парокраплинної суміші з різних висот міжтарілчастого простору дозволяє, для реального середовища, що розділяють в даному випадку на колоні, визначити концентрацію будь якого компоненту у рідині на полотні тарілки та пари і парокраплинної суміші з різних висот міжтарілчастого простору.

Відбір проби пари з різних висот міжтарілчастого простору за допомогою сепаратора пари забезпечує видалення крапель рідини, що можуть міститись в пробі пари на даній висоті, тобто забезпечує відбір проби чистої пари

Отримана чисельна залежність виносу для тарілчастих пристроїв, які досліджуються на реальному робочому середовищі характерному для брагоректифікаційних установок спиртової галузі, дозволяє правильно вибрати оптимальну міжтарілчасту відстань та якісно розробити проект колонного тепломасообмінного апарату для даного технологічного процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шервуд Г., Пігфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. Химия. М., 1982, С. 646.
2. Таран В.М. Исследование однонаправленных тарелок для применения их в спиртовой промышленности. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Киев: 1970, с. 14.

13

СЕКЦІЯ

**ТЕХНОЛОГІЇ
КОНСЕРВУВАННЯ**

Голова секції — проф. О.С. БЕССАРАБ
Секретар секції — доц. О.В. ТОЧКОВА

Ауд. Б-106

1. ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПЛОДООВОЧЕВОЇ КОНСЕРВНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

О.М. Судак

Національний університет харчових технологій

Україна зазвичай славилась великим обсягом фруктів і овочів, що є основною сировиною для плодоовочевої консервації. Відомо, що найбільш перспективними для розвитку плодоовочевої консервної галузі є південь і центр України. Ці регіони сприятливі своїм мікрокліматом і географічним місцезнаходженням. Тут функціонують такі заводи як Херсонський консервний завод, Іллічевський консервний завод, Вознесенський консервний завод, Одеський консервний завод, Ніжинський консервний завод.

На півдні України, на відміну від середньої зони, зосереджено до 62 % переробки рослинної сировини.

Але незважаючи на високу врожайність, остання економічна криза негативно вплинула на розвиток і функціонування плодоовочевої консервної галузі. Крім того, в країні знижується платоспроможність населення, що призводить до зниження попиту на продукцію, відповідно, це в свою чергу, призводить до зниження випуску продукції в консервній галузі.

Негативним чинником також є те, що багато заводів введено в експлуатацію давно, наприклад, Одеський консервний завод дитячого харчування в 1867 році, що свідчить про фізичне зношення і старіння основних виробничих фондів. Аналогічна картина спостерігається на інших консервних заводах України. Частка нового обладнання дуже мізерна, а обладнання, що визначає і несе основне виробниче навантаження, повністю зношене.

В складній ситуації сьогодення фінансові можливості підприємств суттєво обмежені. Прибутку для забезпечення функціонування підприємства недостатньо, оскільки за даними Інституту стратегічних досліджень податком на прибуток у підприємства вилучають до 55 – 85 % прибутку. При реальній рентабельності виробництва плодоовочевої консервної галузі 3 – 4 %, виробництво не може забезпечити нормальні умови

для свого функціонування, не маючи сприятливих фінансових умов для того, щоб власні фінансові кошти стали реальною основою для інвестування своєї діяльності. Амортизаційний фонд плодово-овочевих консервних підприємств незначний і, відповідно, не є достатнім джерелом фінансування. Наприклад, починаючи з 2001 року, у більшості підприємств почалась тенденція до зменшення амортизаційних відрахувань.

Близько 42 % підприємств даної галузі стали збитковими [1]. Враховуючи, що обладнання на консервних заводах переважно іноземне, а ціни на нього дуже високі, ситуація ще більше ускладнюється [2]. Кредити отримати в нашій державі надзвичайно складно. Все це призводить до ситуації, яку важко подолати, а також здійснювати інвестування для ефективного функціонування.

Проте інвестувати в консервну галузь необхідно. На сьогоднішній день це одна із перспективних галузей народного господарства України. Найбільш актуальними для даної галузі є вживання таких заходів:

- залучення пільгових державних кредитів;
- лізинг обладнання як нового, так і існуючого;
- виробництво обладнання на вітчизняних заводах продовольчого машинобудування
- довгострокові комерційні кредити за сприятливими відсотковими ставками.

Таким чином, в подальшому Україна може зайняти перспективні позиції на світовому плодовоовочевому ринку за умови інвестування в цю галузь, при умові вирішення блоку економ-організаційних питань виробництва плодовоовочевої консервної галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Осипов П.В.* Интегральный производственный потенциал пищевой промышленности. — Одесса: Институт проблем рынка и экономико-экологических исследований НАН Украины, 2004. — 289 с.

2. *Самофатова В.А.* Проблемы предприятий консервной отрасли Украины. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>

Наукові керівники: О.В. Точкова, М.М. Жеплінська

2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СУШЕНОЇ КАРТОПЛІ ДЛЯ ДІЄТИЧНОГО ХАРЧУВАННЯ

К.В. Корабельнікова

Національний університет харчових технологій.

Консервна промисловість — одна з основних галузей харчової промисловості, яка дає змогу значно скоротити витрати сільськогосподарської продукції і тим самим поліпшити постачання населення продовольством. Консервне виробництво пов'язане з використанням найрізноманітнішої і дуже нестійкої сировини рослинного та тваринного походження. Основним завданням консервної промисловості є дотримання сурових умов стерильності консервів, а також прагнення до максимального збереження натуральних властивостей сировини. Консервна промисловість почала розвиватися на поч. 19 століття і продовжує розвиватися і по сьогоднішній день. Адже, з часом вдосконалюються раніше розроблені технології і впроваджуються нові. Головною метою є виготовлення не тільки смачних консервів, а і корисних. В останній час масово розробляють таку продукцію, яка б мала лікувально — профілактичні властивості [1,2].

Сушіння — широко розповсюджений спосіб консервування. Він простий і зручний. При сушінні значно зменшуються маса і об'єм продуктів, що впливає на транспортні витрати, потреби в тарі і складських приміщеннях. Сушені овочі добре зберігаються і вимагають менше площі для зберігання. Сушені овочі при оптимальних умовах можна зберігати до 1 року, а у герметичній тарі — ще довше. Транспортування їх значно здешевлюється.

При сушінні змінюється склад овочів, змінюється смак, запах, колір, відбувається втрата вітамінів, знижується засвоюваність. У процесі сушіння з них випаровується велика кількість вологи, внаслідок чого підвищується концентрація розчинних речовин. Якість готової продукції залежить від багатьох факторів: властивостей і придатності сортів овочів для сушіння, їхньої підготовки до сушіння, технологічного процесу сушіння та ін. Для того, щоб мати продукцію високої якості, необхідно використовувати сорти, придатні для сушіння, дотримуватись технологічного режиму підготовки сировини, її обробки, режимів сушіння.[2,3].

Сьогодні на ринку України представлені такі сушені овочі як морква, цибуля, томати, баклажани, часник, зелень, прянощі та велика кількість сухофруктів. В Україні нараховується не більше пів сотні виробників сушених харчових продуктів, найвідоміші з яких — Рівненський та Сумський овочесушильні заводи, ВАТ «Хмельницьк-плодовочпром», Рокитнянське заготівельно-переробне підприємство та ін.

Окреме місце серед цих товарів посідає сушена картопля, яка реалізується у вигляді чіпсів, відновлюваного картопляного пюре або як складова частина багатокомпонентних концентратів. Причина такої популярності продуктів з картоплі — національні уподобання, притаманні українському населенню. Виробником багатьох видів картопляної продукції є закордонні фірми, оснащені сучасним обладнанням, яке дозволяє впроваджувати інноваційні технології. З українських виробників можна назвати ТОВ «ТЕХНОКОМ», яке працює під торговою маркою «Мівіна», але переважно на імпортній сировині. Отже, подальший розвиток технологій по сушінню картоплі в Україні є актуальний і бажаний.

Оскільки, особливий інтерес представляє собою створення нових дієтичних продуктів харчування, роботи проводились саме у цьому напрямку.

Мета роботи — удосконалення виробництва сушеної картоплі для дієтичного харчування.

Об'єктом дослідження була технологія виробництва сушених овочів, предметом дослідження — технологія виробництва сушеної картоплі. Матеріали досліджень — картопля сорту Марлен.

У процесі роботи було проведено аналіз хімічного складу та технологічних характеристик сучасних сортів картоплі, вибрано сорти, хімічний склад яких та технологічні особливості може забезпечити найкращі якісні показники готового продукту при сушінні. Для збіднення їжі вуглеводами з картоплі частину крохмалю видаляли вимочуванням її у воді. Проблему збереження кольору вирішували шляхом короткочасного бланшування підготовленої сировини та застосуванням сучасних композицій антиоксидантів. При сушінні використовували найпоширеніший і простий вид сушіння — конвективний, який порівнювали з іншими видами.

У результаті проведених робіт нами відпрацьовано режими сушіння картоплі, отримано зразки сушеної картоплі з високими органолептичними показниками, які були апробовані в лабораторних умовах для виготовлення перших та других обідніх страв.

ЛІТЕРАТУРА

1. Киселева Т.Ф., Помозова В.А., Гореньков Э.С. Технология консервирования: Учебное пособие. СПб.: Пр. науки, 2011. — 416 с.

2. *Сирохман І.В.* Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. посібник. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с.

3. *Ектофологія.* Основи екологічно безпечного харчування. Навчальний посібник / За наук. ред. Т.М. Димань. — К.: лібра, 2006. — 304 с.

Наукові керівники: Г.М. Бандуренко, І.Ф. Малезик, О.С. Бессараб

3. ГІДРОКОЛОЇДИ ЯК НАТУРАЛЬНІ ЗАГУЩУВАЧІ В ХАРЧОВИХ СИСТЕМАХ

М.В. Краснова

Національний університет харчових технологій

Харчування — найважливіший фактор, що забезпечує здоров'я населення, а тому розроблення нових процесів і рецептур, що стабілізують якість і біологічну цінність продуктів, є перспективним напрямком для дослідження.

Зміни сучасного життя і нові технології оброблення харчових продуктів призвели до попиту продуктів з низькою калорійністю. Це призвело до підвищеного попиту на гідро колоїди, що є високомолекулярними речовинами, розчинними у воді. Вони широко розповсюджені у природі, але розрізняються за походженням, хімічним складом, властивостями і застосуванням в харчовій промисловості.

Гідроколоїди виконують функції загущення соусів, стабілізації пін, сповільнюють кристалізацію льоду, регулюють смак, проявляють стійкість при нагріванні, в'язучі властивості та незмінність рН. За походженням їх розрізняють на чотири групи [1]:

1) ботанічні:

– дерева (целюлоза);

– екsudати рослин (гуміарабік, камедь трагаканту);

– рослини (крохмаль, пектин, целюлоза);

2) водорості:

– червоні морські водорості (агар, каррагенан);

3) мікробні (ксантанова камедь, курдлан, декстрин);

4) тваринні (желатин, хітозан).

За словником камеді (глеї) — це продукти, що виділяються із надрізів і тріщин різних рослин або утворені внаслідок їх промислової переробки, а також препарати на основі полісахаридів, що продукуються мікроорганізмами.

Гідроколоїди різних груп використовують для виробництва багатьох видів харчових продуктів (соуси, джеми, майонези). Не дивлячись на дуже малі концентрації полісахаридів (~1 %), вони суттєво впливають на текстурні і органолептичні властивості готових виробів.

Дозвіл на застосування харчових гідроколоїдів вперше було надано Європейською комісією в 1995 році, що дозволила застосування широкої групи харчових добавок із серії гідроколоїдів.

За принципом впливу на харчові розчини гідроколоїди можна розділити на дві групи:

1) загущувачі — речовини, що використовуються для підвищення в'язкості продукту.

2) гелеутворювачі — речовини, що надають продукту властивості структурованої високодисперсної системи з рідким дисперсійним середовищем.

При виборі гідроколоїдів для вирішення технологічної задачі необхідно:

– регулювання реологічних властивостей (підвищення в'язкості або гелеутворення);

– дозування добавки для досягнення необхідного кінцевого результату (формування гелю необхідної міцності);

- встановлення температури зберігання готового продукту;
- формування заданої текстури харчового продукту;
- контроль імовірності взаємодії добавки з інгредієнтами харчової системи;
- регулювання температури технологічного процесу і його тривалості при певному температурному режимі;
- можливість ефективного диспергування на існуючому обладнанні;
- економічна доцільність використання добавки.

Таким чином, застосування гідроколоїдів в сучасних харчових технологіях дозволяє створити асортимент продуктів емульсійної природи: соуси, джеми, десерти, мармелади, приправи до салатів, продукти спеціального, дієтичного та дитячого харчування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Манк В.В., Точкова О.В. Фізико-хімічні властивості природних поліцукридів. — «Научные исследования и их практическое применение» — по материалам международной научно-практической конференции — Одесса — 2007 г.

Наукові керівники: О.В. Точкова, О.С. Бессараб, В.В. Манк

4. ВИКОРИСТАННЯ ІНУЛІНУ ТА ПЕКТИНУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОФІЛАКТИЧНИХ ПРОДУКТІВ

В.В. Гейнце

Національний університет харчових технологій

Інулін використовується у всьому світі як неодмінний компонент замітника пшеничного борошна для діабетиків. Як емульгатор, диспергатор і гелеутворювач він широко використовується також в різних галузях харчової промисловості: в хлібопеченні і кондитерській галузях, як добавка у виробництві м'ясних і особливо молочних продуктів. На світовому ринку відома безліч різноманітних продуктів і напоїв з інуліном: молочних, включаючи морозиво і сир, хлібобулочних і макаронних, м'ясних, зернових, включаючи мюслі, батончиків, кондитерських, спредів і майонезів, сокових напоїв, продуктів дитячого харчування. Останнім часом налагоджується випуск косметичних засобів на основі інуліну. Окремо слід виділити використання медичного інуліну [1].

Серед безлічі різних варіантів пектини в основному використовуються як гелеутворювальний агент: у харчовій промисловості як драггелеутворювач у виготовленні желейних виробів (зефір, пастила, мармелад, начинки для цукерок, тортів тощо); у молочній промисловості для виготовлення йогуртів; у консервній промисловості для виробництва конфітурів, джемів, повидла, желе і т. ін.; у масложировій промисловості як емульгатор у виготовленні майонезів і рідких маргаринів.

Інулін сприяє засвоєнню вітамінів і мінералів в організмі (особливо Ca, Mg, Zn, Cu, Fe і P), поліпшує обмін ліпідів — холестерину, тригліцеридів і фосфоліпідів в крові. Тому його регулярне вживання знижує ризик виникнення серцево-судинних захворювань, пом'якшує їх наслідки, зміцнює імунну систему.

Пектин дуже важливий для нормалізації обміну речовин, він знижує вміст холестерину у крові, покращує периферичний кровообіг, а також перистальтику кишечника.

Багато фахівців називають пектин санітаром людського організму за його унікальну здатність виводити з нього радіоактивні елементи, іони токсичних металів і пестициди.

Середньодобове споживання інуліну і пектину, г: у Франції 8 – 11, у Китаї 11 – 13, у США 10 – 12 грамів, в Україні не досягає норми (норма — не менше 4 г). І це при тому, що в нашій країні з кожним роком спостерігається зростання кількості хворих на цукровий діабет. За офіційною статистикою, в Україні на діабет хворі 1,2 млн чол., при цьому кількість інсулінозалежних хворих на цукровий діабет нині становить близько 190 тис., з них понад 7,5 тис. — діти [4].

Вартість інуліну в Україні становить від 80 грн за 1 кг, медичного в 3,5 – 4 рази вища. На світовому ринку існують тільки три великі виробники інуліну, що виготовляють 90 % усієї продукції. З них 70 % ринку займає бельгійська компанія «Beneo-Orafti», — голландські компанії «Cosucsa» і «Sensus».

Вартість пектину на українському ринку становить від 110 грн за 1 кг, а медичного на 30 % вища. Найбільший виробник і продавець пектину на світовому ринку — компанія «CP Kelco» (США).

За обсягом виробництва на другому місці компанія «Herbstreith & Fox KG» (Німеччина) — 30 %. Близько 28 % виробництва припадає на компанії «Danisco» і «Degussa» (Данія).

Традиційно інулін і пектин отримують із цитрусових, яблук і цикорію. Особливий інтерес становить інулін і пектин, отриманий з бульб топинамбура, що мають особливий склад і ряд корисних властивостей.

Інулін належить до полісахаридів — фруктозанів, природних полімерів фруктози. У його ланцюзі 35 – 60 молекул фруктози, сполучених глікозидними зв'язками [3]. Своїми цілющими властивостями інулін зобов'язаний мономеру — фруктозі. З іншого боку, як полімерна речовина з великою кількістю гідроксильних груп він здатний зв'язуватися в комплекси з багатьма речовинами, у тому числі токсичними для людини, і виводитися разом з ними з організму.

Основною властивістю пектинових речовин, що визначила їх використання в харчовій промисловості, є здатність утворювати у водному розчині у присутності кислоти і цукру желеподібну, колоїдну масу [2]. Пектини топинамбура належать до пектинів з високим ступенем етерифікації. Цим вони прирівнюються до найякісніших сортів пектинів з яблук і цитрусових і навіть перевершують їх.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бабєньшев С.П., Мамай Д.С.* Переработка топинамбура на основе обратноосмотического и ультрафильтрационного разделения его жидких экстрактов/ Вестн. АПК Ставрополя. — 2011. — 1(01) — С. 36 – 39.

2. *Бобровник, Л.Г., Лезенко Г.А.* Углеводы в пищевой промышленности. — К.: Урожай, 1991.

3. *Кутин Г.А.* Исследование гидролиза инулина в соке топинамбура // Пищ. технология. — 2002. — № 5 – 6.

4. <http://health.unian.net/ukr/detail/240506>.

5. <http://www.orgacore.com/t-inulin.aspx>.

Науковий керівник: О.С. Бессараб

5. УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ОСВІТЛЕННЯ ЯБЛУЧНОГО СОКУ У ПРОЦЕСІ ЙОГО КОНЦЕНТРУВАННЯ

Г.М. Красносельська

Національний університет харчових технологій

Аналізуючи український ринок соків, звертає на себе увагу той факт, що він переважно представлений фруктовими соками. Сокове виробництво України

займає одне з провідних місць у консервній галузі. Асортимент цього сектору продукції є досить широкий — фруктові та овочеві соки з м'якоттю, відновлені соки, нектари, морси, напої та коктейлі. Отримання відновлених соків полягає у розведенні підготовленою водою відповідних концентрованих соків. Таке виробництво плодових соків у два етапи є дуже вигідним для підприємства перш за все тому, що цей процес відбувається стабільно протягом року.

Виробляють концентровані соки як освітленими (прозорими), так і неосвітленими. Через цілий ряд вагомих недоліків виробництво неосвітлених концентрованих соків порівняно з освітленими у світі отримало значно менше розповсюдження. За рахунок високого вмісту в них природних біополімерів при випарюванні утворюються гелі, що ускладнює процес виробництва концентрованих соків. Неосвітлені концентрати мають низький товарний вигляд, підвищену в'язкість, високу каламутність, сильно виражений присмак карамельних тонів, виготовлені з них напої та соки практично неможливо освітлити. Крім того, ціни на неосвітлені концентровані соки, в порівнянні з освітленими, менші. В останні десятиріччя у світі широкого розповсюдження набуло виробництво освітлених концентрованих соків із вмістом сухих речовин 70 %. Концентровані соки біохімічно стабільні і мають тривалий термін зберігання, використовуються у кондитерській, консервній, безалкогольній та фармацевтичній промисловості, а також у виноробстві.

Плодові соки містять цукри, кислоти, білки, солі, вітаміни, пектинові дубильні речовини, барвники та ін. Колоїдна система в соках зумовлена переважно пектиновими речовинами, білками, смолами, клеями і т.д., причому перевагу мають гідрофільні колоїди, покриті гідратною оболонкою. На поверхні часток знаходяться потенціалутворюючі іони, які здебільшого й зумовлюють електричний заряд. Колоїдна система в соках може бути зруйнована тільки за сприятливих умов для укрупнення колоїдних часток, що в свою чергу може статися при втраті електричного заряду і взаємодії з іншими хімічними речовинами [1, 2].

Традиційно в Україні освітлення соків перед їх концентруванням проводять за допомогою ферментних препаратів, бентоніту, желатину, таніну, фільтруванням через діатомітовий і кізельгуровий фільтри. Найбільш сучасні способи освітлення — комбіновані, із застосуванням ультрафільтрації і мікрофільтрації. Перевагами цих технологій, порівняно з традиційними, є тривала прозора стабільність соків (більше 1 року) та висока якість готового продукту. Недоліками цих технологій є тривалість процесу, необхідність спеціалізованого обладнання, наявність додаткових площ. Все це утруднює проведення технологічного процесу, вимагає спеціалізованих додаткових приміщень. Тому, проблема удосконалення способу освітлення фруктових соків є актуальною і своєчасною [1, 2].

Мета роботи — на основі теоретичних і експериментальних досліджень удосконалити процес освітлення яблучного соку в процесі його концентрування.

Об'єктом дослідження була технологія концентрованих фруктових соків, предметом дослідження процес освітлення яблучного соку у процесі його концентрування.

У світовій практиці концентрування соків здійснюють головним чином шляхом вакуумного випарювання. Незначну кількість концентратів виготовляють виморожуванням і за допомогою зворотного осмосу. Недоліками цих технологій є висока собівартість концентратів (виморожування), не досить висока якість та значна енергозатратність (вакуумне випарювання), низький вміст сухих речовин (зворотний осмос) [1].

У дослідницькій роботі ми роботі застосовували спосіб вакуумного концентрування яблучного соку. Для проведення досліджень яблука осінніх сортів

мили, інспектували, подрібнювали та визначали хімічний склад. Потім аналізували хімічний склад соку, який отримували шляхом механічної дії — пресування. Залежно від хімічного складу соку підбирали відповідний склад ферментних препаратів та проводили освітлення соку як окремими так і комбінованими способами, змінюючи початкові параметри процесу.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше було досліджено вплив різних технологічних параметрів на освітлення яблучного соку у процесі його концентрування, встановлено оптимальні режими та дози освітлюючих матеріалів, удосконалено технологію концентрованого яблучного соку та розроблено математичну модель процесу його освітлення.

Переваги запропонованої технології полягають в можливості її інтенсифікації, скороченні виробничих площ та спеціалізованого обладнання для освітлення соків.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Шобиндер У.* Плодово — ягодные и овощные соки/ Шобиндер У. — М. Пищевая промышленность. 2004. — 472 с.
2. *Поморцева Т.И.* Технология плодоовощного производства / составитель Куница М.Г. — СПб ПРОФИ — ИНФОРМ. 2004. — 478 с.

Науковий керівник: Г.М. Бандуренко

6.МЕТОДИ ЕКСТРАГУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН З ЛІКАРСЬКОЇ СИРОВИНИ

Д.В. Батрак

Національний університет харчових технологій

Екстрагування біологічно активних речовини (БАР) з лікарської сировини набуло широкого застосування у фармацевтичній, харчовій, косметико-парфюмерній галузях промисловості. Процес екстрагування у більшості випадках проводять при температурі оточуючого середовища, тобто 18 – 25 °С, у співвідношенні фаз (тверде тіло-рідина) від 1 ÷ 5 до 1 ÷ 30. Як екстрагент застосовують знесолену воду, органічні розчинники або їх сумішей. Для видалення розчинників із екстрактів, як правило, застосовується випаровування, що не завжди кращим чинном впливає на якість кінцевого продукту екстрагування [1].

Розрізняють два принципово різних способи проведення процесу екстрагування. Перший спосіб характеризується досягненням рівноваги між концентрацією цільової речовини у твердому тілі і екстрагенті; до цього способу відносяться різні методи одно та багатостадійного статистичного настоювання (мацарація), а також прямотечійна екстракція. Всі ці методи не забезпечують повного виділення цільових речовин із сировини.

Другий спосіб характеризуються безперервною подачею екстрагенту на тверду рослинну сировину, завдяки чому забезпечується стабільний градієнт концентрації цільових речовин у двох фазах. До цього способу відносяться методи динамічного настоювання (перколяція), а також протитечійна екстракція.

Одним із факторів, що інтенсифікує процес екстрагування, є подрібнення сировини. В процесі подрібнення проходить зменшення розміру частки твердої фази, збільшення питомої поверхні і кількості зруйнованих клітин. Оскільки подрібнення проводять на різного виду дробарках, сировина одного і того самого ж ступеня

подрібнення, але подрібнена на відповідній дробарці, матиме різні властивості. Сировина, клітинна структура якої зруйнована більше, екстрагуватиметься швидше, внаслідок прискореного процесу вимивання цільових речовин із повніше зруйнованих клітин. Експериментально встановлено оптимальний розмір частинок твердої фази лікарської сировини в межах $0,2 \div 0,5$ мм [2].

Важливо зазначити, що, як на якість, так і на екстрагування буде впливати вміст вологи у лікарській сировині. Із збільшенням вологи погіршуються умови подрібнення, в процесі екстрагування вихід гідрофобних сполук зменшується. Тому регламентуються допустимий вміст вологи в межах від 7 % до 14 % залежно від сировини [3].

В процесі екстрагування лікарської сировини встановлено два етапи — швидкої та сповільненої дії. В процесі першого етапу проходять розчинення і швидке вимивання із зруйнованих клітин БАР. На другому етапі — дифузія БАР із незруйнованих клітин. Перший етап протікає в декілька разів швидше іншого і залежить від гідродинамічних умов. Другий етап протікає повільно і залежить від коефіцієнта масопереносу в середині твердої частинки органічної сировини [3].

Процес ультразвукової екстракції забезпечує високу ступінь виділення БАР. Ультразвук руйнує прилеглий дифузійний шар, а також внаслідок зміни тиску (за періодичного стискування) сприяє виникненню так званого ефекту «губки», завдяки якому покращується проникнення екстрагенту і сировини. Разом з цим, речовини, які здатні до гідролізу, окислення можуть руйнуватися при даному процесі екстрагування. Якщо в розчині, який підлягає ультразвуковій обробці, є незначні сліди важких металів, то вони також сприятимуть розкладу БАР. Таким чином, даний спосіб екстрагування слід реалізовувати з великою обережністю і лише для стабільних БАР [4].

Постійний електричний струм може прискорювати процеси внутрішнього масопереносу, особливо це стосується речовин, які відносяться до електролітів (алкалоїди, органічні кислоти, амінокислоти, фосфоліпіди тощо) стверджують автори робіт [5]. Проте стабільність одержаних сполук після обробки електричним струмом є дуже сумнівною.

Отже, приведені способи екстрагування дозволяють знайти оптимальний для вилучення БАР із лікарської сировини і використання екстракту як одного із компонентів у виробництві готових консервних продуктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Чуешов В.И.* Промышленная технология лекарств в 2-х т./ В.И. Чуешов — Харьков: Изд-во УкрФар, 1991, Т.1. — 557 с.
2. *Семеншин Є.М.* Кінетика екстрагування олії з насіння ріпака /Є.М. Семеншин, В.І. Троцький, В.І. Федорчук-Мороз //Вісник нац. ун-ту «Львівська політехніка» Хімія, технологія речовин та їх застосування, 2005, № 529. — С. 199 – 203.
3. *Чураев М.В.* Физико-химия процессов массопереноса в пористых средах/ М.В. Чураев.— М.: Химия, 1990. — 272 с.
4. *Лысянский В.М.* Экстрагирование в пищевой промышленности / В.М. Лысянский, С.М. Гребенюк. — Агропромиздат, 1987. — 188 с.
5. *Мамедов Г.А.* Влияние электрического поля на эффективность экстракции бензола диэтилен гликолем / Г.А. Мамедов, Ю.В. Сыщенко, Р.Х. Абдулов.— Изд. Ленинградского политехнического института, 1988. — 17 с.

Наукові керівники: М.М. Жеплінська, О.С. Бессараб

7. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУШИЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

О.С. Слободянюк

Національний університет харчових технологій

Головна мета сушіння в харчовій промисловості — збереження використовуваного продукту. Зниження вологовмісту запобігає або значно гальмує перебіг мікробних і ферментативних реакцій. Проте сушіння може негативно позначатися на хімічному складі продукту, матеріальній й харчовій цінності харчових продуктів.

Зростаючий інтерес до процесу сушіння засвідчує кількість отриманих у США в останні два десятиліття патентів з сушіння до 240 на рік, тоді як сумарна кількість патентів з кристалізації, випарювання, адсорбції, дистиляції й мембранного розділення не досягає 200 [4].

До інтенсивніших досліджень заощадження потенційної енергії в сушильних технологіях [3, 5] спонукають світова економічна криза та постійне зростання вартості енергоресурсів. Увага до проблем стимулюється зростаючими вимогами законодавства щодо забруднення навколишнього середовища, умов та якості праці, а також і глобальною загрозою негативного впливу вуглекислоти та інших викидів і фоні зростання світового енергоспоживання та прогнозів виробництва енергоресурсів.

Промислове енергоспоживання для теплового зневоднення іноді досягає понад 12% загального промислового споживання [7]. Високе споживання енергії в процесі сушіння, ставить проблему енергоощадних технологій над усіма іншими.

З огляду на аграрне спрямування економіки України та у країні спад промислового виробництва у світі розвиток сушильних технологій є привабливим і має перспективу. Так, незважаючи на спад загального виробництва молока під час економічної кризи, Україні в останні роки виробляється понад 10 млн. т сирого молока, що на 26% більше внутрішньої потреби (річна потреба в рідкому молоці становить понад 2,1 млн. т). Виробництво сухого знежиреного і сухого незбираного молока більш ніж удвічі перевищило внутрішні потреби країни [2]. Такі показники дають можливість Україні посідати досить високу позицію в рейтингу основних світових експортерів молочної продукції.

Таблиця. Експорт РФ сушених овочів і фруктів по країнах світу у 2007 – 2011 рр., тис. дол.

Країна	Рік				
	2007	2008	2009	2010	2011
Азербайджан	11,1	13,7	13,1	36,9	26,0
Німеччина	324,2	454,1	764,8	281,1	340,5
Італія	478,3	208,5	270,0	88,7	107,5
Казахстан	381,8	689,8	451,7	343,3	349,2
Монголія	134,2	176,8	84,6	222,7	204,6
США	69,3	13,1	26,4	11,9	8,3
Таджикистан	-	12,2	0,5	119,3	53,4
Україна	746,1	682,8	331,4	392,2	457,5
Франція	220,3	75,5	66,6	44,3	53,7
Інші країни	1719	2195,9	1760,8	1356,1	1257,5
Всі країни	2754,7	2979,5	2185,7	1923,8	1830,4

Важливою галуззю збільшення обсягів виробництва та розширення асортименту сушених продуктів є консервна промисловість. Оскільки в Україну

експортується багато різноманітних сушених продуктів, питання власного виробництва стоїть надзвичайно гостро. Зрозуміло, що виробництво і скорочення імпорту екзотичних для нашого клімату сухих продуктів економічно недоцільно. Імпорт же сушених овочів, грибів і сухофруктів потребує істотного зменшення. Приміром, РФ експортує в різні країни включно з Україною (див. табл.) сушеної продукції на суму близько 2 млн. доларів [1].

Тенденції розвитку сушильних технологій полягають в інтенсифікації процесу сушіння за рахунок [6]: збільшення площі поверхні поділу для теплопередачі й масообміну; використання високочастотного нагрівання; сушіння перегрітою парою; підвищення турбулентності вільного потоку; застосування: коливання і вібрації, двофазного сушильного агента, акустичного поля високого звукового рівня тиску, ультразвукової області, високочастотного нагрівання, електрокінетичних явищ, синергетичних ефектів, багатоступінчастого процесу сушіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Анализ рынка сушеных овощей и фруктов в России в 2007 – 2011 гг, прогноз на 2012 – 2016 гг.* — BusinesStat. — 65 с.
2. *Аналитический обзор рынка: Молоко и молочная продукция.* — М.: ФГБУ «СпецЦентрУчет в АПК», 2011. — 26 с.
3. *Advanced drying technologies/ Tadeusz Kudra, Arun S. Mujumdar.* — CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, 2009.— 455 p.
4. *Devahastin S.* Conference report. IDS'2002, Beijing. — China, Personal Communication, 27 – 30 August 2002.
5. *Itaya Y., Mori S.* Recent R&D on drying technology in Japan. In Proceedings of XI Polish Drying Symposium. — Poznan, Poland, 13 – 16 September, 2005.
6. *Key R.* Conference report on the 12th IDS'2000. — Drying Technology, 2001. — 19 (1). — P. 237.
7. *Strumillo C., Jones P.L., Zylla R.* Energy aspects in drying. In Handbook of Industrial Drying, 2nd Ed; *Mujumdar A.S.*, Ed. — Marcel Dekker, Inc.: New York, 1995. — P 1241.

Науковий керівник: В.В. Шутюк

8. ОСОБЛИВОСТІ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ В КОНТЕКСТІ СЬОГОДЕННЯ

І.О. Гаган

Національний університет харчових технологій

Продукти дитячого харчування призначені для задоволення потреб дитячого організму в харчуванні на різних етапах його розвитку, оскільки їжа відіграє важливу роль в житті людини, є пластичним матеріалом для побудови основних тканин і кісток, що росте, а також джерелом енергії, необхідної для заповнення всіх енергетичних витрат у процесі життєдіяльності, то роль цієї групи продуктів для дитячого організму надзвичайно велика.

Плоди та овочі є джерелом вуглеводів, мінеральних солей і вітамінів, особливо вітаміну С. Велике значення в харчуванні мають різні смакові і ароматичні речовини, що містяться в плодах і овочах, вони значно поліпшують смак їжі, що сприяє кращому її засвоєнню.

На сьогоднішній день зроблено і рекомендовано до виробництва більш як 230 найменувань консервів для дитячого харчування на плодоовочевій основі. В асортимент входять такі групи: пюреподібні овочеві, плодоовочеві, м'ясні та овочево-м'ясні; плодови та ягідні пюреподібні консерви, гомогенізовані чи протерті; плодови та ягідні соки; крупно подрібнені консерви, нарізані шматочками та інші.

Важливе місце у прикормі малюка займають фруктові та овочеві соки і пюре. Адже саме через них малюк вперше куштує фрукти, овочі та ягоди. За даними спеціалістів охорони здоров'я близько 70 % дітей до одного року потребують штучного та змішаного харчування. А тому поряд з іншими видами консервів все більшого розповсюдження набувають продукти для дитячого призначення. Для дітей до семи місяців готують виключно напіврідкі пюре. З віку восьми місяців консистенція їжі повинна бути густішою, крім пюре можна давати трошки твердих продуктів. Близько року дитина вже повинна вміти пережувувати досить великі шматочки їжі, але все ж таки пюре має складати основу в її меню. До півторарічного віку страви все ще дрібнять, але вже не настільки, як раніше. Не слід надто довго тримати дитину на м'якій їжі — вона і її організм можуть звикнути і внаслідок цього відмовиться перетравлювати тверду їжу. Повинні бути спеціальні сировинні зони, регіони або окремі господарства, що відповідають умовам виробництва продукції рослинництва і тваринництва, придатної для виготовлення дитячого та дієтичного харчування; забороняється використання для виробництва продуктів дитячого харчування сировини, що складається або виробляється з генетично модифікованих організмів.

Харчування дітей влітку і взимку дещо відрізняється. У зимовий період при низьких температурах організм дитини витрачає більше енергії, тому їжа дитини в цей період повинна мати більшу енергетичну цінність. Влітку при високій температурі навколишнього середовища рекомендується їжа, яка містить легкозасвоювані, необхідні для організму поживні речовини, оскільки діяльність травних залоз в дітей у спеку різко знижується, кількість травних соків недостатня.

Останнім часом в Україні здійснюється ряд заходів по розширенню виробництва продуктів для дитячого харчування, наприклад багатокomпонентних консервованих продуктів, склад яких відповідає специфіці метаболізму дітей різного віку, сприяє розширенню асортименту консервів і підвищення харчової та біологічної цінності раціонів харчування. Плодоовочеві консерви часто збагачують вітаміном С, деякі пюре збагачують не тільки вітаміном С, але і залізом. При призначенні дітям пюре варто враховувати ступінь їх подрібнення і склад входять до них фруктів, овочів та інших добавок. Пюре випускаються різного ступеня подрібнення — гомогенізовані і протерті.

Фруктові пюре збагачують раціон дітей в основному тими ж харчовими речовинами, що і соки, але в пюре вони представлені у великих кількостях, ніж у соках. Вживання консервів, збагачених пектинами, вітамінами, мікроелементами знижує накопичення радіонуклідів, нормалізує травлення. Виробничі потужності нашої держави можуть задовольнити потребу населення у плодоовочевих консервах на 65 %, крім того не всі консерви можуть задовольнити потребу дитячого організму в необхідних поживних речовинах.

Фруктові та овочеві пюре і соки в Україні виробляють біля десятка підприємств. Найбільші серед них — ВАТ «Одеський консервний завод дитячого харчування», ВАТ «Володимир-Волинський консервний завод», ТОВ «Південний консервний завод дитячого харчування». Дитяче харчування, що виробляється в Україні, підлягає державній санітарно-епідеміологічній експертизі та державній реєстрації в порядку,

встановленому Кабінетом Міністрів України, має відповідати обов'язковим параметрам безпечності та мінімальним специфікаціям якості, затвердженим центральним органом виконавчої влади. При виробництві дитячого харчування забороняється використання пальмового стеарину, продуктів гідрогенізації олій, бавовняної олії та олії з кунжуту, сумішей спецій та прянощів, до складу яких входять не зареєстровані або заборонені до використання у виробництві дитячого харчування харчові добавки.

Важливе завдання консервної промисловості на сучасному етапі — розширення асортименту та підвищення якості, зокрема харчової цінності та смакових переваг плодоовочевих консервованих продуктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Дієтичне та дитяче харчування: навч. посіб.* / І.М. Грищенко, Н.М. Кравчук; Київськ. нац. торгов.-екон. ун-т. — К.: [б. и.], 2003. — 287 с.

2. *Касьянов Г.И., Самсонова А.Н.* / Технология консервов для детского питания. — М.: Колос, 1996. — 160 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

3. *Б.Л. Флауменбаум, Є.Г. Котов, О. Ф. Загібалов* Технологія консервування плодів, овочів, м'яса і риби / За ред. Б.Л. Флауменбаума. — К.: Вища школа, 1995 — 301 с.

Науковий керівник: О.В. Точкова

9. ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОАКТИВОВАНОЇ ВОДИ В ТЕХНОЛОГІЯХ ФРУКТОВИХ ТА ОВОЧЕВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Я.В. Лещенко

Національний університет харчових технологій

Останнім часом, у сучасних харчових технологіях все більша увага приділяється процесу електромембранної підготовки води. Численні автори пропонують використання біполярних мембран МБ-1, МБ-2 та ін., які мають малу перенапругу в режимах генерації іонів H^+ і OH^- . Основними характеристиками біполярних мембран є вольтамперні залежності і числа переносу аніонів кислот і катіонів лугу через мембрану. Ці характеристики мають важливе значення, так як від них залежить чистота розчинів, енерговитрати та інші параметри процесу. Отримання активованої води — католіту і аноліту можна проводити на різних промислових установках.

Незаперечною перевагою активованих розчинів є відсутність алергічної, канцерогенної і токсичної дії на організм людини — активовані розчини можуть виступати не тільки як антисептичні засоби, але і як лікарські препарати.

І католіту, і аноліту властива надзвичайно висока фізико-хімічна активність, яка, за сучасними уявленнями, зумовлена трьома чинниками. По-перше — це стабільні продукти електрохімічних реакцій в католіті і аноліті, зокрема — луги і кислоти. Успішно замінюючи традиційні хімічні добавки, вони забезпечують вищу ефективність католіту і аноліту порівняно із звичайною водою. Другим чинником є високоактивні нестійкі продукти електрохімічних реакцій з обмеженим часом існування (наприклад, вільні радикали), які істотно підсилюють прояв аноліту та католіту. Одержати високоактивні нестійкі продукти за допомогою розчинення у воді хімічних

реагентів практично неможливо. Своїм, хоч і дуже нетривалим існуванням, вони зобов'язані унікальним умовам електрохімічного синтезу. Третім чинником є довгоживучі активовані структури в областях, прилеглих до поверхні електродів. Представлені активовані структури як вільними іонами, молекулами, атомами і радикалами, так і гідратованими. Саме вони і наділяють католіт і аноліт надзвичайними каталітичними здібностями, дозволяючи їм (католіту і аноліту) змінювати активаційні бар'єри між взаємодіючими компонентами самих різних, у тому числі і біохімічних, реакцій.

Використання електроактивованої води широко застосовується для дезинфекції у тваринництві та медицині, у виробництві регуляторів росту рослин. У тваринництві використовують бактерицидні властивості «мертвої» води при обробці тушок птиці на птахофермах, а в харчовій промисловості — при переробці м'ясної сировини на м'ясокомбінатах, при зберіганні риби й комбікормів у рибопереробній галузі. Позитивний результат дали дослідження по використанні електроактивованої води при замішуванні її в тісто для випікання хліба. Науковці НУХТ провели ряд досліджень по використанню електроактивованої води у спиртовій промисловості, а також для отримання низькометоксильованого пектину [1, 2].

Мета роботи — дослідити вплив електроактивованої води на процес гідролізу овочевої сировини.

Об'єктом дослідження була технологія овочевих пюре, предметом дослідження отримання пюре на основі цукрового буряку за допомогою електроактивованої води.

Дослідження проводились на лабораторній установці «АП-1». У роботі було застосовано водно-сольовий розчини з різними значеннями рН. Оскільки електрохімічним активованим розчинам притаманна зміна фізико-хімічних параметрів протягом при зберіганні, нами встановлено, що протягом десяти діб ця зміна відбувається неістотно.

Для проведення наукової роботи потрібно встановити оптимальний режим приготування електроактивованої води. Так як процес електроактивації залежить від вихідних показників води, то для наукових досліджень було застосовано дистильовану воду, у яку додавали певну кількість солі, електроактивацію проводили протягом $\tau = 20$ хв., після чого отриману воду відбирали в окремий ізольований посуд й досліджували протягом 11 діб.

Для проведення подальших досліджень використовували коренеплоди цукрового буряку, які обробляли електроактивованою водою з різним значенням рН при різних температурних режимах. Для цього коренеплоди цукрового буряку мили, інспектували, очищали та подрібнювали на шматочки різних розмірів, після чого піддавали бланшуванню. Закінчення процесу визначали по ступень мацерації овочевої тканини. Отриману масу протирали, встановлювали кількість відходів при протиранні та дисперсний склад отриманого пюре.

У результаті досліджень встановлено залежність тривалості процесу термічної обробки від розміру шматочків, рН середовища та температури бланшування. Досліджено також якісні показники пюре, які порівнювали з пюре, отриманим за класичною технологією. Встановлено позитивний вплив електроактивованої води на мікробіологічну стабільність досліджуваних об'єктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Нечаев, А.П.* Пищевая химия / А.П. Нечаев, СЕ. Траубенберг, А.А. Кочеткова. — СПб.: ГИОРД, 2004. — 640 с.

2. Киселева Т.Ф., Помозова В.А., Гореньков Э.С. Технология консервирования: Учебное пособие. СПб.:Пр.науки, 2011. — 416 с.

Науковий керівник: Г.М. Бандуренко

10. РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ПЕКТИНОВІСНИХ ПЛОДООВОЧЕВИХ НАПОВНЮВАЧІВ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

В.В. Калітка, Л.В. Лановенко

Національний університет харчових технологій

В умовах погіршення екології довкілля та незадовільних умов праці на багатьох підприємствах спостерігається підвищення рівня хронічних і професійних захворювань. Важливим фактором лікування і попередження багатьох з них є використання в харчуванні спеціальних речовин, що зумовлюють зв'язування й виведення шкідливих речовин з організму та надають певної профілактичної дії. Одним з ефективних засобів є застосування у профілактичному харчуванні спеціальних продуктів, збагачених пектином, виробництво яких в Україні, останнім часом, починає відроджуватись.

Відомо, що якість плодово-ягідних пюре залежить від вмісту сухих речовин вихідної сировини. Серед них, велике значення, крім цукрів та органічних кислот, мають пектинові речовини. Від кількісного значення останніх залежать технологічні особливості пюре, зокрема — здатність до желювання. У переробній промисловості проблему становить переробка літніх сортів яблук, так як отримане пюре з них має низькі технологічні показники. Це зумовлено низьким рівнем розчинних сухих речовин у яблуках літніх сортів (7 – 8 %), у тому числі пектинових речовин. Концентрування такого пюре до вмісту сухих речовин 11 – 12 % не дає бажаного результату, і це робить неможливим використання його для виробництва повидла та для кондитерської промисловості [1, 2].

Використання пектину в якості біологічно активної добавки значно розширює асортимент плодовоовочевих консервів, надаючи готовому продукту необхідних технологічних та й лікувально-профілактичних властивостей. Проблема полягає в тому, що на вітчизняному ринку присутні тільки імпортні пектинові порошки, вартість яких дуже висока. Серед пектинових напівфабрикатів, які почали виробляти деякі консервні заводи для власних потреб присутні рідкий пектиновий екстракт, пектиновий концентрат та пектинова паста, лікувальні властивості яких не поступаються імпортним аналогам. Застосування цих інгредієнтів у харчових технологіях не тільки забезпечить бажані технологічні властивості готовому продукту, а й надасть певної лікувальної дії, що у свою чергу, дасть змогу позиціювати їх в якості дієтичних чи профілактичних продуктів [3].

Дієтичні консерви посідають окреме місце в асортименті консервованих продуктів. Відмінною особливістю останніх є високий вміст діючих речовин, у тому числі й біологічно активних. Маркетингові дослідження свідчать, що вітчизняний асортимент таких продуктів поки що невеликий, але збільшується з року в рік. Істотну частку займає імпортна продукція, вартість якої вдвічі переважає вітчизняні аналоги. Можливо, така ситуація склалась тому, що виготовити ці продукти не просто. Більшість з них містять активні добавки, які не тільки чутливі до технологічних процесів, але й істотно збільшують собівартість готової продукції. Крім того, затрати

на рекламу та інформованість споживача також несуть у собі певні труднощі. З іншої сторони, увага багатьох науковців прикута до розробки нового асортименту та рецептур лікувально-профілактичної продукції як для дорослих, так і для дітей. Про це свідчать чисельні заявки на винахід авторів країн СНГ.

Одними з таких продуктів є фруктові та овочеві наповнювачі, призначені для осіб, хворих на діабет. Відомо, що харчування таких людей обмежене не тільки асортиментом страв, але й їх калорійністю. Асортимент плодів та овочів, які б задовольняли вимоги таких продуктів за їх хімічним, невеликий. Тому розширення їх асортименту залишається гострою й актуальною проблемою.

Мета роботи полягала у створенні асортименту продуктів профілактичної дії, до складу яких входить пектинова паста, отримана у виробничих умовах. Об'єктом дослідження була технологія фруктових та овочевих наповнювачів, предметом дослідження — отримання пектиновмісних пюре зниженої енергоємності із застосуванням цукрозамінників.

Проаналізувавши можливі варіанти основної сировини, перевагу було надано яблукам сорту «Антонівка», моркві сорту «Шантане» та топінамбуру сорту «Київський». Досліджено можливості використання концентрованих соків, пектинової пасти та цукрозамінників для створення нових дієтичних наповнювачів. У лабораторних умовах перевірено зміну якісних показників пектинової пасти при її зберіганні, виготовлено й досліджено партії нових дієтичних наповнювачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Киселева Т.Ф., Помозова В.А., Гореньков Э.С. Технология консервирования: Учебное пособие. СПб.:Пр.науки, 2011.— 416 с.

2. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч.посібник. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с.

3. Нечаев, А.П. Пищевые добавки / А.П. Нечаев, К.А. Кочеткова, А.Н.Зайцев. — М.: Колос, 2001. — 256 с.

Наукові керівники: Г.М. Бандуренко, О.С. Бессараб

11. МІКРОХВИЛЬОВО-КОНВЕКТИВНЕ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

В.Ю. Турчин

Національний університет харчових технологій

Зневоднення завжди розглядається як один із головних способів зберігання продукції в стійких і безпечних умовах, тому що сухі продукти мають значно більший строк придатності, ніж свіжі овочі та фрукти [1, 2]. Крім того, висушені продукти набагато привабливіші як інгредієнти для використання в подальшому виробництві. Ринок зневоднених харчових продуктів важливий в усьому світі та має стійку тенденцію до збільшення. Наприклад, ринок сухих овочів, швидкоприготовлюваних супів і морських водоростей в Японії у 1998 р. оцінювався 7,8 млн. дол. [4], у Європі ринок зневоднених продуктів у 1999 р. оцінювався в 260 млн. дол. [6]. Світове виробництво родзинок становить 600 тис. т, у тому числі в Сполучених Штатах Америки — 300 тис. т, у Туреччині — 190 тис. т. [5].

Багато поширених способів сушіння, включаючи конвективний, вакуумний і сублимаційний, мають високі енергетичні характеристики у період падаючої швидкості

сушіння. Застосування мікрохвильового оброблення на стадії досушування дає значно поліпшити енергетичні показники сушильних установок. Переваги мікрохвильового сушіння порівняно з іншими способами: значно більша швидкість процесу; однорідне нагрівання матеріалу по всьому об'єму з меншими температурними градієнтами; ефективність енергетичного перетворення; краще і гнучкіше керування процесом; потреба в меншій площі сушіння; можливість селективного нагрівання; поліпшення якості готової продукції; можливість впливу на фізичні й хімічні зміни.

Лабораторні дослідження показують неоднорідність розподілу мікрохвильового поля на відміну від теоретичних засад, що призводить до нерівномірного розподілу температури в матеріалі [7]. Тривалий вплив мікрохвильової дії призводить до збільшення температури у місцях з вищою концентрацією сухих речовин і внаслідок перегрівання та обуглювання. Для подолання цієї проблеми можна використовувати комбіноване сушіння, тобто застосовувати мікрохвильове випромінювання з іншими способами.

Однією з найвдаліших комбінацій є використання мікрохвильово-конвективного сушіння. В результаті чого повітряним потоком видаляється волога швидше, випарена під дією мікрохвильового випромінювання, що значно інтенсифікує процес сушіння. Мікрохвильова складова дає змогу уникнути в процесі сушіння ущільнення і розтріскування продукту, не допустити місцевого перегрівання. В результаті мікрохвильово-конвективного сушіння готовий продукт набуває однорідну структуру та вищу якість.

З іншого боку, мікрохвильово-конвективного сушіння має вищі капітальні та експлуатаційні витрати порівняно з конвективним способом, але дає можливість отримати продукцію з нижчим вмістом води [2]. З енергетичної точки зору, використання мікрохвильово-конвективного сушіння доцільне у двох основних режимах: *посилення* — коли вміст води в сушильному агенті досягає своєї критичної точки і фронт випарювання починає переміщуватись у гаряче повітря; *досушування* — коли вміст води в матеріалі настільки низький, що конвективне сушіння неефективне. Третій можливий режим мікрохвильово-конвективного сушіння полягає у використанні мікрохвильового поля для підігрівання матеріалу перед сушінням.

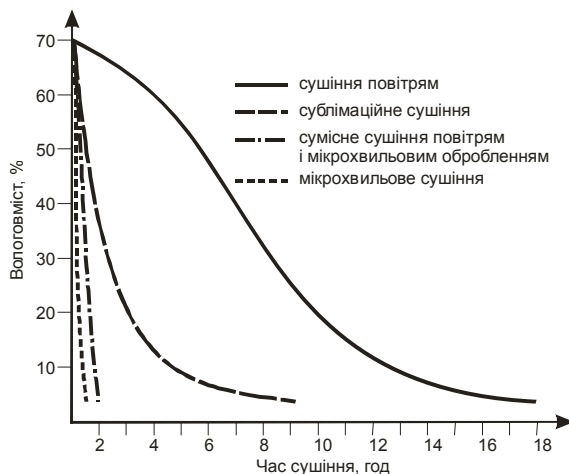


Рис. Принциповий графік залежності зміни вологовмісту харчових продуктів під час сушіння мікрохвильовим і конвективним способами у різних комбінаціях

ЛІТЕРАТУРА

1. Шутюк В, Турчин В., Василів В. Вплив способів і технологій сушіння на споживчі якості сушених харчових продуктів// Матеріали XVI наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя. 2012. — Тернопіль. — 2012. С. 47.
2. *Advanced drying technologies/* Authors, Tadeusz Kudra, Arun S. Mujumdar/ 2009 CRC Press Taylor & Francis Group, 446.
3. *Drouzas A.E., Schubert, H.* Microwave application in vacuum drying of fruits// *Journal of Food Engineering.* — 1996. — 28. — 203 – 209.
4. *Duan X., Zhang M., Mujumdar A.S., Wang R.* Trends in microwave-assisted freeze drying of foods// *Drying Technology.* — 2010. — 28. — 1 – 10.
5. FAS Online. World raisin situation and outlook. Available at: <http://www.fas.usda.gov/hdp/circular/2000/00-07/raisin.htm> (2002).
6. Japan Statistics Bureau. Japan Statistical Yearbook; Management and Coordination Agency, Government of Japan: Tokyo, Japan, 2000.
7. *Roussy G., Abderrahim B., Thiebaut J.-M.* Temperature runaway of microwave irradiated materials// *Journal of Applied Physics.* — 1987. — 62 (4). — 1167 – 1170.

Науковий керівник: В.В. Шутюк

12. ВИРОБНИЦТВО ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ФЕРМЕНТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЛІКАРСЬКОЇ СИРОВИНИ

О.А. Лесечко, О.В. Бендерська, О.О.Сахаренко
Національний університет харчових технологій

Відомо, що один із найвагоміших засобів збереження здоров'я — це здорове харчування. Із часів Гіппократа відомо, що деякі продукти мають властивість попереджувати і зцілювати хвороби. Однак із певних причин ця мудрість залишилася одним із найбільших таємних секретів в історії людства, і лише останні роки ці знання знову починають служити людям, набуваючи відповідного розуміння і поваги.

Не дивлячись на зростаючу кількість документальних медичних підтверджень про те, що наша їжа може як спричиняти, так і зцілювати захворювання, освіченість в питаннях правильного харчування залишає бажати кращого — вона далеко відстає від відкриттів двадцятого сторіччя в цьому питанні. Продукти харчування повинні не тільки забезпечити організм людини необхідними йому макро- і мікронутрієнтами і енергією, але і широким набором фізіологічних функціональних інгредієнтів, забезпечуючи здоров'я і профілактику захворювань. Все це привело не тільки до розширення асортименту продуктів харчування, але й появи функціональних продуктів, продуктів дитячого харчування, у тому числі й довготривалого зберігання та ін. [1,2].

Створення продуктів нового покоління неможливо без використання харчових і біологічно активних добавок і технологічно допоміжних засобів. Вони покликані забезпечити сучасні технологічні рішення, отримати продукти потрібного складу та властивостей, структури, смаку та запаху, необхідних термінів зберігання. Концептуальні аспекти науково-технічної політики в галузі здорового харчування мають враховувати загальну демографічну та екологічну ситуацію в Україні, що оцінюється як кризова, і застосування принципів збалансованого харчування.

В технологіях «здорової» їжі велика увага надається вуглеводмісним продуктам, у першу чергу тим, що містять молочнокислі бактерії. Серед консервованих продуктів це — продукти виготовлені біохімічними способами, застосовуючи квасіння, соління й мочіння. Часто їх ще називають ферментованими продуктами. Основною сировиною для виробництва таких продуктів є плоди і овочі, а консервуючу дію забезпечує молочна кислота, яка утворилась у процесі молочнокислого бродіння. В технології їх отримання відсутні теплові процеси, що має свій позитивний вплив на хімічний склад готового продукту, який проявляється у максимальному (90 – 95 %) збереженні вітамінів, біологічно активних речовин та власної ферментної системи. Тому найбільшою відмінністю цієї групи є те, що їх можна вважати «живими» продуктами [1,2].

Мета роботи — розроблення асортименту ферментованих продуктів, збагачених біологічно активними речовинами лікарських трав.

Об'єктом досліджень були технології виробництва ферментованих продуктів, а предметом досліджень — способи ферментації капусти, яблук і топінамбуру з використанням лікарської сирини. Матеріалами досліджень були капуста, яблука, бульби топінамбуру та ряд лікарських рослин.

Оскільки, харчову цінність та профілактичні властивості такої продукції можна покращити внесенням біологічно активних речовин лікарської сирини, в експериментальній роботі було широко апробовано нетрадиційну для консервної галузі сировину. У тому числі було перевірено дію більше 30-ти найменувань лікарських трав, типових для України, які не тільки потенційно можуть стабілізувати якість продукції при зберіганні, а й надавати їй специфічних властивостей. Лікувальний чи профілактичний ефект від вживання такої продукції посилювали шляхом внесення спеціальних композицій мінеральних речовин та лікарських рослин [3].

У результаті отримано нові продукти, які оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Підібрано оптимальну кількість лікарської сирини та режими ферментації. Доведено доцільність використання в розроблених технологіях айру, глоду, бузини, березових бруньок, липи, меліси, ромашки лікарської, чабрецю, та кореню солодки голої.

ЛІТЕРАТУРА

1. Киселева Т.Ф., Помозова В.А., Гореньков Э.С. Технология консервирования: Учебное пособие. СПб.:Пр.науки, 2011. — 416 с.

2. *Товароведение* и переработка лекарственно—технического растительного сырья в БАД: Учебное пособие / Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарская, В.В. Яницкий, Сати Ясин Ахмед Аль Далаин; Харьк. гос. ун-т питания и торговли; Госуд. департамент продовольствия Минагропром Укр. — Харьков; Киев, 2003. — 306 с.

3. Макаров, В.Г. Изучение механизма антиоксидантного действия витаминов и флавоноидов / В.Г. Макаров, М.Н. Макарова, А.И. Селезнева // Вопросы питания, 2005. — № 1. — 10 – 13.

Науковий керівник: Г.М. Бандуренко

13. ЗАСТОСУВАННЯ СОЛЕЗАМІННИКІВ У ВИРОБНИЦТВІ ОВОЧЕВОЇ ТА ГРИБНОЇ МАРИНОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ

А.В. Дворник, Д.Г. Кравченко

Національний університет харчових технологій

Дієтичні та профілактичні консервовані продукти відіграють значну роль у харчуванні певних верств населення. Разом з високою харчовою цінністю, добрим

засвоюванням, вони повинні забезпечувати певний лікувальний ефект, сприяти мобілізації захисних сил організму і запобігати загостренню хвороби. Часто при виготовленні таких продуктів виникає необхідність заміни небажаних компонентів іншими.

Як відомо — сіль є найголовнішим компонентом при виробництві більшості овочевої продукції. На вигляд сіль являє собою кристалічний сипкий продукт білого кольору. Сіль розрізняють чотирьох гатунків: екстра, вищого, першого та другого. Сіль завжди була та залишається частиною нашого харчування, але при цьому її надлишок може зашкодити здоров'ю. Вона на 39 % складається з натрію й на 61 % — із хлору. Відмова від солі сприяє схудненню, тому що натрій затримує в тканинах воду. Тільки уявіть собі, скільки зайвої ваги утвориться з вини солі, якщо один її грам не дозволяє 100 грамам води покинути організм. При цьому в день людина споживає до 8 грамів солі. Але, з іншого боку, натрій дуже важливий для нормального травлення й підтримки кислотно-лужної рівноваги в організмі. Хлор необхідний для утворення шлункового соку. Таким чином, зовсім відмовлятися від солі шкідливо [1, 2].

Скорочувати кількість натрію, можна, замінивши кухонну сіль іншими солезамінниками, наприклад на «профілактичну» або «універсальну». В «профілактичній» солі натрію на 30 % менше, ніж у звичайній. Крім того, у ній утримуються калій і магній, властивості яких прямо протилежні властивостям натрію. «Універсальна» сіль крім калію й магнію містить ще йод — мікроелемент, що забезпечує нормальну роботу щитовидної залози. Особливо корисна вона при виразковій хворобі, остеохондрозі, цукровому діабеті, гіпертонії, захворюваннях нирок.

У світовій практиці розроблені науково обґрунтовані рецептури харчових солей, в яких частково або повністю виключені іони натрію і замінені іонами калію, кальцію, а також органічними кислотами або їх солями. Так, замість кухонної солі можна використовувати сонасол, який має солоний смак, але бідний на натрій. До його складу входять солі кальцію, магнію, глютамінової кислоти і хлориду амонію. Але проблема полягає в тому, що більшість хлоридів, які рекомендуються для заміни хлориду натрію, надають продукту неприємний смак і запах, тому використання різних соляних сумішей повинно бути обґрунтоване відповідними технологічними дослідженнями та органолептичною оцінкою. [1, 3]

До складу плодів і овочів входить багато елементів у вигляді мінеральних солей, які необхідні для організму, у тому числі натрій. Оскільки вміст натрію в овочах невеликий, при виготовленні овочевих консервів його вводять у заливку у вигляді кухонної солі. Але при ряді захворювань є необхідність в обмеженні кількості солі. Особливо це потрібно у разі присутності в продуктах органічних кислот, наприклад оцтової в рецептурах маринованої продукції.

Сучасний ринок овочевих маринадів залишає споживачу бажати кращого. Не зважаючи на високий вміст оцтової кислоти та солі, маринади є бажаним продуктом у харчуванні багатьох людей. Їх смакові якості та широкий асортимент забезпечують великий попит споживача, але сучасні маринади не можуть бути в щоденному раціоні харчування школярів та людей з різноманітними загостреннями травної системи.

Метою роботи було розширення асортименту слабокислих маринадів із застосуванням заміників оцтової кислоти та солі.

Об'єктом дослідження була технологія овочевих маринадів, предметом дослідження — процес маринування корнішонів та грибів із застосуванням заміників солі та кислоти.

У процесі проведення досліджень підібрано основну та допоміжну сировину, яка б була сумісною між собою за органолептичними показниками. Переверіено та уточнено вплив різних технологічних режимів на якість готового продукту. Виготовлено дослідні зразки нових видів маринованих овочів із застосуванням рідкого диму, переверіено зміну якісних показників у процесі їх зберігання. Розраховано собівартість нових видів продукції, яка не перевищує собівартість традиційних.

У результаті виконаної роботи було розроблено технологічні рекомендації щодо удосконалення технології маринадів із застосуванням лимонної кислоти та хлориду калію.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Сирохман І.В.* Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. посібник. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с.

2. *Нечаев, А.П.* Пищевые добавки / А.П. Нечаев, К.А. Кочеткова, А.Н. Зайцев. — М.: Колос, 2001. — 256 с.

3. *Товароведение и переработка лекарственно-технического растительного сырья в БАД: Учебное пособие / Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарская, В.В. Яницкий, Сати Ясин Ахмед Аль Далаин; Харьк. гос. ун-т питания и торговли; Госуд. департамент продовольствия Минагропром Укр.* — Харьков; Киев, 2003. — 306 с.

Науковий керівник: Г.М. Бандуренко

14. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЯБЛУЧНО-СЛИВОВОГО ЩОРЕ В ПРИСУТНОСТІ ПОЛІСАХАРИДУ ГУАР

М. Юсенко

Національний університет харчових технологій

Вирішенням проблеми продовольчого забезпечення населення було і залишається імперативом в економічній політиці будь-якої країни. З огляду на погіршення навколишнього середовища та здоров'я нації, особливу увагу на сьогоднішній ден слід приділити здоровому харчуванні. У досягненні продовольчої безпеки щоразу більша роль відводиться плодам, ягодам і продуктам їх промислової переробки.

Флодоовочевий комплекс покликаний забезпечувати потреби вітчизняного ринку в конкурентоспроможній продукції та її експорт в економічно доцільній структурі та обсягах. Одним з відкритих питань лишаються новітні технології переробки плодової та овочевої сировини, які неможливі без використання широкого спектру харчових добавок як штучного, так і натурального походження.

З огляду організації екологічно чистого та безпечного харчування людини, здобутків лікувального харчування, зокрема дитячого, значення плодів і ягід як цінних продуктів невпинно зростає.

Оскільки плоди і овочі забезпечують потребу вітчизняного ринку дитячого харчування в конкурентній продукції та її експорт, постає питання широкого використання харчових добавок природного походження для надання продукції бажаного вигляду, консистенції, текстури.

Одним із важливих питань в харчуванні є пошук нових технологій та розширення асортименту продукції. Зокрема, нами розглянуті широкий спектр харчових згущувачів та стабілізаторів, без яких неможливе розроблення та впровадження нових технологій.

Пошук нових природних заміників хімічним консервантам на сьогоднішній ден залишається відкритим.

Для покращення консистенції і желуючої властивості використовують згущувачі. Одним із видів безпечних згущувачів є природні поліцукриди.

Поліцукриди широко застосовуються в харчовій промисловості, зокрема, як харчові добавки. Поліцукриди тваринного і рослинного походження (желатин, гуар, глей рожкового дерева, карагінан, пектин) знайшли застосування як стабілізатори, гелеутворювачі, згущувачі.

Незважаючи на те, що різні глеї за своєю будовою відносяться до однієї групи хімічних сполук, за природою вони суттєво відрізняються. Властивості глею залежать від ступеня заміщення іонів. При цьому заміщенні форми утворюють м'які гелі, а не заміщенні — тверді і крихкі. Використання їх у харчовій промисловості є перспективним напрямком для наших досліджень.

За структурою і властивостями, які вони проявляють, більшість натуральних харчових стабілізаторів є гідроколоїдами. Вони складаються із дуже великих і об'ємних полімерних макромолекул, завдяки чому проходить їх гідратація й набухання. Здатність до гелеутворення дозволяє значною мірою змінювати реологічні характеристики харчових систем. Завдяки своїм іонообмінним властивостям і комплексоутворювальній здатності більшість натуральних харчових стабілізаторів здатні виводити іони важких металів і радіонуклідів із організму.

Розглянемо більш детально будову — фізико-хімічну структуру поліцукриду гуар. Глей гуар — це поліцукрид із групи галактомананів, в якому від основного ланцюга, що складається із манози, відходять бокові ланки галактози. В'язкість 1%-го розчину гуар досягає 6000 МПа. Гуар добре сумісний з багатьма харчовими компонентами і забезпечує кінцевому продукту довгу слизову структуру. Дуже чутливий до рН середовища, оптимальне рН 4.

Мета нашої роботи — застосування глеїв у технологіях пюре для дитячого харчування. Як матеріал дослідження взяли яблука та сливи.

На кафедрі технології консервування нами були проведені дослідження яблучно — сливового пюре з використанням поліцукриду гуара.

Для проведення експерименту ми брали готове пюре, додавали різну кількість поліцукриду гуару від 0,1 % до 0,7 %, витримували при різних температурах від 30 °С до 60 °С з інтервалом 10 °С і витримували 20 хвилин і досліджували реологічні властивості пюре.

Дослідження показали, що використання гуару для стабілізації яблучно-сливового пюре значно покращило органолептичні та реологічні показники, такі як смак, колір, консистенція, прозорість, підвищився вміст сухих речовин. Нами визначено дози внесення інгредієнтів. Кількість встановленого гуару 0,3 % до маси пюре при температурі 60 °С. Надано практичні рекомендації щодо їх застосування.

Отже, застосування харчових добавок допомагає вирішувати проблеми якості, розширення асортименту продуктів харчування, а також прискорює і полегшує ведення технологічних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бакулина О., Марташов Д. Загустители и структурообразователи — Москва. Группа компаний «Милорада» Ingredients

2. Мельник О.П., Точкова О.В., Манк В.В. Гідроколоїди: властивості і шляхи застосування. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Техногенно-екологічна безпека України. — Ірпінь — 2010 р.

Науковий керівник: О.В. Точкова

15. ОСОБЛИВОСТІ РЕОЛОГІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ЯБЛУЧНО-МОРКВ'ЯНО-СЛИВОВОГО ПЮРЕ

І.О. Гаган

Національний університет харчових технологій

Організація екологічно чистого та безпечного харчування людини, здобутків лікувального харчування, зокрема дитячого, на сьогоднішній день стає все більш актуальною і нагальною потребою у харчуванні людини.

Особливі вимоги постають перед дитячим харчуванням, що не дозволяє використання консервантів і згущувачів штучного походження.

Оскільки плоди і овочі забезпечують потребу вітчизняного ринку дитячого харчування в конкурентній продукції та її експорт, постає питання широкого використання харчових добавок природного походження для надання продукції бажаного вигляду, текстури, збільшення тривалості терміну зберігання, забезпечуючи тим самим її конкурентоспроможність та продаж.

Тому на підставі аналітичного огляду літератури [1], об'єктами для досліджень були обрані гідроколоїди, які можуть істотно впливати на формулювання певних пружно-в'язко-пластичних властивостей та стабілізацію напівфабрикатів (в нашому випадку — це яблучно-морквяно-сливове пюре) полісахаридом ксантаном. Поєднання даних складових у визначених співвідношеннях з іншими рецептурними інгредієнтами сприяє створенню нових структурних властивостей для напівфабрикатів.

Такі полісахариди як камедь рожкового дерева, карігінан, пектин, гуар, знайшли застосування як гелеутворювачі. Деякі добавки отримують шляхом модифікації натуральних продуктів наприклад, карбоксиметилцелюлоза.

Особливі, вибіркові характеристики кожного полісахариду дозволяють застосовувати його в різних харчових продуктах. Наприклад, застосування ксантану дає наповнення «об'єму» в безалкогольних напоях, де зменшений або повністю відсутній вміст цукру [2]. За допомогою цього полісахариду готують нежирні соуси. Його вплив на здоров'я дає задовільні показники. Ксантан не розщеплюється у шлунково-кишковому тракті і проявляє фізіологічну активність, що корисна для людини.

Нашою задачею є більш детальне дослідження консистенції полісахариду ксантану, як згущувача та стабілізатора.

Загущувач за визначенням — це добавка, додавання якої підвищує в'язкість харчового продукту, наближаючи його характеристики до гелю.

Стабілізатор дозволяє зберегти однорідною суміш двох або більше речовин, що не змішуються.

Цими фізико-хімічними властивостями характеризується ксантан, що отримується мікробіологічним шляхом.

Для проведення досліджень ми додавали полісахарид ксантан, що сумісний з неорганічними солями та надає продуктам «маслянисту» структуру, стійкий до екстремальних температур і значень рН, розчинний в гарячій і холодній воді, у розчинах цукру, молоці, сприяє підвищенню в'язкості навіть при незначних концентраціях [2]. Ці характеристики дають змогу широкого застосування ксантану.

Для проведення експерименту були використані яблучно-морквяно-сливове пюре у різних співвідношеннях компонентів, в яке вносили камедь ксантану.

Дослідження проводили при різних температурах від 30 °С до 60 °С з інтервалом 10 °С і концентрацією полісахариду від 0,1 % до 0,3 % до маси пюре (концентрацію визначали аналітичним методом, базуючись на встановлених даних [3]), витримували 20 хвилин і визначали залежність напруги зсуву від колової швидкості, що характеризує в'язко-пластичну текстуру пюре.

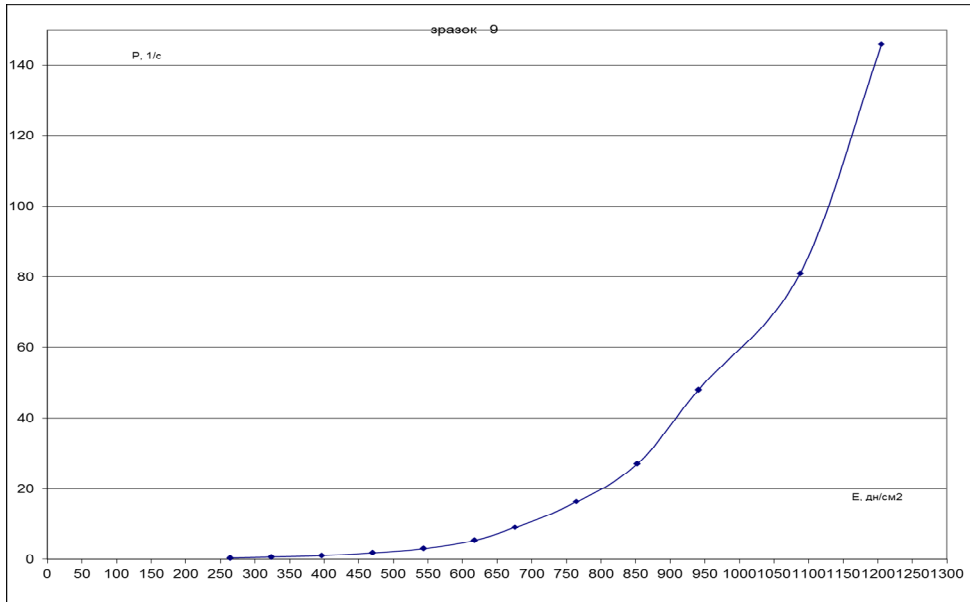


Рис. Залежність напруги зсуву від колової швидкості в яблучно-морквяно-сливовому пюре

На рис. наведена залежність напруги зсуву від колової швидкості. У результаті проведених розрахунків, зокрема ефективної в'язкості у різних діапазонах напруженості яблучно-морквяно-сливовому пюре, була визначена кількість полісахариду ксантану за даної концентрації та температури, при якій досягалась найвища в'язкість і текстура пюре у порівнянні з контрольним зразком. Встановлено, що ця кількість складає 0,3 % ксантану до маси пюре при температурі 60 °С, що свідчить не лише про задовільні фізико-хімічні властивості, але і про високі органолептичні показники, що рекомендується до вживання у дитячому харчуванні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бакулина О., Марташов Д. Загустители и структурообразователи — Москва. Группа компаний «Милорада» Ingradient
2. Мельник О.П., Точкова О.В., Манк В.В. Гідроколоїди: властивості і шляхи застосування. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Техногенно-екологічна безпека України. — Ірпінь — 2010 р.
3. Точкова О.В, Манк В.В., Мельник О.П. Особливості капілярного перенесення вологи у дисперсних системах. XXIII научная конференция стран СНГ. — Одесса — 2008 г.

Наукові керівники: О.В. Точкова, О.С. Бессараб, В.В. Манк

16. ТЕНДЕНЦІЇ НА РИНКУ ТРАДИЦІЙНОЇ УПАКОВКИ ДЛЯ КОНСЕРВІВ

О.С. Черноштан, О.В. Кузьменко

Національний університет харчових технологій

Пакувальна індустрія — вторинна по відношенню до виробників консервованої продукції і залежить як від рівня попиту з боку основних замовників тари і упаковки, так і від цін на матеріали і устаткування. Як підкреслюють фахівці компанії «Консалтинг-центр» «КРОК» (Росія, м. Москва), зростання ринку упаковки визначається зростанням обслуговуваних галузей. Швидкий підйом споживчого ринку (20 % в рік) збільшив попит на упаковку як з боку виробників і логістів, так і з боку роздрібних мереж. Для них упаковка стала частиною іміджу, реклами і стандарту обслуговування. Основну долю займає сегмент харчової упаковки, який складає 70 – 75 %: знижується кількість нефасованих виробів, росте доля великих продуктових мереж, підвищується попит на нові види упаковки тривалого зберігання.

Нині харчова промисловість є найбільшим споживачем упаковки. Щорічне зростання світового харчопрому складає 4,6 %, і світовий ринок пакувальної продукції з 2009 р. щорічно становитиме понад \$556 млрд. Світовий ринок упаковки для харчових продуктів в цілому регулюється двома основними чинниками: безпекою і економічністю. Причому ключова цінність для кожного регіонального ринку визначається в першу чергу рівнем добробуту. Чим вище рівень життя в окремій країні, тим важливіша безпека і вище доля скляної упаковки, чим нижче рівень життя, тим більше долі полімерної упаковки.

Упродовж тридцяти п'яти років скло служить людині, продовжуючи і сьогодні утримувати ринкові позиції у боротьбі з сучасними матеріалами. І якщо європейський ринок склотари щорічно росте на 3 – 5 %, то український демонструє заavidні темпи в 15 – 20 %. Правда, обмовимося відразу: таку динаміку забезпечує попит на ринку алкогольної продукції. Що ж до сегменту широкогорлої скляної тари. Ринок консервної склотари можна розділити на три підсегменти: «преміум», середній і дешевий. У сегменті «преміум» працює тільки одно підприємство: «Консюмерс-Скло-зоря» — завод, якому немає рівних по технологіях не лише в Україні, але і в СНД. Проте основна його спрямованість — пляшки, банки для консервування займають невелику долю виробництва, а в цілому по Україні цей показник взагалі мізерний. Дешевий сегмент представлений двома виробниками: Рогачинським і Артемівським склотарними заводами. Якість їх продукції досить низька, ціна, відповідно, теж. У цих підприємств все ще велика частка у виробництві доводиться на банки з горлом СКО. Сьогодні в таку тару пакується продукція дрібних регіональних консервних заводів із старим устаткуванням і дуже дешевою продукцією.

Заводи, які працюють в середньому ціновому сегменті, в порядку займаних на ринку позицій розташовані таким чином: Київський, Бучанський, Херсонський, Песківський та Житомирський склотарні заводи. Тара цього сегменту досить якісна і має відповідну ціну.

Серед закупорювальних засобів для консервованої продукції кришка СКО є безперечним лідером в домашній консервації. На другому місці — попит з боку промислової консервації, представники якої працюють в низькому ціновому

сегменті і на старому устаткуванні. Далі — масложирова продукція і соки. Причому і без того невелике споживання СКО двома останніми галузями постійно скорочується за рахунок відмови виробників від скляної тари.

Першою фірмою по промислового виробництву спеціальних вакуумних кришок і закупорювального устаткування стала американська White Cap Company. І ось вже український споживач віддає перевагу зручному закупорюванню, що дозволяє не замислюватися про наявність в кишені консервного ножа. По-перше, система twist-off дозволяє контролювати якість закупореної продукції, у тому числі за допомогою спеціального контрольного клапана. Чотиришарове покриття металевих кришок дозволяє надійно оберезти як зовнішню їх частину (спеціальними захисними лаками), так і внутрішню, а використання спеціальних паст(компаундів) ущільнювачів дозволяє закупорювати саму різну продукцію у будь-яких температурних режимах. Застосування паровакуумної технології значно підвищує якість продукту. По-друге, продукція виглядає набагато презентабельно, оскільки практично необмежені можливості за колірною гамою кришок аж до повнокольорової літографії з логотипом виробника або торгової марки. І, по-третє, важливу роль грає зручність для споживача.

Традиційна кришка СКО має тільки два типорозміри (СКО 58 і СКО 82), тоді як кришки twist-off — близько десяти, що дозволяє застосовувати різні скло-банки, в т. ч. і ексклюзивні, і «брендові», такі, що виготовляються під замовлення. У свою чергу це дає можливість захистити продукцію від підробок, зробити її «пізнаваною».

Сучасна промисловість пропонує виробникові консервованої продукції широкий асортимент кришок «твіст-офф», доля яких переважає 50 % у консервній промисловості. При виборі цього виду закупорювання важливі наступні основні характеристики: діаметр кришки, висота профілю, наявність (чи відсутність) на поверхні спеціального профільного виступу safety button. Конструкція safety button дозволяє споживачеві відстежувати перше розкриття банки, зроблене після промислового закупорювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. <http://packaging.kiev.ua/rus/content/magazine/article/?id=68>
2. http://tovaroveded.ru/upakovka-i-khranenie-pishchevykh-produktov/245-ukuporochnye_sredstva.html

Науковий керівник: С.Й. Крижановський

17. ВПЛИВ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА НУТРИЄНТНІ І МІКРОБІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛОДІВ ТА ОВОЧІВ

Т.М. Жарук

Національний університет харчових технологій

Заморожування — це метод консервування харчових продуктів, що потенційно забезпечує високий ступінь їх безпечності для здоров'я, харчову цінність, органолептичні властивості і зручність вживання. Основною задачею заморожування є зниження температури харчових продуктів з метою попередження або мінімізації мікробіологічних та хімічних змін. Тим не менш, як показав

проведений нами огляд літературних джерел, заморожування продуктів викликає їх складні фізичні і хімічні зміни. При зниженні температури нижче 0 °C вода в харчових продуктах починає перетворюватись на лід, в результаті чого підвищується концентрація розчинних речовин в залишковій рідкій фазі, що призводить до зниження точки замерзання. В залежності від фізичної структури і хімічного стану натуральні харчові продукти в замороженому стані можуть містити до 8 % рідкої фази. Ця рідка фаза містить складну суміш клітинних метаболітів у високій концентрації. Більше того, кристали льоду, що формуються в нативних харчових структурах, можуть руйнувати міжклітинні і внутрішньоклітинні стінки і мембрани з визволенням раніше розділених субстратів і ферментів. Тому, не дивлячись на те, що витримування харчових продуктів за від'ємних температур знижує швидкість реакцій, що негативно впливають на безпечність продукту, його якість і нутрієнтні властивості, зміна концентрації субстрату і доступність ферментів може, навпаки, збільшувати швидкість таких реакцій.

Фізичні і хімічні зміни, що відбуваються в заморожених харчових продуктах, особливо в овочах, потребують для забезпечення стабільності їх властивостей протягом терміну зберігання застосування перед заморожуванням особливої теплової обробки — бланшування (нагрівання при 95 – 100 °C протягом 3 – 10 хвилин в залежності від типу і розміру сировини), направленої в основному на інактивацію ферментів з метою збереження харчової цінності продуктів. Насамперед це стосується нутрієнтів чутливих до ферментативного окиснення. В якості індикатора потенційної втрати нутрієнтів найчастіше використовується аскорбінова кислота (внаслідок її гарної розчинності, чутливості до нагрівання і простоти аналізу її вмісту). Зазвичай втрати аскорбінової кислоти в овочах при бланшуванні складають від 5 до 40 %. Загалом, як показують літературні джерела, втрати нутрієнтів будуть мінімальними, якщо рослинна тканина не має механічних пошкоджень, а вибрані умови (температура і тривалість бланшування, а також співвідношення «продукт-вода») забезпечують достатню денатурацію ферментів, що викликають окиснене псування. Якщо овочі і фрукти правильно бланшувати і зберігати в традиційних для морозильних камер температурних умовах без надмірних температурних коливань, то вміст потенційно лабільних нутрієнтів буде залишатись на достатньому з точки зору харчової цінності рівні не менше 12 – 18 місяців зберігання.

Бланшування плодів і овочів перед заморожуванням впливає також на їхню мікробіологічну якість, оскільки здійснює інактивацію вегетативних клітин, а саме, патогенних бактерій. До типових мікроорганізмів плодів відносяться ті, які присутні в плодово-ягідній сировині під час збирання врожаю або мікроорганізми, що вносяться зовні під час виконання подальших операцій. Овочі зазвичай обнасені різноманітними ґрунтовими мікроорганізмами. Основна група мікроорганізмів, що асоціюється з замороженими овочами, це молочнокислі бактерії, які не піддаються впливу заморожування, холодильного зберігання і розморожування. Те саме стосується і бактеріальних спор. Тим не менш заморожені овочі не є продуктами високого ризику і рідко бувають причиною харчових отруєнь, оскільки патогенні організми не здатні швидко розмножуватись при температурах заморожування, а перед вживанням такі овочі піддають термічній обробці. Найчисленнішими мікроорганізмами заморожених

плодів — є плісняві та дріжджові гриби, що добре переносять низькі значення рН і присутність органічних кислот. Присутні бактерії, а саме інфекційні патогени, гинуть порівняно швидко. Епідеміологічні дослідження спалахів харчових отруєнь свідчать про те, що в заморожених плодах можуть виживати віруси. Для плодів, які не бланшують перед заморожуванням розроблені різноманітні препарати для миття і знезараження.

Як видно з проаналізованих нами літературних джерел, заморожування і холодильне зберігання не може повністю знищити всі мікроорганізми харчових продуктів. Тим не менш деякі з них, а саме, найпростіші, багатоклітинні паразити і менш холодостійкі бактерії інактивувати легше і їх чисельність може значно знижуватись. Використання методів швидкого заморожування і повільного розморожування плодів і овочів підсилює нищівний вплив на бактерії.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Замороженные пищевые продукты: производство и реализация* / Дж.А. Эванс (ред.-соч.). — Пер. с англ. — СПб.: Профессия, 2010. — 440 с.
2. *Archer D.L. Freezing: an underutilized food safety technology? // Inter. J. of Food Microbiology. 2004. 90(2). P. 127 – 138.*
2. *Barrett D.M. Quality indicators in blanched, frozen, stored vegetables // Food Technology. 1995. January. P. 62 – 65.*

Наукові керівники: О.М.Деменюк, В.В.Шутюк

18. ВИКОРИСТАННЯ МАЛЬТОДЕКСТРИНІВ У ТЕХНОЛОГІЯХ ФРУКТОВИХ ТА ОВОЧЕВИХ СОУСІВ

І.С. Буряк, Ю.О. Гончар

Національний університет харчових технологій

Фруктові та овочеві соуси — поширені продукти, що відрізняються широким асортиментом та підвищеним попитом споживачів. Це пояснюється рядом причин, але перш за все тим, що мета вживання соусів — зробити їжу привабливою та надати їй пікантного неповторного присмаку. У нашій країні традиційно склалась популярність саме на томатні соуси, але, останнім часом, асортимент соусів вийшов за межі суто томатних і охопив широкий спектр плодоовочевої сировини. Все більшої популярності в Європі та нашій країні набувають фруктові соуси, які вживають з млинцями, пудингами, морозивом та фруктовими десертами.

Фруктові соуси готують на основі протертої фруктової маси, увареної з цукром, а овочеві — відповідно з протертої овочевої. Для виробництва соусів використовують свіжу сировину з інтенсивно забарвленою м'якоттю і добре вираженим ароматом. Смакові якості соусу залежать від співвідношення між цукром і кислотою. Тому кращі за якістю соуси виробляють з плодів, які містять 0,4 – 0,6 % кислот. У США для забезпечення оптимального співвідношення вмісту цукрів і кислот та одержання однорідного за якістю продукту яблука різних помологічних сортів перед переробкою на соус змішують у певних пропорціях [1, 2].

Технологія соусів має ряд своїх особливостей, так як готова продукція повинна мати не тільки відмінний смак і аромат, а й певну текучість. Необхідну консистенцію надає соусам наявність пектинових речовин, що містяться у сировині. Якщо ж їх недостатньо, то в сучасних технологіях використовують інші згущувачі, що здатні забезпечити необхідні реологічні показники готового продукту. Так, за кордоном широко використовують мальтодекстрини — проміжні продукти між модифікованими крохмаллями та крохмальною патокою з низьким вмістом редуруючих речовин (2 – 20 %), отримані внаслідок гідролізу крохмалю. Вони не мають смаку та запаху і використовуються як згущувачі, наповнювачі та формуючі агенти, заміники жиру у низькокалорійних продуктах.

Мальтодекстрини містять полісахариди крохмалю середньої молекулярної маси, включаючи невелику кількість коротких амілозоподібних молекул з прямим ланцюгом, які мають тенденцію асоціювати у водній емульсії, формуючи драгли. Проте молекулярні ланцюги надто короткі, щоб сформувані незворотні драгли, як це відбувається у крохмальних молекул великої молекулярної маси. Мальтодекстрини відрізняються від традиційного крохмалю ступенем гідрофільності, здатністю до клейстеризації та драглеутворення, умовами розчинення, завдяки чому при використанні у якості стабілізаторів забезпечують кращий технологічний ефект. Мальтодекстрини мають гарну здатність до розчинення у соках. Використання мальтодекстрину у виробництві ряду продуктів дозволяє замінити традиційні дорогі стабілізатори та покращити якість продукції. В'язкість та текучість модельних розчинів мальтодекстринів менші порівняно з розчинами нативного крохмалю і майже не залежать від дози мальтодекстрину. Використання мальтодекстрину дозволяє уникнути характерного присмаку крохмалю та отримати продукт ніжної однорідної консистенції, що свідчить про те, що це перспективний вид крохмалеродуктів для харчової та переробної промисловості [3, 4].

Мета роботи полягала у створенні асортименту фруктових та овочевих соусів із застосуванням мальтодекстринів. Об'єктом дослідження була технологія фруктових та овочевих соусів, а предметом дослідження — дослідження та застосування мальтодекстринів у рецептурах фруктових та овочевих соусів. Матеріали досліджень — яблука, сливи, морква, селера, імбир.

В експериментальній частині роботи велика увага приділялась дослідженню модельних розчинів мальтодекстринів, відношення їх до механічного впливу, температури та рН середовища. Встановлено, що мальтодекстрини можна використовувати в якості згущувачів для продуктів, виготовлених на основі плодової та овочевої сировини. У лабораторних умовах було виготовлено зразки фруктових та овочевих соусів з використанням мальтодекстринів, проведено їх дегустаційну оцінку. Встановлено норми витрат сировини, виконано всі необхідні технологічні розрахунки та розраховано вартість рецептур. Якість готового продукту перевіряли безпосередньо після стерилізації (при температурі 100 °С) та охолодження соусів, а також упродовж шести місяців їх зберігання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Киселева Т.Ф., Помозова В.А., Гореньков Э.С. Технология консервирования: Учебное пособие. СПб.:Пр.науки, 2011. — 416 с.

2. *Екотрофологія*. Основи екологічно безпечного харчування. Навчальний посібник / За наук. ред. Т.М.Димань. — К.: лібра, 2006. — 304 с.

3. *Сирохман І.В.* Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч.посібник. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544с.

4. *Нечаев, А.П.* Пищевая химия/ А.П. Нечаев, СЕ. Траубенберг, А.А. Кочеткова. — СПб.: ГИОРД, 2004. — 640 с.

Наукові керівники: Г.М. Бандуренко, О.М. Деменюк

19. ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ІЗ ТОПНАМБУРА ЯК АЛЬТЕРНАТИВА МЕДИЧНИМ ІНУЛІНВІСНИМ ПРЕПАРАТАМ

О.В. Бендерська, Ю.В. Лановенко, Г.М. Петрук
Національний університет харчових технологій

Харчову цінність топінамбура порівнюють із картоплею. Проте на відміну від картоплі технологія вирощування топінамбура значно простіша. Після первинної посадки його потрібно 1 – 2 рази прополоти бур'яни. У подальшому потужна наземна частина рослини унеможливить розвиток поряд інших рослин. Немає потреби проводити підгортання, вести боротьбу з колорадськими жуками.

Збирати врожай цієї культури можна з глибокої осені аж до весни. Для збереження плантації топінамбура достатньо залишити лише підземну частину стовбура рослини (повністю вибрати всі бульби, особливо дрібні, неможливо), тому з другого року культивування на одному місці щільність рослин і врожайність наземної і підземної частин буде зростати. На садових ділянках для вирощування земляної груші можна відвести місця зарослі бур'яном або засмічені сухими трав'янистими відходами.

Бульби земляної груші, як і картоплю, вживають печеними, смаженими, вареними, а також у сирому вигляді в салатах, для приготування пюре. Для профілактики або лікування пародонтозу слід з'їдати кілька бульб рослини в день замість яблук. Висушені й розтерті на порошок бульби можна використовувати для приготування напоїв та як альтернативу інулінвісним медичним препаратам.

Основну цінність для організму людини і тварин мають інулін та інуліди, що містяться в бульбах у кількості 14 – 22 % залежно від сорту і часу збирання, а також їхній основний компонент фруктоза, яка надає бульбам приємного солодкуватого смаку. Крім того, у бульбах міститься до 2,4 % білків, вітамін В₁, каротиноїди (провітамін А), до 18 мг % аскорбінової кислоти, солі кальцію, заліза тощо.

З надходженням в організм людини інулін під впливом ферментів розпадається з утворенням фруктози. Всмоктавшись у кров, вона без участі інсуліну надходить в органи і тканини, в яких є гарним джерелом енергії. Це особливо цінне для лікування цукрового діабету, коли з різних причин глюкоза не надходить із крові у тканини і у клітинах порушується спочатку вуглеводний, а потім пов'язаний з ним жировий і білковий обмін речовин.

Тривале вживання фруктози запобігає атеросклерозу і ожирінню, тому її можна використовувати постійно як лікувально-профілактичний засіб, особливо людям похилого віку, які схильні до ожиріння. Корисно застосовувати топінамбур при багатьох хронічних захворюваннях, а також у відновлювальний період після перенесених захворювань як засіб, що підсилює обмін речовин і процеси репарації (загоєння), для профілактики цукрового діабету.

Хімічний склад топінамбура надзвичайно різноманітний. Його коренеплоди особливо багаті на природний аналог інсуліну — інулін. Саме тому топінамбур рекомендують насамперед хворим на цукровий діабет. Отже, є всі підстави вважати, що людям значно корисніше використовувати продукти із топінамбура, ніж медичні препарати.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Советы по ведению приусадебного хозяйства* / Ф.Я. Попович, Б.К. Гапоненко, Н.М. Коваль и др.; Под ред. Ф.Я. Поповича. — Киев: Урожай, 1985. — 664 с.

Наукові керівники: О.С. Бессараб, В.В. Шутюк, М.М. Жеплінська

20. ОТРИМАННЯ НАСТОЯНКИ З КРОПИВИ ДЛЯ КОНСЕРВІВ ПРОФІЛАКТИЧНО-ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Т.В. Бавровська

Національний університет харчових технологій

Овочеві закусочні консерви є готові страви підвищеного попиту, які з суміші обсмажених в олії і бланшованих овочів і які характеризуються високої харчовою цінністю та добрими смаковими якість. Обідні консерви за складом — це теж багатокомпонентні суміші з обсмажених чи пасированих овочів у тваринному і рослинних жирах з додаванням томатної пасти, солі, цукру й прянощів.

Випуск обідніх консервів і напівфабрикатів значно полегшує працю й різко скорочує час приготування їжі як і домашніх умовах, і у системі комунального харчування, забезпечує ритмічність роботи консервних заводів і підвищує ефективність використання технологічного устаткування.

Закусочні консерви виробляють з овочів, підданих кулінарній обробці (обсмажування, фарширований, тощо). Вони повністю готові в їжу і відрізняються високим вмістом жиру, однак біологічно активні речовини при обжарке в значне руйнуються, але за рахунок додавання жиру підвищується калорійність.

Основною сировиною для закусочних консервів служать баклажани, перець солодкий, кабачки; патисони, томати, жири; допоміжним — морква, пряні до плоди, цибуля, прянощі. Асортимент закусочних консервів різноманітний. Найбільшою популярністю користуються ікра баклажанна і кабачки, перець, баклажани фаршировані; баклажани, різані шматочками.

В своїй роботі нами запропоновано розробку закусочних консервів «Салат з капусти» з додаванням настоянки з кропиви лікарської. Для цього використовували класичну схему виробництва, яка включала в себе такі технологічні операції: ДПЗ, очищення, миття, інспекція та дочистиання, вирізання осердя та миття, шинкування, змішування, фасування, закупорювання, стерилізація та

охолодження, ОГП, складське зберігання. Змішування капусти проводили з додаванням безпосередньо настоянки з кропиви лікарської.

Листки кропиви містять до 269 мг % вітаміну С, каротин і інші каротиноїди (до 50 мг %), вітаміни групи К і В, мурашину, пантотенову та інші органічні кислоти. В листках виявлено до 5 % хлорофілу, більше 2 % дубильних речовин, камедь, протопорфірин, копропорфірин, ситостерин, глікозид уртицин, залізо, фітонциди, кверцетин, кавова, р-кумарова, ферулова кислоти, ацетилхолін, гістамін і 5-гідрокситриптамін. За вмістом білків кропива не поступається перед бобовими рослинами. Тому її застосовують, як харчову рослину в свіжому і квашеному вигляді.

У вигляді сухого екстракту кропива входить до складу препарату «алахол», що використовується при лікуванні гострих і хронічних запалень печінки, жовчних шляхів, при хронічних запорах, при жовчнокам'яній хворобі. Відвар рослини знижує вміст цукру в крові. Препарати кропиви застосовують як кровоспинний засіб і як засіб який посилює скорочувальну діяльність матки і підвищує зсідання крові.

Використовують рідкий екстракт, настій і настоянки з кропиви у фармацевтичній промисловості.

Метою роботи було дослідження можливості збільшення асортименту закусочних консервів за рахунок додавання до рецептури салату з капусти настоянки з кропиви лікарської. Внаслідок проведеної наукової роботи встановлено оптимальні параметри процесу настоювання з кропиви біологічно-активних речовин, а саме температури і тривалості, які становили відповідно 55 °С та 10 хвилин.

Визначено основні біологічно-активні речовини — деякі макро- та мікроелементи, органічні кислоти, що знаходяться в кропиві.

Макроелементи в екстракті кропиви визначали методом полуменевої фотометрії. Спочатку готували настоянки, заливаючи певну кількість наважки водою, щоб повністю покрити подрібнену сировину, при температурах від 30 до 70 °С з інтервалом 10 хвилин. Було відмічено, що кількість калію зростає до 50 °С, а потім дещо зменшується. Кількість калію на три порядки виявилась вищою за кількість кальцію, максимальна кількість якого знаходиться в екстракті при температурі 40 °С. Таким чином, екстрактом з кропиви лікарської можна збагачувати продукти, в яких невелика кількість калію, а він позитивно впливає на серцево-судинну систему організму людини.

Мікроелементи визначали методом атомної абсорбції. Отримані результати підтвердили можливість застосування даного екстракту з кропиви лікарської для використання його до закусочних консервів з капусти, що дозволить використовувати дану продукцію багатством верствам населення з підвищеним вмістом біологічно-активних речовин.

Біологічно-активні речовини лікарських рослин відіграють важливу роль у життєдіяльності організму людини. Вони беруть участь у всіх окислювально-відновних процесах, синтезі ацетилхоліну і гормонів, метаболічних процесах, захищають органи і системи організму від окислювачів, токсикантів, радіонуклідів, а клітинні мембрани від руйнування ендо- та екзотоксинами. Тому їх додавання у вигляді екстракту до основного продукту буде лише підсилювати організм людини.

Наукові керівники: доц. М.М. Жеплінська, проф. О.С. Бессараб

21. ДОДАВАННЯ НАСТОЯНКИ ІЗ БЕЗСМЕРТНИКА ПІЩАНОГО ДО КРУПНО ПОДРІБНЕНИХ КОНСЕРВІВ З МОРКВИ І ЧОРНОСЛИВА

Л.О. Бичок

Національний університет харчових технологій

Одним із напрямів розвитку інноваційної діяльності в Україні є виробництво нової продукції з широким спектром впливу на певні органи та функції організму людини. Використання функціональних інгредієнтів природного походження у такій продукції пов'язано з новим етапом еволюції поглядів суспільства на зв'язок здоров'я людини зі структурою та якістю харчування.

Сучасна науково-технічна інформація свідчить про те, що майже у всіх країнах світу ґрунтовно вивчаються і створюються технології отримання фармакологічної продукції на основі біологічно-активних речовин лікарської сировини, що вбачається перспективним і до використання в харчовій промисловості.

Фруктові та овочеві пюре і соки в Україні виробляють біля десятка підприємств. Найбільші серед них — ВАТ «Одеський консервний завод дитячого харчування», ВАТ «Володимир-Волинський консервний завод», ТОВ «Південний консервний завод дитячого харчування».

Нами запропоновано відшукати оптимальні параметри настоювання на водній витяжці безсмертника піщаного з подальшим внесенням такої настоянки до консервів, що матимуть профілактично-оздоровче призначення.

Клінічна перевірка настоянки і водного екстракту з квіток безсмертника, виявила, що вони мають жовчогінну дію, змінюють хімічний склад жовчі, регулюють діяльність шлунково-кишкового тракту.

Безсмертник володіє властивістю збільшувати жовчовиділення, розріджувати жовч, зменшує концентрацію жовчних кислот і вміст білірубину в жовчі, він змінює коефіцієнт холестерин / жовчні кислоти в бік збільшення холато, посилює тонус жовчного міхура, стимулює секреторну функцію шлунка і підшлункової залози, підвищує діурез. Малотоксичний, володіє кумулятивними властивостями.

У сучасній медицині суцвіття безсмертника застосовуються при холециститах, гепатитах, холангітах, як жовчогінний засіб. У хворих зменшується нудота, відчуття болю в ділянці печінки, метеоризм, припиняється блювота, зникає субіктеричності забарвлення склер і шкірних покривів, розміри печінки зменшуються. Застосовується безсмертник у вигляді настою, відвару, екстракту. З рослини отриманий антибіотик «аренарін».

Квітки безсмертника — старовинний засіб народної медицини, що застосовувалися при захворюваннях печінки, шлунково-кишкового тракту та нирок. Дослідження підтвердили жовчогінну дію. Крім того, встановлено, що вони посилюють секрецію шлунка та підшлункової залози. Квіткові кошики безсмертника використовуються як регулюючий жовчоутворення і жовчовиділення, стимулюючий секреторну функцію шлунка і підшлункової залози. Застосовується при гіпертонічній хворобі, атеросклерозі і захворюваннях печінки і жовчних шляхів.

Для дослідження оптимальних параметрів настоювання біологічно-активних речовин з безсмертника піщаного процес здійснювали при температурах від 20 до 70 °С протягом 5 – 15 хвилин. Результати досліджень

показали, що максимальний вміст сухих речовин отримується при 65 °С при настоюванні протягом 15 хвилин.

Крім цього було визначено вміст калію та кальцію в настоянці при різних температурах. Дослідження здійснювали методом полуменевої фотометрії і результати показали, що вміст калію є вищим, ніж вміст кальцію. Максимальна ж кількість калію містилася в настоянці при температурі 50 °С протягом 15 хвилин. Вища температура призводила до зменшення кількості калію, що, на нашу думку, пов'язано з переходом цієї речовини в комплекси і вивільнення таким чином з настоянки. Температурна зміна настоювання для кальцію не відіграла практично ніякої ролі і його кількість майже не змінювалась в ході підвищення температури.

Розроблено рецептуру крупно подрібнених консервів «Морква з чорносливом» з додаванням настоянки з безсмертника піщаного, що покращує їх органолептичні та біологічні властивості. Такий готовий продукт може бути джерелом щоденного поповнення організму людини комплексом біологічно-активних речовин.

Наукові керівники: доц. М.М. Жеплінська, проф. О.С. Бессараб

14

СЕКЦІЯ

**ЕНЕРГО-
І РЕСУРСООЩАДНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

Голова секції — проф. О.О. СЕРЬОГІН
Секретар секції — асист. О.О. ОСЬМАК

Ауд. А-539

1. ГОРІННЯ ВУГЛЕЦЮ І ПРОЦЕС ГАЗИФІКАЦІЇ СУМІШЕЙ ВУГІЛЛЯ І БІОМАСИ

О.О. Осмак

Національний університет харчових технологій

Процес газифікації сумішей вугілля і біомаси складається з надзвичайно різноманітних фізичних і хімічних явищ.

Роль кожного з таких явищ може бути різною в залежності від характеру і умов перебігу процесу спалювання і газифікації в цілому.

Найважливіше при дослідженні таких комплексних процесів зуміти знайти із складних явищ найважливіші елементи від яких залежить перебіг загального процесу, і взаємодія яких дозволяє керувати процесом газифікації.

Досліджуючи основні стадії, які проходить паливна суміш в різних умовах спалювання і газифікації (наприклад сушіння, перегонка летючих, горіння і газифікація коксового залишку) можливо переконатись в тому, що на всіх стадіях базовим є горіння коксового залишку, іншими словами, стадія горіння вуглецю [1, 2].

Від інтенсивності процесу залежить інтенсивність комбінованого спалювання та газифікації в цілому. Це визначає практичну цінність досліджень процесу горіння суміші вугілля і біомаси, оскільки лише на основі механізму горіння вуглецю (коксу) можливо в повній мірі оволодіти технічними процесами спалювання і газифікації твердих паливних сумішей біомаси і вугілля. Тільки після цього стає можливою побудова системи розрахунків процесу газифікації і створення нових, продуктивних технологічних схем використання палива.

Роль горіння вуглецю, в процесі газифікації органічної сировини, має велику вагу тому, що:

– по-перше, твердий вуглець, що міститься в суміші біомаси і вугілля (або коксу), є головною горючою компонентою (енергетичне джерело) всіх сумішей натурального низькоякісного вугілля з біомасою;

– по-друге, стадія горіння коксового залишку має найбільший перебіг часу в порівнянні з усіма послідовними стадіями процесу;

– по-третє, процес горіння коксу має визначальне значення в створенні теплових умов для розвитку інших споріднених стадій, в тому числі для проходження відновлюваних процесів, інтенсивність яких має не меншу вагу при газифікації.

На основі попередніх досліджень основних характеристик паливних сумішей, і результатів їх обробки, в таблиці приведена оцінка деяких типових палив [1].

Оцінка паливних характеристик сумішей біомаси та низькоякісних сортів вугілля

№ п/п	Суміші вугілля (донецький басейн) і біомаси (деревна щепа, лузга соняшника)	Нижча теплотворна здатність, ккал/кг	Коксовий залишок, %	Теплотворна здатність коксового залишку, ккал/кг
1	Марка Б (відсів) + деревна щепа	3730	42	1567
2	Марка Б (відсів) + лузга соняшника	3470	39	1353
3	Марка Д (відсів) + деревна щепа	4120	45	1854
4	Марка Д (відсів) + лузга соняшника	3990	40	1596
5	Марка Г (відсів) + деревна щепа	4350	47	2045

Таблиця має три стовпчики цифр: в першому приведені значення нижчої теплової здатності, віднесеної до горючої маси палива; в другій колонці — вагові долі вуглецю коксового залишку в горючій масі і в третій відносна теплотворна здатність коксового залишку в вигляді долі до загальної теплотворності горючої маси палива.

В цих розрахунках за кількість летючих приймаємо ту кількість, яка виділяється при нагріві палива до 850 °С.

З таблиці видно, що за вміст вуглецю та його теплотворна здатність в коксовому залишку є домінуючою.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Белосельский Б.С., Барышев В.И.* Низкосортные энергетические топлива. Особенности подготовки и сжигания. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 136 с.
2. *Гелетуха Г.Г., Железна Т.А.* Обзор технологий спалювання соломи з метою виробництва тепла, і електроенергії // Екотехнології і ресурсозбереження. — 1998. — № 6, с 3 – 11.
3. *Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.* Курс лекций. Агеев В.А. 2004 г.

Науковий керівник: О.О. Серьогін

2. ГРАНУЛЮВАННЯ ЖОМУ В УМОВАХ СУЧАСНОГО ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

С.О. Галіцький

Національний університет харчових технологій

На сьогоднішній день гранулювання широко використовується у цукровій промисловості. Це пояснюється тим, що процес переробки матеріалу в шматки геометрично правильної, однакової форми і однакової маси — гранули, допомагає створювати додаткові сировинні ресурси з дрібних матеріалів з усередненими властивостями, використання яких малоефективне або важке.

Гранулювання як самостійний процес проводиться з метою одержання напівфабрикатів і готового продукту, виготовлення твердих дозованих форм корму для тварин.

Гранулювання — це сукупність фізичних і фізико-хімічних процесів, що забезпечують формування часток певного спектру розмірів, форми, необхідної структури і фізичних властивостей. Гранула — це циліндр з розмолотої, спресованої деревини або іншої сировини. Вона має від 10 до 30 міліметрів в довжину і від 6 до 10 міліметрів в діаметрі [1,2].

Жом — стружка сахарного буряка, відходи цукрового виробництва. Використовується як корм ВРХ у сушеному(брикети) та свіжому виді. Сухий жом являє собою складний дисперсний матеріал з точки зору зберігання і транспортування. Крім того, що він складний в обробці, сухий жом цукрових буряків ще й досить абразивний і агресивний матеріал.

Сухий жом являється висококонцентрованим кормом для худоби. Вага його зменшена у 12 – 13 разів ніж у свіжого, завдяки чому він більш зручний і транспортабельний.



Рис. 1. Гранульований жом

Основним недоліком свіжого жому як корму є великий вміст в ньому води (93 – 93 %).

З 100 кг сирого жому виходить приблизно 7 кг сухого. Спресований жом фасують у мішки 10,25 та 35 кг.

Склад жому: білки — 8,31, жири — 0,66, клітчатка — 23,05, вода — 7,81, склад вітамінів і мінералів (мг/кг): вітамін В1 (аневрин) — 0,55, вітамін В2 (лактофлавін) — 0,20, пантотенова кислота — 0,21, вітамін В6 (піридоксин) — 0,18, вітамін В8 (ніацин) — 0,26, біотин — 0,001, кальцій — 4,7 г, фосфор — 1,2 г, кормова одиниця — 0,85.

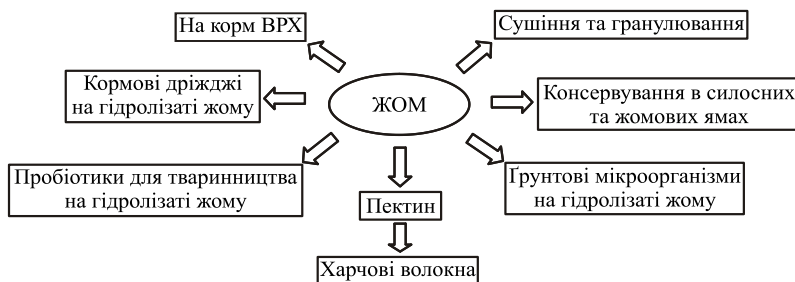


Рис. 2. Схема використання жому

У загальному випадку, гранулювання дозволяє істотно зменшити схильність продукту до злежування, а отже, спростити зберігання, транспортування і дозування; підвищити сипучість при одночасному усуненні запиленості, і тим самим поліпшити умови праці в різноманітних сферах виробництва [3].

Поряд з цим, гранулювання відкриває можливість гомогенізувати суміш відносно фізико-хімічних властивостей; збільшити поверхню теплообміну та масообміну; регулювати структуру гранул і пов'язані з нею властивості. Все це сприяє інтенсифікації процесів, в яких використовуються гранульовані продукти, підвищенню продуктивності праці і культури виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Классен, Н.П.* Основы техники гранулирования [Текст] / Н.П. Классен, И.Г. Гришаев, И.П. Шомин // — М.: Химия, 1982. — 272 с.
2. *Вилесов, Н.Г.* Процессы гранулирования в промышленности [Текст] / Н.Г. Вилесов // Киев: Техника, 1976. — 192 с.
3. *Мурадов, Г.С.* Получение гранулированных удобрений прессованием [Текст] / Г. С. Мурадов, И. П. Шомин // — М.: Химия, 1975. — 208 с.

Науковий керівник: Д.В. Риндюк

3. СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА В УКРАЇНІ

Д.В. Колоша

Національний університет харчових технологій

Інтенсивне використання викопних енергоресурсів, та постійне зростання потреб енергетики призвело до значного порушення рівноваги в світовій екології. А в результаті зменшення світових запасів традиційних джерел енергії. Спостерігається постійне подорожчання енергоресурсів. Враховуючи те що більшу частину енергоресурсів Україна закуповує за кордоном питання енергозбереження та пошуку альтернативних джерел енергії є дуже актуальним в наш час.

Одним з найактуальніших напрямків пошуку альтернативних джерел енергії є виготовлення та використання біопалива. Біопаливо — органічний матеріал: деревина, відходи сільського господарства, спирти, які використовуються для виробництва енергії тощо. Біопаливо є поновлюваним джерелом енергії, на відміну від інших природних ресурсів, таких як нафта, вугілля, ядерне паливо та ін.

Все біопаливо, за своїм агрегатним станом, поділяється на тверде (солома, деревина, лузга соняшника, відходи сільського господарства), рідке (етанол, метанол, біодизель) та газоподібне (біогаз, водень).

Одним з найперспективніших видів біопалива в Україні є — тверде. Але незважаючи на це, в нашій країні розвиток виробництва та використання такого виду біопалив стримується та відстає як від внутрішніх потреб, так і від світової динаміки її розвитку. Тверде біопаливо відіграє істотну роль в енергозабезпеченні промислово розвинених країн: у США його частка становить близько 4 %, у Данії — 6 %, у Канаді — 7 %, в Австрії — 14 %, у Швеції — 16 % загального споживання первинних енергоресурсів, а альтернативні джерела енергії повністю забезпечують потребу в енергії в Австрії — 22,0 %, Швеції і Норвегії — 45 – 55 %. Ці країни, а також Німеччина, передбачають до кінця століття всі потреби в енергії забезпечити за рахунок відновлювальних джерел [1].

За матеріалами Програми ООН, частка відновлюваних джерел енергії в загальносвітовому паливно-енергетичному балансі у 2050 р. може досягти 50 %, а відповідно до прогнозу Світової енергетичної Ради, на кінець поточного століття вона сягне 80 – 90 %.

В Україні економічно доцільний потенціал біомаси оцінюється у 27 млн. т/рік, де основними складовими його є сільськогосподарські відходи та енергетичні культури.

Отже, для того, щоб оцінити стан та перспективи розвитку виробництва твердого біопалива, насамперед варто здійснити порівняльну характеристику видів палива за тепловими параметрами, яка дасть змогу з'ясувати теплоту згорання, зольність, питому вагу, витрати палива для виробництва 1 Гкал теплоти для різних видів палива.

Порівняльна характеристика різних видів палива за тепловими параметрами

Вид палива	Теплота згорання, Гкал/кг	Питома вага, кг/м ³	Зольність, %	Витрати палива для виробництва 1 Гкал теплоти, кг
Природний газ, м ³	8,570	0,712	—	129,7
Вугілля (антрацит)	6,540	1000	10 – 35	180
Торф	2,730	400	10 – 20	431
Деревні брикети	4,040	—	1	291
Деревні пелети (гранули)	4,500	600	1	261
Пресована солома	3,750	120	4 – 7	314

Порівняльна характеристика різних видів палива показує, що пресована солома та деревина характеризуються кращими тепловими параметрами ніж торф, і за своєю суттю близькі до кам'яного вугілля, а за деякими позиціями паливо з біомаси має значно більшу перевагу, ніж вугілля і торф.

Основними видами сировини для виробництва твердого біопалива є соняшникова лузга. Україна має потужності з перероблення 7,9 млн. т соняшника, що становить близько 1,0 млн. т на рік лушпиння.

З урахуванням даних із фактичного виробництва, можна говорити, що на сьогодні використовується лише 20 % від можливостей ринку зі сировини. При цьому виробництва твердого біопалива чітко районовані по місцях перероблення соняшника і прив'язані до олійних виробництв та елеваторів [2].

Таким чином український ринок твердого біопалива виходить на енергетичну біржу. Це дає ще один поштовх до розвитку даної галузі альтернативної енергетики в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Риндюк Д.В. Розробка метода визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів преса-гранулятора / Д.В. Риндюк, Є.В. Штефан // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. — Одеса: 2006. — Вип.28. — Т.2, с.202 – 205.

2. Мурадов Г.С. Получение гранулированных удобрений прессованием / Г.С. Мурадов, И. П. Шомин // — М.: Химия, 1975. — 208 с.

Науковий керівник: Д.В. Риндюк

4. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОМЕТАНОЛУ В ЯКОСТІ ПАЛИВА

Н.О. Аріскін

Національний університет харчових технологій

Швидкі темпи розвитку науки і техніки вимагали якісного палива для забезпечення надійної роботи нових механізмів і машин. На початку розвитку двигунів внутрішнього згорання в якості палива для них використовували саме біопаливо:

чотирихтактний двигун Ніколаса Отто, дизельний двигун Рудольфа Дизеля працював на арахісовому маслі, перші моделі двигунів Генрі Форда працювали на етанолі.

На початку ХХ століття знаходять значні запаси нафти і газу, об'єми добування швидко нарощують, бензин стає широкодоступним і зацікавленість до біопалива зникає. Лише на початку 80-х років США починає активно розвивати біоенергетику. Потреба в біопаливі зростає і кінці ХХ століття починається масове виробництво автомобілів для роботи на бензиново-етанольній суміші Е85.

З кожним роком необхідність використання біопалива визнають все більше країн, з'являються нові способи його отримання. Серед основних видів біопалива для двигунів внутрішнього згорання розрізняють такі типи: етанол, метанол та біодизель.

Біометанол (СНЗОН) — метиловий спирт, отриманий в результаті переробки біологічної сировини. По хімічному складу повністю відповідає традиційному аналогу. Перший метанол був отриманий із деревини 1900-х роках шляхом сухої перегонки, в результаті чого отримав назву «деревинний спирт». При даному способі виробництва із 1 т твердої маси можна отримати 22,7 л метанолу. Також метанол можна отримати шляхом конвертації природного газу.

Біометанол виробляють із будь якої рослинної і тваринної біомаси (лушпиння зерен і насіння, сухого листя), а також із органічного сміття. Спочатку органічну сировину подають в біореактор, де за сприятливої температури за допомогою метанотворних бактерій відбувається метанове бродіння, в результаті чого утворюється метан. В процесі окиснення біомаси може бути утворено від 40 до 60 % спирту [1, 2].

При використанні метанолу в якості палива необхідно відзначити, що об'ємна і масова енергоємність (теплота згорання) метанолу на 40 – 50 % менше, ніж бензину, але при цьому теплопродуктивність спирто-повітряних і бензинових тепло-повітряних сумішей при їх згоранні в двигуні має малу різницю внаслідок того, що високе значення теплоти випаровування метанолу сприяє кращому наповненню циліндрів двигуна і зниженню теплового напруження, що призводить до кращого згорання спирто-повітряної суміші. У результаті цього приріст потужності двигуна збільшується на 10 – 15 %.



Рис. 1. Фітопланктон

Двигуни гоночних автомобілів, які працюють на метанолі з більш високим октановим числом ніж бензин і мають степінь стискання, яка перевищує 15:1, в той час як у звичайному ДВЗ з іскровим запаленням степінь стискання для неетильованого бензину як правило не перевищує 11,5:1. Метанол можна використовувати як в класичних двигунах внутрішнього згорання, так і в спеціальних паливних елементах для отримання електроенергії.

Характеристики біопалива

Паливо	Густина енергії, МДж/л	Суміш повітря з паливом	Питома енергія суміші повітря з паливом, МДж/кг	Питома теплота випаровування, МДж/кг	Октанове число (RON)	Октанове число (MON)
Бензин	32	14,6	2,9	0,36	91 – 99	81 – 89
Бутиловий спирт	29,2	11,1	3,2	0,43	96	78
Етанол	19,6	9,0	3,0	0,92	132	89
Метанол	16	6,4	3,1	1,2	156	92

ЛІТЕРАТУРА

1. *McLellan R. Design of a 2.5MWe biomass gasification power generation module, ETSU report B/T1/00569/REP, 2000.*

2. *Белосельский Б.С., Барышев В.И. Низкосортные энергетические топлива: Особенности подготовки и сжигания. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 136 с.*

Науковий керівник: О.О. Серьогін

5. БІОГАЗ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

Т. Кузнєцова

Національний університет харчових технологій

Тема виробництва біопалива в реаліях України в умовах постійного подорожчання газу з кожним роком стає все більш актуальною. Світову ж популярність біопаливо завоювало завдяки тому, що у порівнянні з традиційними видами палива, воно є відновлюваним та екологічно чистим (викиди парникових газів при використанні такого палива прирівнюються нулю).

Зараз, як ніколи гостро встало питання, про те, яким буде майбутнє планети в енергетичному плані. Науково-технічний прогрес неможливий без розвитку енергетики, електрифікації. Для підвищення продуктивності праці головне значення має механізація і автоматизація виробничих процесів, заміна людської праці машинним. Але переважна більшість технічних засобів механізації і автоматизації має електричну основу. Особливо широке застосування електрична енергія одержала для роботи електричних моторів. Потужність електричних машин різна: від часток вата до величезних величин, що перевищують мільйон кіловат [1].

Людству електроенергія потрібна, при чому потреби в ній збільшуються з кожним роком. Разом з тим запаси традиційних природних палив вичерпуються. Незначні також і запаси ядерного палива — урану і теорія, з якого можна одержувати в реакторах розмножувачах плутоній. Тому важливо на сьогоднішній день знайти вигідні джерела електроенергії, при чому вигідні не тільки з погляду дешевизни палива, але і з погляду простоти конструкцій, експлуатації, дешевизни матеріалів, необхідних для споруди станції та екологічно чистої енергії.

В даний час на виробництво тепла і електроенергії витрачається щорічно кількість тепла, еквівалентна приблизно 1000 трлн. барелів нафти, спалювання яких сильно забруднює навколишнє природне середовище [2].

Розвиток технологічного прогресу і сучасного суспільства в цілому вимагає все більшої кількості енергії. Настільки звичні нам сьогодні нафта і газ не безмежні і поступово вичерпуються, що змушує людство шукати альтернативні шляхи щодо її видобутку. З огляду на постійно зростаючі темпи енергоспоживання та негативний вплив на навколишнє середовище сучасних видів палив, важливим моментом у виробництві енергії стає її екологічність. На сьогоднішній день представлено багато альтернативних джерел її видобутку: енергія сонця, вітру, так звана «воднева» енергетика, енергія припливів/відливів, підземне тепло землі і т.д.

Що ж виходить? Повністю автономне енергопостачання! Маючи у своєму розпорядженні біогазову установку, фермер чи сільський житель може повністю

забезпечити своє господарство постійним екологічно чистим паливом, теплом, електроенергією, і все це — просто утилізуючи органічні відходи.

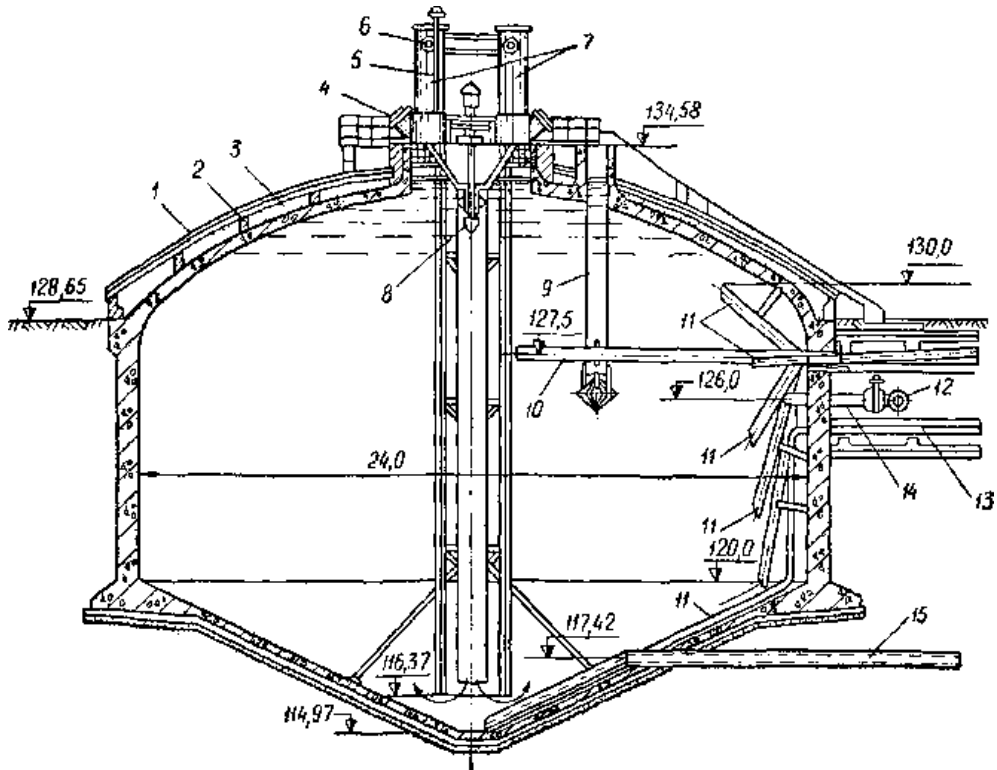


Рис. 1. Будова метантенка

1 — м'яка кривля; 2 — цегла; 3 — шлак; 4 — оглядовий люк; 5 — труба для виходу газу в атмосферу; 6 — газопровід, $d = 200$ мм, от газового ковпака; 7 — газові ковпаки; 8 — пропелерна мішалка; 9 — переливна труба; 10 — трубопровід, $d = 250$ мм, для завантаження сирого осаду і активного мулу; 11 — трубопроводи, $d = 220$ мм, для видалення мулової води і вивантаження забродженого осаду з різних горизонтів; 12 — паровий інжектор, $d = 300$ мм, для підігріву метантенку; 13 — трубопровід, $d = 250$ мм, для вивантаження забродженого осаду з конусної частини метантенка; 14 — термометр опору; 15 — трубопровід, $d = 250$ мм, для вивантаження метантенка (в футлярі)

ЛІТЕРАТУРА

1. Барбара Эдер, Хайнц Шульц. Биогазовые установки. Практическое пособие. — 1996, переиздано 2006 <http://zorgbiogas.ru/biblioteka/kniga-o-biogaze>.

2. Биоэнергетика: мировой опыт и прогноз развития. Научное издание — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. — 404 с.

3. <http://zorgbiogas.ru/biblioteka/finansirovanie>.

Науковий керівник: О.О. Серьогін

6. ВИРОБНИЦТВО ГРАНУЛ ТА БРИКЕТІВ З ТОЧКИ ЗОРУ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

О.І. Вакуленко

Національний університет харчових технологій

Раціональне використання відходів рослинного походження є серйозною проблемою. Зазвичай пряме використання відходів в енергетичних цілях є неможливим в зв'язку з їх високою вологістю та невідповідному фізичному стану [1, 2].

У грудні 1997 року на Третій Конференції Сторін Рамкової конвенції ООН про зміну клімату був прийнятий Кіотський протокол. Протокол закріпив кількісні зобов'язання розвинених країн і країн з перехідною економікою по обмеженню і зниженню викидів парникових газів в атмосферу.

Підсумком здійснення заходів, передбачених Кіотським протоколом, буде створення енергетики, що працює на альтернативних нинішнім видах палива.

Вже сьогодні серед нетрадиційних способів здобуття енергії — вітрового, сонячного, приливної, геотермального і інших — біопаливо займає значне місце. Його вага в балансі альтернативних джерел перевищує 30 %.

Найбільш важливими з них являються відходи, що виникають при механічній обробці деревини (тирса, деревна стружка, кора і т.д.), і солома. Кількість відходів деревини становить близько 3 – 4 млн. тон на рік, з яких лише близько 19 % використовуються в енергетичних цілях, основна ж частина просто утилізується. Відходи з соломи зернових і рапсу щорічно оцінюються приблизно в 30 мільйонів тонн, з яких лише незначна сума використовується як компонент кормів.

Теплота згорання і теплотворна здатність біомаси

Досліджуваний матеріал		теплота згорання [МДж / кг]	теплотворність [МДж / кг]
Тирса ялини		18,89	17,58
Солома	житня	17,78	17,12
	ріпакова	19,14	17,82
	гречане лушпиння	20,12	18,76
Папір (макулатура)		17,05	16,39
Деревне вугілля		31,55	30,23
Кора	дубова	19,05	17,51
	березова	23,37	21,86
	вільха	21,73	20,31
	вербова	18,19	16,76

Найбільш поширеними операціями, що відбуваються з відходами в процесі виробництва твердого біопалива являються: висушування, подрібнення, пресування, гранулювання і брикетування [3].

Результати цього дослідження показують, що рослинні відходи характеризуються високою теплою згорання.

Найбільший показник теплоти згорання (теплотворності) був зафіксований при згоранні деревного вугілля — 31,55 МДж / кг (30,23 МДж / кг) і найменший — при згоранні паперу — 17,05 МДж / кг (16,39 МДж / кг). Для порівняння — теплотворна властивість становить: вугілля 27 – 33 МДж / кг, бурого вугілля — 27 – 33 МДж / кг, дизельного палива — 41 – 46 МДж / кг, газів — 35 – 49 МДж / кг.

Теплота згорання та теплотворність (рис. 1) показують, що досліджувані матеріали являються дуже хорошими енергоносіями і можуть ефективно використовуватись як паливо.

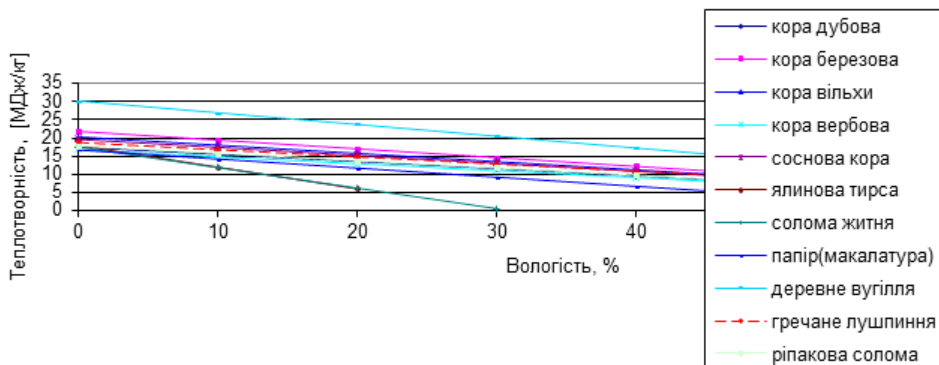


Рис. 1. Залежність теплосмності від вологості сировини

ЛИТЕРАТУРА

1. Колпашников А.И. Гранулированные материалы [Текст] / А.И. Колпашников, А.В. Ефремов // — М.: Металлургия. 1987. — 240 с.
2. Фишер Э. Экструзия пластических масс [Текст] / Э. Фишер // — М.: Химия, 1970. — 253 с.
3. Колпашников А.И. Гранулированные материалы [Текст] / А.И. Колпашников, А.В. Ефремов // — М.: Металлургия. 1987. — 240 с.

Науковий керівник: **О.О. Серьогін**

7. ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ НИЗЬКОЇ ЯКОСТІ

О.П. Романович

Національний університет харчових технологій

Виробництво висококалорійного, енергетичного і технологічного газів можна здійснити методами газифікації вугілля. Виробництво синтетичного рідкого палива пов'язане з споживанням технічного водню і синтез-газу, які також можуть бути отримані газифікацією палива. Газифікація палива частково вирішує задачу боротьби із забрудненням атмосфери при використанні сірчистих палив на електростанціях.

Газифікація — високотемпературний процес взаємодії вуглецю палива з окислювачами, що проводиться з метою отримання суміші горючих газів (H_2 , CO , CH_4). Як окиснювачі або повітряні агенти застосовують кисень, водяну пару, двоокис вуглецю або суміш цих речовин. У залежності від складу, співвідношення початкових речовин, температури, тривалості взаємодії можна отримати газові суміші різного складу [1].

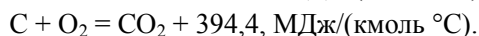
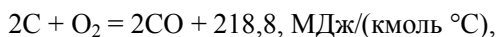
Сьогодні виявлені наступні ефективні області застосування газифікації твердого палива. Газифікація високо-сірчистого і високо-золистого вугілля з подальшим очищенням газу від сірчистих сполук і спалення на теплових електростанціях. У вугіллі, що добувається щорічно в Україні міститься біля 10 млн. т сірки,

велика частина якої при спаленні викидається з атмосферу у вигляді токсичних оксидів. При газифікації вугілля утворюється сірководень, який легко вилучає і переробляє в товарну сірку або сірчану кислоту.

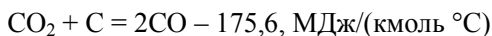
Другий напрям газифікації твердих палив — для великомасштабного виробництва заміників природного газу в районах, віддалених від магістральних газопроводів, і третій — для отримання синтез-газу, газів відновників і водню для потреб хімічної і металургійної промисловості [2].

Загальні принципи роботи газогенераторів можна розглянути на прикладі найпростішого шарового газогенератора, який являє собою вертикальну шахту, у верхній частині якої є завантажувальний люк із затвором. У нижній частині газогенератора встановлено колосникові ґрати, через які в шахту подають повітряний агент. Зверху поступає тверде паливо.

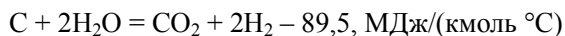
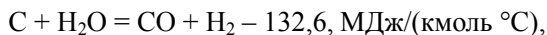
При подачі в газогенератор кисню в зоні, розташованій безпосередньо біля колосникових ґрат (зона горіння або окислювальна зона) відбувається горіння твердого палива:



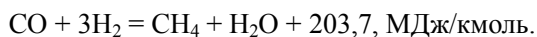
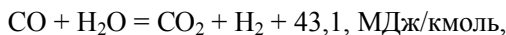
Діоксид вуглецю, що утворюється, відновлюється у відновній зоні новими порціями вуглецю:



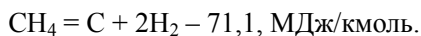
Якщо разом з киснем в генератор подають водяну пару, то у відновній зоні протікають реакції:



У цьому випадку газ, що утворюється містить два горючих компоненти: оксид вуглецю і водень, які утворилися за рахунок гетерогенних реакцій. Крім того, в газовій фазі можуть протікати гомогенні реакції між газоподібними продуктами:



Метан в умовах процесу схильний до термічного розпаду:



Посєднання цих і деяких інших реакцій визначає склад газів, що утворюються по висоті газогенератора. З відновної зони гази виходять з температурою 800 – 900 °С. Проходячи через вугілля, що розташоване вище, вони нагрівають його, внаслідок чого протікає процес піролізу. Ця зона називається зоною піролізу або зоною напівкоксовання. Гази, що виходять з неї, підігрівають і сушать вугілля у верхній зоні — зоні сушки. Дві нижні зони (окиснювальна і відновна) складають зону газифікації, а дві верхні — зону підготовки палива.

Алотермічні процеси можна розділити: 1. за способом передачі зовнішнього тепла (з газоподібним або твердим теплоносієм і з передачею тепла через стінку); 2. за способом отримання алотермічного тепла (процеси з ядерним теплом, електричною або іншими видами енергії); 3. автотермічні процеси, в яких спалення палива проводиться на окремому рівні, а не в зоні газифікації.

Цей спосіб газифікації раніше не знайшов застосування і тільки тепер завдяки можливості поєднання тепла, що отримується в атомному реакторі, з процесом газифікації вугілля він зможе конкурувати з автотермічними процесами.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Vierrath H., Greil C.* Energy and electricity from biomass, forestry and agricultural waste. In Proceedings 1st World Biomass Conference, 2001.
2. *Каупельсон Б.Д.* Слоевые методы энергохимического использования топлива. — М. — JL: 1962. — 188 с.

Науковий керівник: О.О. Осьмак

8. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ ПО КОНТАКТНІЙ ПОВЕРХНІ З РІЗНОЮ ШОРСТКІСТЮ

О.С. Гончаренко

Національний університет харчових технологій

На початку 21-го століття перед людством повстав комплекс проблем, пов'язаних з вичерпанням традиційних енергоносіїв та глобальною зміною клімату планети. В якості виходу із ситуації що склалася пропонується перехід на використання відновлюваних джерел енергії. Одним з таких джерел є рослинна сировина (біомаса).

Біомаса являється сировиною для виробництва біологічного палива (біопалива). Все біопаливо поділяється на рідке (біодизель, етанол, метанол), тверде (солома, деревина, лузга соняшника, відходи сільського господарства) та газоподібне (біогаз, водень).

Установка складається з тримача 2, в якому знаходиться дослідний матеріал (гранула) 1, притисних вантажів 3, важелів 4 та 7, змінного диска 5, електродвигуна 13 із пасовою передачею 11, реостата 14, динамометра 8, тахометра 12, вольтметра 10, станини 6. Тримач 2 закріплений на важелі таким чином, що між ним і диском 5 утворюється щілина розміром до 0,5мм. Рух диску 6 передається пасовою передачею 1 від електродвигуна 13. Швидкість обертання двигуна змінюється за допомогою реостата 14 і визначається тахометром 12. З метою використання гранул як предмету досліджень в установці змінено конструкцію тримача 2 для досліджуваної сировини, систему важелів 4, 7 та відрегульовано динамометр 8 для вимірювання коефіцієнта тертя, також використано набір дисків 5 з різною шорсткістю поверхні.

Порядок проведення дослідів полягає в наступному: підготувати установку до роботи, отримати за допомогою експериментальної установки для пресування гранул зразок циліндричної форми діаметром 40 і висотою 40 мм. Покласти його в тримач. Притиснути поршнем. Увімкнути електродвигун. Важіль з циліндром і наважкою вивести у положення, перпендикулярне важелям 4 і 7. За допомогою динамометра, зафіксувати значення зусилля тертя G , за кількістю змінних пластин зафіксувати зусилля нормального навантаження N , за допомогою тахометра 12 — кутову швидкість диска ω .

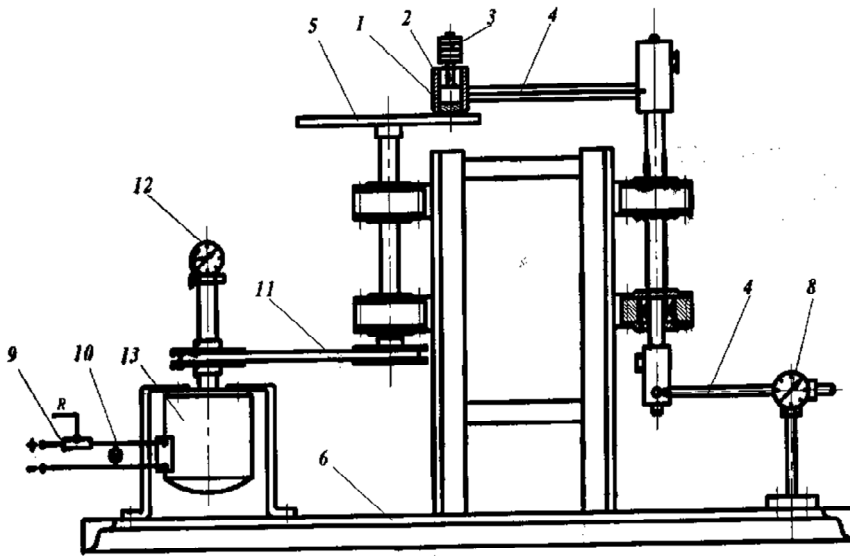


Рис. 1. Установка для визначення коефіцієнта тертя по контактній поверхні

Досліди повторюємо з використанням дисків 5 різною шорсткістю поверхні. Швидкість ковзання, через незначний вміст вологи в досліджуваному матеріалі, залишаємо незмінною [1, 2].

Отримані дані наведені в наступних таблицях:

Вплив шорсткості поверхні ковзання на коефіцієнт тертя лушпиння соняшника по контактній поверхні (сталь):

№	Ra	N, Н	G ₁ , Н	G ₂ , Н	G ₃ , Н	G _{сеп.} , Н	f
1	0,2	100	28,4	28,3	28,2	28,2	0,282
2	1,25	100	32,5	31,7	32,2	32,13	0,3213
3	2,5	100	38,8	39,5	38,9	38,9	0,389
4	6,3	100	47,8	47,5	46,7	47,33	0,473
5	12,5	100	56,7	56,9	56,1	56,56	0,565

Вплив шорсткості поверхні ковзання на коефіцієнт тертя стружки сосни по контактній поверхні (сталь):

№	Ra	N, Н	G ₁ , Н	G ₂ , Н	G ₃ , Н	G _{сеп.} , Н	f
1	0,2	100	23,4	23,5	24,1	23,667	0,237
2	1,25	100	26,5	26,7	26,4	26,533	0,265
3	2,5	100	32,2	32,3	31,7	32,067	0,321
4	6,3	100	37,5	39,7	39,9	39,033	0,390
5	12,5	100	50,4	49,9	49,5	49,933	0,499

Проаналізувавши отримані дані та застосувавши відповідні адгезійні властивості можна чітко з'ясувати якого виду шорсткості філь'ери матриці потрібно застосовувати при пресуванні гранул з даних видів сировини.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Александров А.В.* Основы теории упругости и пластичности [Текст] / А.В. Александров, В. Д. Потапов // — М.: Высшая школа, 1990. — 400 с.
2. *Штефан Є.В.* Моделювання поведінки дисперсних систем у нерівноважних процесах харчових виробництв [Текст] / Є.В. Штефан // Наукові праці УДУХТ. — 2000. — № 8. — С. 63 – 66.
3. *Толстая М.Э.* Определение коэффициента скольжения для пшеничных сухарей / М. Э. Толстая // Хлебопекарская и кондитерская промышленность. — 1981. — № 4.

Науковий керівник: Д.В. Риндюк

9. РОЛЬ БІОПАЛИВА В СУЧАСНОМУ СВІТІ

О.О. Мінчинський

Національний університет харчових технологій

Для початку потрібно визначити, що є біопаливом. Як відомо, біопаливо — це паливо, що виробляється із живих організмів чи метаболічних побічних продуктів (органіки або відходів харчових продуктів). Щоб розглядатися як біопаливо, паливо має містити понад 80 % відновлюваних матеріалів.

До найбільш відомих видів біологічного палива варто віднести:

- етанол;
- метан;
- біогаз;
- пелети та гранули (продукти переробки відходів лісового господарства);
- біодизельне паливо;
- олії з властивостями аналогічними нафті;
- ізобутан;
- водень та інше

Отримання деяких видів біопалива можливо з різних джерел. Так етанол можна отримати, використовуючи як сировину цукрову тростину, відходи при вирощуванні кукурудзи, солому, відходи лісового господарства (хвою), що значно збільшує можливості виготовлення біологічного палива, а також розширює його географію.

Ефективність виготовлення біопалива залежить від багатьох факторів, найбільш вагомими з яких є технологічні можливості, якість сировини, можливості кооперації виробництва з метою оптимального використання супутніх (побічних) продуктів, якості отриманого палива, а також широти можливостей його використання на існуючих технологічних установках, транспорті [1].

Біомаса відіграє домінуючу роль серед інших видів НВДЕ (нетрадиційні відновлювані джерела енергії), формуючи біля 46 % ринку відновлюваних джерел енергії. Вона може забезпечувати виробництво тепла, електроенергії та різних видів газоподібного (біогаз), рідкого (біоетанол, біодизель) та твердого палива. Технології переробки біомаси дозволяють також вирішувати проблему утилізації шкідливих побутових та промислових відходів, одержувати як побічні продукти високоякісні добрива, будівельні та інші корисні матеріали, так за рахунок біогазу вже сьогодні в країнах ЄС отримується щороку понад 10 млн. МВт

год електричної та близько 10 млн. Гкал теплової енергії. Лідерами з використання біогазових технологій є такі країни як: Німеччина, Велика Британія, США, Канада, Бразилія, Данія, Китай, Індія та інші.

Можливості виготовлення біологічного палива постійно зростають за рахунок знаходження нових технологічних рішень. Існує широкий вибір технологічних можливостей для застосування альтернативної енергії для забезпечення функціонування дрібних та середніх проєктів, як виробничого, так і невиробничого призначення. Проте широке застосування вони мають, як правило, у розвинених країнах та місцях, де є проблематичним використання джерела енергії, що вважається традиційним. Проте така ситуація однозначно буде змінюватися. Адже вичерпність природних енергетичних ресурсів та збільшення їх ціни як стимулюючий фактор до використання альтернативної енергії є надзвичайно дієвим.

Біоетанол є одним з найбільш поширених видів біологічного палива.

У 2009 році виробництво біоетанолу склало 73,9 млрд. літрів, по прогнозу Глобального Союзу Відновлювального Палива (GRFA) протягом 2010 року у світі виготовлено 85,9 млрд. літрів біоетанолу, тобто на 16,2 % більше, ніж 2009 року, що дозволило скоротити світове споживання нафти на 370 млн. барелів.

Підсумовуючи наведені дані, варто відзначити, що останнім часом у економічно розвинених країнах спостерігається стрімке зростання обсягів виробництва біопалива (наприклад, у період з 2007 по 2008 роки: біодизелю — на 52,1 %; біоетанолу — на 32,3 %), чому, безперечно, сприяє підтримка даного сектору державними інституціями та між державними органами управління [2].

Серед основних тенденцій, про які ми вже говорили і які слід окремо та чітко виділити, варто відзначити такі:

1. стійке зростання обсягів виробництва біологічного палива;
2. прискорення темпів збільшення обсягів виробництва біопалива;
3. зміна структури виробленого в світі біопалива;
4. розширення інфраструктурної бази у сфері виробництва та споживання біопалива;
5. конкретизація форм підтримки виробництва та споживання біопалива.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горбатюк О.В., Лифшиц А.Б., Минько О.И. Утилизация биогаза полигонов твердых отходов. Проблемы больших городов // Обзорная инф. МГЦНТИ. — М.: 1988. — 18 с.

2. Лифшиц А.Б., Гурвич В.И. Утилизация свалочного биогаза — мировая практика, российские перспективы // Чистый город. — 1999. № 2. — С. 8 – 17.

Науковий керівник: О.О. Серьогін

10. ХАРАКТЕРИСТИКА МОДИФІКАЦІЙ ПРОЦЕСУ ПІРОЛІЗУ

О.О. Сапон

Національний університет харчових технологій

До теперішнього часу єдиним освоєним і широко поширеним в промисловості методом піролізу є термічний піроліз в трубчастих печах. З відомих обмежень процесу піролізу в трубчастих печах важливе значення мають і труднощі з

застосуванням сировини, схильної до підвищеного коксоутворення. Необхідність розширення сировинної бази, а також питомих енергетичних та матеріальних витрат призвела до розробки нових модифікацій процесу, в основному розрахованих на піроліз важких видів вуглеводневої сировини. Розробляються не лише процеси піролізу сировини (мазут, вакуумний газойль, нафта), але і принципово нові методи із значним підвищенням виходів етилену.

Термічний гомогенний піроліз.

Головними цілями виробників етилену завжди були оптимізація капітальних вкладень, забезпечення гнучкості по продуктах і сировині, високої надійності та енергетичного ККД. Один із способів зниження витрат виробництва полягає в збільшенні потужності установки. Великомасштабні установки відрізняються більш низьким капітальними і експлуатаційними витратами на тонну етилену.

Основним завданням на даний момент є: підвищення міцності і довговічності труб та мінімізація капіталовкладень і експлуатаційних витрат. Ось кілька технічних рішень в цьому напрямку: а) Застосування гартівних холодильників з прямими трубами, що дозволяє зменшити кількість механічних чисток; б) Скорочення числа пальників за рахунок застосування пальників більшої продуктивності, що дають полум'я, спрямоване вгору; в) Виготовлення радіанних труб з матеріалів з підвищеним вмістом нікелю (48 %) і вольфраму, що дозволило підняти температуру стінки труби і збільшити опір повзучості матеріалу труби; г) Модернізація опор для радіанних змійовиків, наприклад, застосування підвісних тяг з постійним навантаженням для підвищення міцності; д) Застосування удосконаленого управління, що дозволяє оптимізувати жорсткість процесу, навантаження печі, розподілу сировини по потокам печі, управління процесу горіння палива; е) Шліфування внутрішньої поверхні труб, що дозволила зменшити процеси коксоутворення [1].

В результаті аналізу стану термічного розкладання були запропоновані наступні рекомендації: в конвекційній секції в принципі можна розміщувати труби будь-якої довжини, необхідної для забезпечення заданої потужності печі, але її обмежують величиною 12 м, щоб не мати проміжних зварних швів; за рахунок збільшення масової швидкості димових газів та зменшення довжини труб (конвекцією секція в цих печах коротше радіанних), забезпечується високий тепловий ККД при малій площі теплообміну; збільшення потужності піролізної печі і зниження капіталовкладень може бути досягнуто за рахунок збільшення довжини однокамерною печі (з одного радіальною секцією) або об'єднанням двох радіанних секцій в одній двокамерній печі (у другій конструкції дві радіанних секції мають загальну конвекційну); піч можна зробити найбільш гнучкою по сировині і навантаженні, виробляючи піроліз індивідуально сировини в роздільних змійовиках однієї піролізної печі.

Піроліз у присутності гетерогенних каталізаторів.

Гетерогенні каталітичні системи, які застосовуються до високоендотермічних реакцій, забезпечують високі швидкості реакцій і, як наслідок, зниження температури, що суперечить основним вимогам для забезпечення високих виходів етилену: високі температури і короткий час перебування.

Використання каталізаторів в процесі піролізу дозволяє: істотно збільшити вихід цільових олефінів; знизити температуру і час контакту; зменшити вимоги до високолегованих матеріалів; спростити систему гарту [2].

Публікації (в основному патенти), що стосуються приготування, властивостей, активності і стабільності гетерогенних каталізаторів піролізу з'явилися в

літературі з початку 60-х років. Найбільший інтерес і значення вже в той період одержали дослідження з каталітичного піролізу, виконані в Московському інституті нафтохімічної і газової промисловості ім. І.М. Губкіна під керівництвом Я.М. Паушкіна і С.В. Адельсон.

Дослідження показали, що ендотермічна реакція зменшує температуру поблизу активних центрів і в порах каталізатора. Сировина потрапляє в пори, тоді як активні центри залишаються покриті плівкою олефінів. Загальна швидкість реакції визначається дифузиею сировини через плівку олефінів, тоді як олефіни дифундують у зворотному напрямку з поверхні каталізатора в сировині. Неминуче закоксовування поверхні каталізатора, де концентрація олефінів максимальна.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Рубан В.А.* Горение и газификация низкосортного твердого топлива. — М.: Недра, 1993. — 157 с.

2. *Гориславец С.П.* Піроліз вуглеводневої сировини/С.П. Гориславец, Д.Н. Скасувати, В. І. Майоров; АН УРСР, Ін-т газу. — Київ: «Наук. Думка», 1977. — 307 с.

3. *Хімія і переробка вугілля*/Под ред. Д-ра х. н. проф. В.Г. Ліповіча. — М.: Хімія, 1988. — 336с.

Науковий керівник: О.О. Осьмак

11. ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕСУРСО-ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Д.С. Бєлов

Національний університет харчових технологій

Ресурсо-енергозберігаючі технології припускають, що виробництво і реалізація кінцевих продуктів виконується з мінімальною витратою речовини і енергії на всіх стадіях виробництва. При цьому вплив на природні системи і на людину повинен бути найменшим. Тут же висувається вимога повного обліку витрат первинних компонентів природи на проміжних етапах їх переробки, транспортування, зберігання, віднесеної на одиницю виробленої продукції.

Зменшення у кількісному і вартісному відносінах споживаних первинних компонентів при такому ж або зростаючому обсягах готової продукції, виконується не тоді, коли якийсь компонент надходить безпосередньо на робоче місце, де він перетворюється в кінцевий продукт або сприяє його виробленню.

Ресурсозбереження починається з проектування, коли воно вже на стадії проектів видобувних, переробних і фінальних підприємств закладається у всі технологічні операції по розвідці, оцінкою, видобутку і переробки природного чинника на всіх стадіях його руху до споживача, а потрапляючи на останні виробництва — від конструктивних, технологічних та експлуатаційних особливостей їх використання [1,2].

Таким чином, проектувальники на високому рівні повинні вирішувати широке коло непростих, деколи суперечливих за своїм особливостям і наслідкам завдань екологічного, економічного і соціального характеру.

Чисто безвідходних технологій, мабуть, бути не може. На практиці мають на увазі насамперед маловідходні технології, повнота впровадження яких з використанням первинних компонентів, висока, що призводить до зниження природоємності.

Важливим напрямком в ресурсозбереженні є всебічне використання принципу зміни ресурсів, під яким розуміється заміщення одного природного компонента іншим, більш економічним і екологічно безпечним. Взаємозамінність розрізняється по економічному й технічному критеріям.

Енергозбереження — реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних та економічних заходів, спрямованих на ефективне (раціональне) використання (і економічне витрачання) паливно-енергетичних ресурсів і на залучення в господарський оборот поновлюваних джерел енергії.

Одне з основних напрямків підвищення ефективності виробництва і використання енергетичних ресурсів в промисловості — збільшення одиничної потужності агрегатів, концентрація виробництва і створення укрупнених комбінованих технологічних процесів. Особливо це ефективно для технологічних процесів з великим виходом теплових ВЕР, тобто для підприємств хімічної, нафтопереробної, целюлозно—паперової та металургійної промисловості. Створення великих комбінованих виробництв дозволяє використовувати ВЕР одних процесів для потреб інших, що входять в загальний комбінований комплекс.

Ресурсозбереження — сукупність заходів по бережливому і ефективному використанню фактів виробництва (капіталу, землі, праці).

Отже основні напрямки реалізації ресурсо-енергозберігаючих технологій є: 1. Безвідходна технологія виробництва — принцип організації виробництва взагалі, що означає використання сировини та енергії в замкнутому циклі. Замкнутий цикл означає ланцюжок первинна сировина — виробництво — споживання — вторинна сировина. 2. Мало відходна технологія виробництва — проміжна ступінь перед створенням безвідходної технології, що припускає наближення технологічного процесу до замкнутого циклу [3].

При мало відхідній технології шкідливий вплив на навколишнє середовище не перевищує рівня, допустимого санітарними органами. Частина сировини все ж перетворюється на відходи і піддається тривалого зберігання або захоронення. Оцінити ступінь наближення до безвідходної технології можна за допомогою матеріального індексу виробництва. 3. Підвищення виходу продукції. 4. Зниження ресурсоемності енергоемності (застосування інноваційних технологій, сучасного обладнання, приладів і т.д.). 5. Подовження терміну служби продукції. 6. Застосування матеріалів заміників. 7. Застосування економічних матеріалів. 8. Застосування нетрадиційних джерел енергії (гідроелектростанції, приливні електростанції фотоелектричні панелі, вітроелектростанції, теплові насоси і т.д.). 9. Підвищення якості продукції. 10. Застосування сучасних приладів обліку енергоносіїв.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Стабников Н.В.* Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] / Н.В. Стабников, В.Н. Лисянский, В.Д. Попов // — М.: Машиностроение, 1979. — 503 с.

2. *Сиденко П.М.* Измельчение в химической промышленности [Текст] / П.М. Сиденко // — М.: Химия, 1977. — 368 с.

3. *Адаменко О.В.* Альтернативные топлива и другие нетрадиционные источники энергии [Текст] / О.В. Адаменко и др. // Санкт-Петербург, Биотопливный портал WOOD-PELLETS.COM, 2005 г. 315 с.

Науковий керівник: А.В. Башта

12. ОЦІНКА ОДНОРІДНОГО МАТЕРІАЛУ, ЯК ПАРАМЕТРУ ЙОГО МІЦНОСТІ

Б. Лугава

Національний університет харчових технологій

Міцність — властивість матеріалу чинити опір руйнуванню під дією внутрішніх напружень, викликаних зовнішніми силами або іншими факторами (обмеженої усадкою, нерівномірним нагріванням і т. д.).

Міцність матеріалу оцінюють межею міцності (тимчасовим опором) σ , визначеним при даному виді деформації. Для крихких матеріалів (природних кам'яних матеріалів, бетонів, будівельних розчинів, цегли та ін.) основною характеристикою є межа міцності при стисненні. Оскільки будівельні матеріали неоднорідні, то межа міцності визначають як середній результат випробування серії зразків (зазвичай не менше трьох). Форма і розміри зразків, стан їх опорних поверхонь істотно впливають на результати випробування.

Динамічною (або ударної) міцністю називають властивість матеріалу чинити опір руйнуванню при ударних навантаженнях. Вона характеризується кількістю роботи, витраченої на руйнування стандартного зразка, віднесеної до одиниці об'єму ($\text{Дж}/\text{см}^3$) або площі поперечного перерізу зразка ($\text{Дж}/\text{см}^2$). Опір удару важливо для матеріалів, використовуваних при влаштуванні фундаментів машин, підлог промислових будівель, дорожніх покриттів тощо [1].

Теоретична міцність однорідного матеріалу характеризується напругою, необхідним для розділення двох примикають один до іншого шарів атомів.

Теоретичну міцність отримують з умови, що у момент руйнування вся енергія пружної деформації, накопичена в обсязі між двома шарами, переходить в поверхневу енергію двох знов що утворилися при руйнуванні поверхонь. Згідно рівняння Орована-Келлі,

$$\sigma_{\text{теор}} = V E \Delta / a$$

де E — модуль пружності; Δ — поверхнева енергія твердого тіла на 1 см^2 ; a — міжатомна відстань (у середньому $2 \cdot 10^{-8} \text{ см}$). Отже, теоретична міцність матеріалу тим вище, чим більше його модуль пружності і поверхнева енергія і тим менше міжатомна відстань.

Згідно з наведеним висловом, міцність твердого тіла повинна перебувати між значеннями $E/5$ і $E/10$. Теоретична міцність скла при кімнатній температурі $14\,000 \text{ МПа}$, міцність на розтяг тонких скляних волокон товщиною $3 - 5 \text{ мкм}$ — $3500 \div 5000 \text{ МПа}$, а звичайного скла тільки $70 - 150 \text{ МПа}$.

При імпульсному ультразвуковому методі оцінка властивостей проводиться шляхом вимірювання швидкості проходження поздовжніх ультразвукових хвиль з використанням кореляційного зв'язку між швидкістю поширення пружних хвиль в матеріалі і його механічними властивостями. Швидкість поширення поздовжніх пружних хвиль пов'язана з модулем пружності E і щільністю ρ наближеною залежністю:

$$V = K \sqrt{E/\rho}$$

$$\text{Коефіцієнт Пуассона} = 0,16 - 0,25, K = 1,05.$$

Для оцінки однорідності матеріалу використовують результати контрольних випробувань зразків за певний період часу.

Міцність зразків буде коливатися, відхиляючись від середнього значення у більшу чи меншу сторону.

На міцності матеріалу позначаються коливання якості сировини, точність дозування складових та інші технологічні фактори [2].

Чим ближче придатні результати випробування зразків до середнього значення, тим вище однорідність матеріалу.

Коефіцієнт варіації міцності V , обчислюють за формулою:

$$V = S/\sigma \cdot 100 \%$$

де S — середнє квадратичне відхилення приватних результатів випробування від середньої міцності, яке визначається за формулою:

$$S = V \Sigma(\sigma - \sigma) / (n - 1)$$

Середня ж міцність, дорівнює:

$$\sigma = \Sigma \sigma / n$$

де σ — межа міцності окремого зразка; σ — середня міцність; n — кількість перевірених зразків;

Ідеальному випадку «для абсолютно однорідного матеріалу» $s = 0$ і $V = 0$. Незадовільна однорідність характеризується значеннями $V > 16 \%$; на підприємствах з добре налагодженою технологією значення V не перевищує 3 – 7 %. Від коефіцієнта варіації залежить надійність матеріалу в конструкції, витрати цементу в бетоні і економічні показники. Тому коефіцієнт варіації є найважливішим показником якості матеріалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гетманова М.Е. Структурная неоднородность и вязкость разрушения колесной стали / Гетманова М.Е., Ливанова О.В., Филлипов Г.А. // Деформация и разрушение металлов. — 2006. — № 12. — С. 32 – 37.

2. Панасюк В.В. Про вплив структури матеріалу на поширення тріщин у процесі розтягу тіла / Панасюк В.В., Бережницький Л.Г., Громык Р.С. // ДАН УРСР. Серія А. — 1976. — №9. — С. 811 – 816.

Науковий керівник: А.В. Башта

13. ОБЗОР ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.В. Калитюк

Национальный университет пищевых технологий

AISI 409 — стабилизированная титаном ферритная хромистая коррозионно-стойкая сталь общего применения (в соответствии со стандартом ASTM A240), в которой сочетаются: высокие прочностные и механические свойства; коррозионная стойкость, в том числе атмосферная; обрабатываемость (хорошая пластическая деформируемость; применимость к процессам вытяжки, штамповки, перфорации в нейотверстий и т.п.). Она содержит сверхмалое количество углерода (~ 0,03 %),

хорошо сваривается, не склонна к меж кристаллитной коррозии и, обладая улучшенными свойствами по сравнению со сталью 08×13, может успешно ее заменять в применениях, регламентируемых для стали 08×13 в соответствии с ГОСТ 5632 как: «Детали с повышенной пластичностью, подвергающиеся ударным нагрузкам (клапаны гидравлических прессов, предметы домашнего обихода), а так же изделия, подвергающиеся действию слабоагрессивных сред (атмосферные осадки, водные растворы солей органических кислот при комнатной температуре и др.), лопатки паровых турбин, клапаны, болты и трубы».

AISI 409 может заменить сталь марки 08×13, которая включена в перечень материалов, используемых для изготовления сосудов, работающих. Может применяться для изготовления различных конструкций нефти газового машиностроения (рамки для капле улавливателей в нефтяных сепараторах, тарелки и насадки ректификационных колонн и т.д.). AISI 409 прекрасно зарекомендовала себя как материал устойчивый в газовых средах, образующихся при сжигании различного топлива. Эти среды могут содержать продукты полного (диоксид углерода, водяной пар, азот и т.п.) и не полного (оксид углерода, углеводороды, окислы азота, диоксид серы, сероводород и т.д.) сгорания. Применяется для изготовления корпусов и труб систем нейтрализации, рециркуляции, улавливания и выхлопа отработавших газов. Сложные окислительно-восстановительные высокотемпературные каталитические реакции и наличие агрессивных газовых сред диктуют непрерывное использование экономнолегированной коррозионноустойчивой стали AISI 409 в качестве конструкционного материала для изготовления выхлопных систем, а также для печного и сопутствующего оборудования (вытяжные короба, дымоходы и т.п.). Данная сталь имеет хорошую стойкость к окислению при относительно высоких температурах и сохраняет высокие эксплуатационные характеристики в условиях, при которых углеродистые и марганцовистые стали не могут быть использованы. AISI 409 классифицируется как жаростойкая при периодической эксплуатации до 815 °С и при не прерывной эксплуатации вплоть до 700 °С. Однако, реально температуры эксплуатации зависят от среды эксплуатации.

AISI 430 является им портным улучшенным аналогом отечественной стали 12×17. Она содержит сверх малое количество углерода (фактически около 0,035 %). Такое содержание углерода обеспечивает хорошую свариваемость и предотвращает склонность к меж кристаллитной коррозии (МКК) без стабилизации титаном. Это относится как к основному металлу, так и к металлу сварного шва, при условии соблюдения определённых требований по технологии подготовки и проведения сварки. Согласно данным (ASM Metals Handbook, Avesta Sheffield Corrosion Handbook for Stainless Steels), марка AISI 430 являетсястойкой к любой атмосферной коррозии, к коррозии в воде и в среде чистого водяного пара до 120 °С, а также в продуктах сгорания природного газа.

AISI 430 имеет 1 балл (совершенно устойчива — высший балл по 10-ти бальной шкале) коррозионной стойкости в азотной кислоте концентраций 20, 50, 60 % до 50 °С; водных растворах аммиака всех концентраций до 100 °С; в смеси кислот (25 % азотной и 75 % серной) до 60 °С.

AISI 439 является улучшенным аналогом стали 08×17Г (ГОСТ 5632–72). Сталь AISI 439 коррозионно-устойчива во многих окислительных средах (от пресной воды до кипящих кислот). Сталь имеет сбалансированный химический состав, обеспечивающий ей высокую общую коррозионную стойкость и стой-

кість к межкристаллитной коррозии. Наличие титана и алюминия в стали AISI 439, в сочетании с пониженным содержанием углерода, обеспечивает высокие прочностные и пластические свойства [1,2].

Вывод: 1) Указанные характеристики наведенных материалов позволяют применять их виды изготовлений деталей и агрегатов, машин и аппаратов пищевой и перерабатывающей промышленности; 2) Подобность свойств и параметров отечественных и зарубежных аналогов существенно облегает их взаимозаменяемость при изготовлении элементов конструкции.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Стали* и сплавы для пищевой промышленности. Условия работы оборудования для пищевой промышленности. [Электронный ресурс]. Идеи и оборудование для малого бизнеса. Режим доступа: <http://www.semechka.com/article/materials/stalsplav>.

2. *Изделия* из нержавеющей стали, оборудование для пищевой промышленности. [Электронный ресурс]. Steel-El. Гидро-групп. Режим доступа: <http://www.gg-steel.ru>.

Науковий керівник: А.В. Башта

14. ПРИРОДА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПОНОВЛЮВАЛЬНИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В УКРАЇНІ

Д.О. Ковіня

Національний університет харчових технологій

Природа багата на енергоресурси. Їх раціональне використання дає можливість отримувати відносно дешеву електроенергію, яка є менш небезпечною, ніж, наприклад, атомне паливо і т.п. Однак, нераціональне і необачне використання природних енергоресурсів призводить до різкого скорочення не відновлюваних природних ресурсів, що рано чи пізно призведе до загальносвітової енергетичної кризи. У цьому аспекті є вкрай перспективним дослідження та використання відновлюваних природних ресурсів.

Види енергоресурсів. Енергетичні ресурси (джерела енергії) — це матеріальні об'єкти, в яких зосереджена енергія, придатна для практичного використання людиною. Як згадувалося раніше, енергоресурси поділяють на первинні та вторинні. Первинні енергоресурси — це природні ресурси, які не переробляли і не перетворювали: сира нафта, природний газ, вугілля, горючі сланці, вода річок і морів, гейзери, вітер тощо.

У свою чергу, первинні ресурси (або види енергії) поділяють на поновлювані і не поновлювані. Не поновлювані джерела енергії — це природно утворені й накопичені в надрах планети запаси речовин, здатних за певних умов звільняти енергію, що міститься в них. Такими є викопне органічне паливо (вугілля, нафта, природний газ, торф, горючі сланці), ядерне паливо. Поновлювані джерела енергії — ті, відновлення яких постійно здійснюється в природі (сонячне випромінювання, біомаса, вітер, вода річок та океанів, гейзери тощо), і які існують на основі постійних чи періодично виникаючих в природі потоків енергії, наприклад: сонячне випромінювання (біомаса, енергія сонця, вітру, хвиль); гравітаційна взаємодія Сонця, Місяця і Землі (наслідком якої є, наприклад, морські припливи та відпливи); тепла енергія ядра Землі, а також хімічних реакцій і радіоактивного розпаду в її надрах (геотермальна

енергія джерел гарячої води — гейзерів). Крім природних джерел поновлюваних енергоресурсів, сьогодні дедалі більшого значення набувають антропогенні, до яких належать теплові, органічні та інші відходи діяльності людства. Різні види енергетичних ресурсів мають різну якість, для палива її характеризує теплотворна спроможність, тобто скільки енергії (тепла) може виділити це джерело [1, 2].

Відновлювані енергоресурси, їх характеристика. Перевага таких джерел енергії — їх вистачить на мільйони чи навіть на мільярди років, вони не завдають шкоди природі.

Згідно з класифікацією Міжнародного енергетичного агентства до поновлюваних джерел енергії належать такі категорії: відновлювані джерела енергії (ВДЕ), які спалюються, і відходи біомаси; тверда біомаса і тваринні продукти: біологічна маса, у тому числі будь-які матеріали рослинного походження, що використовуються безпосередньо як паливо або перетворюються на інші форми перед спалюванням (деревина, рослинні відходи і відходи тваринного походження; деревне вугілля, яке одержують з твердої біомаси); газ-рідина з біомаси: біогаз, отриманий у процесі анаеробної ферментації біомаси і твердих відходів, який спалюється для виробництва електрики і тепла; муніципальні відходи: матеріали, що спалюються для продукування теплової та електричної енергії (відходи житлового, комерційного і громадського секторів). Утилізуються муніципальною владою з метою централізованого знищення; промислові відходи: тверді й рідкі матеріали (наприклад, автомобільні покришки), що спалюються безпосередньо, зазвичай на спеціалізованих підприємствах, для виробництва теплової й електричної енергії; гідроенергія: потенційна, або кінетична, енергія води, перетворена на електричну енергію за допомогою гідроелектростанцій, як великих, так і малих; геотермальна енергія: теплова енергія, що надходить із земних надр, зазвичай у вигляді гарячої води або пари.

У структурі світового виробництва електричної енергії ВДЕ посідають почесне друге місце. Вони забезпечили 19 % світового виробництва електроенергії в 2000 р., слідом за вугіллям (39 %), випередивши атомну енергетику (17 %), природний газ (17 %) і нафту (8 %). Основну кількість електроенергії, що виробляється ВДЕ, отримано на гідроелектростанціях (92 %). Незважаючи на значний прогрес у розвитку, геотермальна, сонячна й вітрова енергетика забезпечили в 2000 р. менше 3 % від загального внеску ВДЕ, хоча вже у 2002 р. ця цифра зросла до 4 % [2].

Висновки. Отже, можна зробити наступні висновки. Енергетичні ресурси (джерела енергії) — це матеріальні об'єкти, в яких зосереджена енергія, придатна для практичного використання людиною. Як згадувалося раніше, енергоресурси поділяють на первинні та вторинні. Первинні енергоресурси — це природні ресурси, які не переробляли і не перетворювали: сира нафта, природний газ, вугілля, горючі сланці, вода річок і морів, гейзери, вітер тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Калетник Г.М.* Розвиток ринку біопалив в Україні [Текст] / Г.М. Калетник // — К.: Аграрна наука, 2008. — 464 с.
2. *Адаменко О.В.* Альтернативные топлива и другие нетрадиционные источники энергии [Текст] / О.В. Адаменко и др. // Санкт-Петербург, Биотопливный портал WOOD-PELLETS.COM, 2005 г. 315 с.

Науковий керівник: А.В. Башта

15. ПОВЗУЧИСТЬ ТА ТРИВАЛА МІЦНІСТЬ СТАЛІ 20 ПРИ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

О.Д. Борulyкo

Національний університет харчових технологій

При високих температурах істотне значення має явище повзучості матеріалів (кріп), що полягає в зрості пластичної деформації із часом при постійному напруженні, що не викликає пластичних деформацій при короткочасній дії навантаження. Залежно від величини напруження й температури деформація, що відбувається в результаті повзучості, може або припинитися, або тривати до руйнування матеріалу [1, 2].

На рис.1,а наведені криві повзучості сталі при постійній температурі для напружень $\sigma_1 < \sigma_2 < \sigma_3 < \sigma_4 < \sigma_5$. На рис.1, б — криві повзучості при постійному напруженні, але різних температурах, при чому $T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < T_5$.

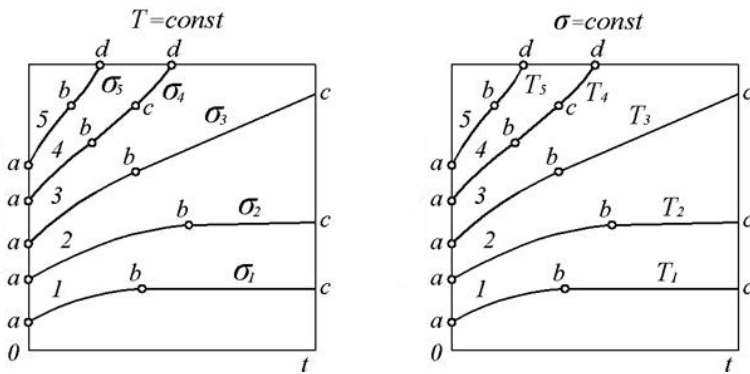


Рис. 1. Криві повзучості сталі

Як видно з порівняння графіків, збільшення напруження при постійній температурі й підвищення температури при постійному напруженні впливають на повзучість матеріалу, а саме — швидкість повзучості збільшується.

Окремі ділянки кривих рис. 1. характеризують різні швидкості наростання деформації. Розглянемо, наприклад, криву 4. Вертикальний відрізок *Oa* зображує подовження, отримане відразу ж після навантаження. Ділянка *ab* — це ділянка несталої повзучості, тому що швидкість її тут згодом убуває. Прямолинійна ділянка *bc* називається ділянкою сталої повзучості, що характеризується постійною швидкістю. Ділянка *cd* характеризує зростання швидкості повзучості, що закінчується руйнуванням зразка (точка *d*).

Інші криві повзучості відрізняються від кривої 4 тим, що в них відсутня та або інша ділянка. Так, криві 1, 2 і 3 зображують випадки, коли повзучість не викликає руйнування (на них відсутня ділянка *cd*). Крива 5 не має ділянки сталої повзучості (точка *b* і *c* злилися). Ця крива відповідає випадку, коли період несталої повзучості перемінюється відразу періодом зі зростаючою її швидкістю, що закінчується руйнуванням. Границя між цими двома періодами визначається крапкою перегину *b*.

Границю повзучості називається найбільше напруження, при якому швидкість або деформація повзучості при даній температурі за певний проміжок часу

не перевищує встановленої величини (наприклад, швидкості 0,0001 % / год., або деформації 1 % за 10000 год.)

Якщо границю повзучості визначають по величині деформації, то позначають її буквою σ із трьома числовими індексами: двома нижніми й одним верхнім. Перший нижній індекс відбиває задане подовження (сумарне або залишкове), %; другий нижній індекс — задану тривалість часу випробування, год.; верхній індекс — температуру, °С. Наприклад, запис $\sigma_{0,2/100}^{700}$ означає межа повзучості при допуску на деформацію 0,2 % за 100 год. випробування при температурі 700 °С. При цьому необхідно додатково вказати, по сумарній або залишковій деформації визначалася границя повзучості.

У випадку визначення границі повзучості по швидкості повзучості її варто позначати буквою σ із двома числовими індексами: одним верхнім і одним нижнім. Нижній індекс відбиває задану швидкість повзучості, %/год.; верхній — температуру випробування, °С.

Наприклад, $\sigma_{1 \cdot 10^{-5}}^{600}$ — це границя повзучості при швидкості $1 \cdot 10^{-5}$ %/год. при температурі 600 °С. При цьому необхідно додатково вказати час випробування, за який була досягнута задана швидкість повзучості.

Деталі, що працюють при високих температурах, розраховують на повзучість спеціальними методами з використанням експериментальних даних, що характеризують повзучість матеріалу. Метою таких розрахунків є визначення границь повзучості.

За результатами експериментального визначення швидкості повзучості V_0 при розтяганні зразків будують графіки в логарифмічних координатах. Експериментальні точки добре групуються біля деякої прямої.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Безникелевые* коррозионностойкие стали. METAL.COM. Metallургическая площадка. Режим доступа: <http://www.1metal.com/info/steels/outnickel>.

2. 12X18H10T. Пищевая нержавеющая сталь. [Электронный ресурс]. Группа компаний «Элекмет». Марочник сталей. Режим доступа:

http://www.elecmet.ru/spravochnik/stal/nerj/marks/marks_15.html.

Науковий керівник: А.В. Башта

16. УПРАВЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННЫМ СОСТОЯНИЕМ В СИСТЕМЕ «ОСНОВА — ПОКРЫТИЕ»

О.С. Гончаренко

Национальный университет пищевых технологий

Композиция «основа-покрытие» представляет собой сложную систему, т.е. такую, по И. Пригожину, «знание о которой ограничено и неопределенность во времени возрастает». Покрытия призваны приводить к повышению прочности и работоспособности элементов узлов трения при нагружении. Однако, в ряде случаев, вопреки ожиданиям, эксплуатационные характеристики поверхностей с покрытиями, оказываются ниже, чем без покрытия. Это объясняется преждевременным разрушением

рабочих поверхностей с покрытиями в результате адгезионного отслоения и (или) когезионного растрескивания, которые могут произойти еще до начала эксплуатации в результате действия остаточных напряжений в изделии или в процессе его термобарического нагружения. Проблема, связанная с разрушением поверхностных слоев, может быть решена за счет выбора геометрических параметров покрытия.

В работе были разработаны подходы по созданию PVD-покрытий дискретного типа, основанные на определении параметров покрытий с учетом знака и уровня остаточных напряжений. Так, предельный размер дискретного участка покрытия, стойкого к адгезионному отслоению в результате вспучивания под воздействием остаточных напряжений сжатия, определяли на основе теории устойчивости. Избежать когезионного растрескивания покрытия под воздействием напряжений растяжения предлагалось созданием регулярного дискретного рельефа с размером участков покрытия, определенным из расчета шага трещин [1, 3].

Расчет НДС системы «основа — покрытие» осуществлялся методом конечных элементов в программном комплексе MSC Visual Nastran for Windows и в пакете Ansys/Multiphysics.

При решении задачи для дискретных покрытий, выявлено влияние геометрических параметров покрытия на напряженность поверхности адгезионного контакта. Показано, что дискретизация покрытия приводит к тому, что касательные напряжения τT , отвечающие за отслоение покрытия, на поверхности адгезионного контакта «основа-покрытие дискретного типа» уменьшаются в 1,5 – 2,5 раза по сравнению с касательными напряжениями в системе «основа-сплошное покрытие». При этом, касательные напряжения тем меньше, чем меньше протяженность дискретного участка. Для более тонких покрытий ($h_{п} = 2$ мкм) эта зависимость относительно слабая, в то время как для покрытий толщиной более 4 мкм уменьшение протяженности дискретного участка с 120 мкм до 40 мкм позволяет уменьшить напряженность поверхности контакта «основа-покрытие» в 1,28 – 1,45 раза (рис. 2).

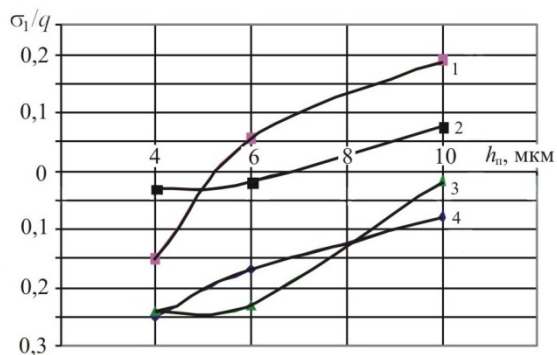


Рис. 1. Зависимость максимальных относительных главных напряжений σ_1/q в покрытии TiN при коэффициенте трения $\mu = 0,5$ (1, 2) и $\mu = 0,2$ (3, 4) от толщины покрытия для основ: 1, 4 — сталь 6ХВГ; 2, 3 — сплав ВК8

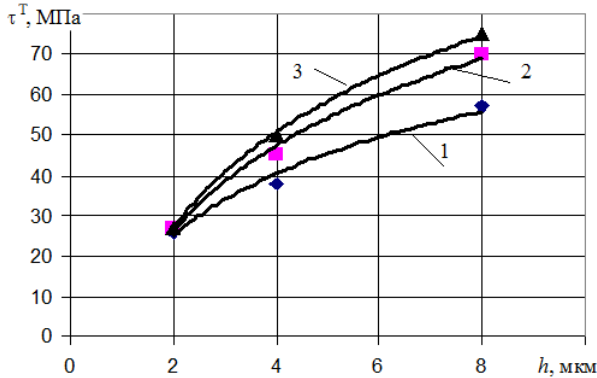


Рис. 2. Зависимость максимальных касательных термонапряжений τ^T на поверхности адгезионного контакта «основа Т15К6-покрытие TiN» от толщины покрытия при температуре контакта 800 °С:
1 – $D = 40$ мкм; 2 – $D = 80$ мкм; 3 – $D = 120$ мкм

Полученные результаты — исходная база для выбора оптимальных геометрических параметров покрытий, обеспечивающих отсутствие разрушения рабочих поверхностей с покрытиями в условиях эксплуатационного нагружения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. — М.: Прогресс, 1986. — 432 с.;
2. Сорока Е.Б., Клименко С.А., Копейкина М.Ю. Обеспечение адгезионной и когезионной прочности вакуумно-плазменных покрытий из (TiAl)N и TiN // Деформация и разрушение материалов. — 2010. — № 5. — С. 26 – 31.;
3. Рудаков К.М. FEMAP. Геометричне та скінченно-елементне моделювання конструкцій у MSC.visualNastran for Windows: Посібник. — К.: НТУУ «КПІ», 2005. — 218 с.

Науковий керівник: О.М. Шикуча

17. ТЕХНОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДЕЯКІ СПОСОБИ ЇХ ОБРОБКИ

Д. Вдовін

Національний університет харчових технологій

Деформація — зміна форми і розмірів твердого тіла під впливом прикладених до нього навантажень. Розрізняють деформацію пружну (оборотну) і пластичну (необоротну).

Пружною деформацією називають таку, яка зникає після зняття навантажень, тобто тіло відновлює свою початкову форму. Пластична деформація залишається після зняття зовнішньої навантаженні, (тіло не відновлює початкову форму і розміри). Пластична деформація супроводжується зсувом однієї частини кристала щодо іншої на відстань, що значно перевищують відстані між атомами в кристалічній решітці металів і сплавів.

Здатність металів і сплавів до пластичної деформації має важливе практичне значення, тому що всі процеси обробки металів тиском засновані на пластичному деформуванні заготовок.

Величина пластичної деформації не безмежна, за певних її значеннях може починатися руйнування металу [1].

При пластичній деформації змінюється не тільки форма, а й властивості деформованого металу. У реальному напівкристалічному металі відбувається зміна форм зерен, а також орієнтація їх певних кристалографічних осей у напрямі течії металу.

Переважаюча орієнтація зерен називається текстурою. Текстура металів обумовлює анізотропію їх механічних, магнітних і електричних властивостей. У загальному випадку анізотропія властивостей металу негативно позначається при подальшій його обробці та експлуатації виробів. У деяких випадках спеціально прагнуть створити максимально текстурованим в певних напрямках для підвищення механічної міцності або магнітно-електричних властивостей.

У залежності від температурно-швидкісних умов деформування розрізняють холодну і гарячу деформацію.

Холодна деформація характеризується зміною форми зерен, які витягуються в напрямку найбільш інтенсивної течії металу. При холодній деформації формозмінення супроводжується зміною механічних та фізико-хімічних властивостей металу. Це явище називають зміцненням (наклепом) [2].

Зміна механічних властивостей у тому, що при холодній пластичній деформації в міру її збільшення зростають характеристики міцності, а характеристики пластичності знижуються. Метал стає більш твердим, але менше пластичним. Зміцнення виникає внаслідок повороту площин ковзання, збільшення спотворень кристалічної решітки в процесі холодного деформування (накопичення дислокацій біля кордону зерен).

Зміни холодної деформації в структуру і властивості металу не оборотні. Вони можуть бути усунені, наприклад за допомогою термічної обробки (відпалом).

У цьому випадку відбувається перебудова, при якій за рахунок додаткової теплової енергії, збільшується рухливість атомів і в твердому металі без фазових перетворень з безлічі центрів ростуть нові зерна замінюють собою витягнуті «деформовані зерна».

Явище зародження і зростання, нових зерен замість деформованих, витягнутих, яке відбувається при певних температурах, називається рекристалізацією.

Для чистих металів рекристалізація починається при абсолютній температурі, рівній 0,4 абсолютній температурі плавлення металу. Гаряча обробка металів тиском проводиться при температурах, значно перевищують температуру їх рекристалізації. При цьому мікроструктура металу після обробки тиском виявляється без слідів зміцнення. Зерна в металі виходять чим дрібніше, тим більше ступінь деформації.

Перед гарячою обробкою тиском метали і сплави нагрівають до певної температури (початок гарячої обробки тиском) для підвищення їх пластичності і зменшення опору деформації. Однак у процесі обробки температура металу знижується.

Способи обробки металів тиском. Обробка металів тиском дає можливість отримати виріб, який отримує остаточну форму після додаткової обробки, або готовий виріб, не потребує подальшої зміни розмірів. Обробка тиском забезпечує масове виробництво деталей однакового розміру з мінімальними витратами часу та праці [3].

Цей вид обробки має ряд істотних переваг перед іншими способами щодо продуктивності та економії металу, оскільки в результаті одноразового прикладання зусилля можна значно змінити форму і розміри деформованої заготовки.

Крім того, пластична деформація супроводжується зміною фізико-механічних властивостей металу, заготовки, що можна використовувати для отримання деталей з найкращими експлуатаційними властивостями (міцністю, жорсткістю, високу зносостійкість і т.д.) при найменшій їх масі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колесов С.М. «Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів»: — М.: Вища шк., 2004. — 512 с.: Іл.
2. Арзамас Б.М. «Матеріалознавство». М.: Из МГТУ ім. Н.Е. Баумана, 2003. — 648с.: Іл.
3. Ройтман І.А., Кузьменко В.І. «Основи машинобудування в кресленні» М.: Гуманит. вид. центр ВЛАДОС, 2000. — Кн. 1. — 224 с.: Іл.

Науковий керівник: А.В. Башта

18. БІОГАЗ

Є.О. Клименко

Національний університет харчових технологій

Біогаз — різновид біопалива. У сільськогосподарському виробництві, зокрема в рослинництві, основним джерелом біогазу є гній і побічна продукція рослинництва — солома зернових, хлібів, стебла кукурудзи, гичка цукрових буряків, картопляне бадилля. Понад 90 % цієї органічної речовини припадає на солому.

Біогаз, одержуваний з відходів життєдіяльності тварин і птахів, може замінити в Україні 6 млрд. м³ природного газу, однак для його одержання необхідні значні інвестиції, строк окупності яких складає 4 – 5 роки. Китай проектує через кілька років довести виробництво біогазу до 100 – 120 млрд. м³. Щорічні потреби споживання в Україні становлять 70 млрд. м³ природного газу.

При утилізації біомаси одержують біогаз, який є нетрадиційним енергоносієм. Крім того, залишається нерозщеплена мікроорганізмами органічна маса (шлам) та рідина, яку називають надосадною. Осад можна використовувати як добриво [2, 3].

При проектуванні або виборі проекту біогазової установки треба мати дані про хімічний склад біомаси, її кількість, динаміку надходження. Так, гній надходить з тваринницьких комплексів рівномірно, солома — сезонно, хоч запаси її можуть бути значними і використовувати її можна протягом року. Основою виробництва біогазу є метаногенез — процес ферментації біомаси, у тому числі гною, за допомогою природної метаногенної мікрофлори. Процес триває 26 – 30 діб (іноді довше). З 1 кг сухої речовини гною залежно від якості мають близько 0,2 – 0,7 м³ біогазу. З гною великої рогатої худоби його одержують 0,2 – 0,4, свинячого — 0,3 – 0,7, з курячого посліду — 0,8 – 1,2 м³.

Процес метаногенезу відбувається в анаеробних умовах. Розрізняють 3 етапи метаногенезу. На першому етапі високомолекулярні біополімерні сполуки (вуглеводи, особливо клітковина, білки, нуклеїнові кислоти та ліпіди, жири, жироподібні речовини (фосфогліцериди, гліколіпіди, стероїди, віск та ін.) розкладаються до низькомолекулярних органічних речовин — моно- та олігосахаридів, амінокислот і пептидів, пуринових і піримідинових азотистих основ, гліцерину, карбонових кислот, діоксиду вуглецю і водню. Органічні сполуки розкладаються за допомогою гідролаз (ферментів, які здійснюють гідроліз сполук, розщеп-

люють складні органічні сполуки з приєднанням води). Вони синтезуються анаеробними мікроорганізмами, які не утворюють спор.

На другому етапі метаногенезу з одержаних на першому етапі за допомогою кислотоутворюючих мікроорганізмів утворюються різні органічні кислоти. Ці кислоти окислюються переважно до ацетату і діоксиду вуглецю. Утворюються також водень, аміак, сірководень.

На третьому етапі за участю ферментів, що їх продукують спорові і неспороутворюючі сарцинові і сарциноподібні мікроорганізми, органічні речовини перетворюються на метан і діоксид вуглецю. Отже, процес метаногенезу здійснюється різними анаеробними мікроорганізмами — метаногенами, які зброджують вуглеводи, розкладають клітковину, білки, пептиди, амінокислоти з утворенням аміаку, спричинюють деструкцію ліпідів та ін. Метаногени — найбільш давні бактерії. До складу біогазу входить 50 – 70 % метану, 30 – 40 % діоксиду вуглецю, певна кількість сірководню, є домішки водню, аміаку, оксиду азоту.

Щодо відходів деревини деревообробної промисловості різних порядків, слід відзначити, що зазвичай такі відходи традиційно використовуються на тих же підприємствах, на яких вони утворилися для забезпечення власних потреб (обігрів приміщень, сушка ділової деревини). До того ж для таких відходів, як тріска та тирса, є набагато більш енергоефективні технології, такі як виробництво деревинних панелей (ДСП, МДФ) або використання у хімічній промисловості.

Як швидкоростучу деревину використовують певні породи верби та тополі. Вони висаджуються на визначених площах та вирощуються протягом кількох років, після чого збираються за допомогою спеціальних видів комбайнів. Дуже поширено вирощування швидкоростучої деревини у Швеції [2].

Досвід цієї країни передався і іншим (наприклад, Франції). Проте в цій країні віддають перевагу іншому шляху застосування швидкоростучої деревини — очищенню стічних вод.

Проаналізувавши все вище сказане можемо зробити висновок, що виробництво і споживання біогазу вирішує відразу три проблеми: економічну, енергетичну і агрохімічну, що є досить необхідним для України в першу чергу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Василенко М.* Україна: енергосбереження в пищевій промисленности [Текст] / М. Василенко и др. // — К.: Энергетический центр, 1997 — 100 с.

2. *Сиротюк М.І.* Поновлювані джерела енергії : навч. посіб. [Текст] / за ред. С.І. Кукурудзи // Львівськ. нац. ун-т ім. І. Франка. — Л. Видцентр ЛНУ ім. І. Франка, 2008. — 248 с.

3. www.biomass.kiev.ua [Електронний ресурс]

Науковий керівник: Д.В. Риндюк

19. ТЕРМІЧНЕ РОЗКЛАДАННЯ ДЕРЕВИНИ

А.В. Кузьменко

Національний університет харчових технологій

Термічне розкладання (піроліз) деревини — це розкладання деревини без доступу повітря під дією високої температури. В результаті цього процесу виходять тверді, рідкі та газоподібні продукти. Тверді продукти залишаються у

вигляді деревного вугілля в апараті, в якому ведеться піроліз, а рідкі та газо-подібні продукти виділяються спільно у вигляді парогазової суміші. Парогазову суміш розділяють шляхом охолодження на конденсат (жижку) і неконденсуючі гази. Жижку переробляють на оцтову кислоту, метиловий спирт, смолу та інші продукти, а не конденсуючі гази спалюють як паливо.

Піроліз деревини. Процес розкладання деревини при піролізі можна поділити на чотири стадії:

- 1) сушку;
- 2) початок розкладання;
- 3) утворення, випаровування і сублімацію основної кількості продуктів розкладання деревини, що протікають при 270 – 450 ° С з бурхливим виділенням тепла (екзотермічний процес);
- 4) прожарювання вугілля до кінцевої температури зазвичай не вище 550 – 600 ° С і видалення залишків летючих речовин.

Крім третьої стадії, всі стадії процесу потребують підведення тепла ззовні. Тепловий ефект процесу терморозпаду деревини залежить від умов проведення піролізу і мало залежить від типу і конструкції апарату. Величина нижчого теплового ефекту становить 1000 – 1250 кДж / кг, або 5 – 6 % від теплоти згорання вихідної деревини [1,2].

В апаратах періодичної дії стадії процесу протікають послідовно в часі, тоді як в апараті безперервної дії в один і той же час в верхній зоні відбувається сушка, нижче — нагрівання деревини до температури екзотермічної реакції, у середній зоні — розкладання деревини та прожарювання вугілля і в нижній — охолодження вугілля перед вивантаженням. Тому при роботі апарату періодичної дії склад парогазової суміші в ході процесу змінюється, а при безперервному процесі залишається у часі практично постійним.

Піролізуємим паливом може бути гранульоване деревне паливо (енерго-пелети), брикетоване біопаливо, торф, відходи лісопереробки, дрова і т. п. Кожен вид палива має свої властивості, і це потрібно враховувати при конструюванні будь-яких елементів енергоустановки.

Першим з компонентів деревини, вже при температурі дещо нижчою за 150 °С, починає розпадатися ксилан, але в основному його розпад йде при 250 – 260 °С з утворенням фурфуролу, оцтової кислоти і газів. Розпад лігніну починається внаслідок гетеро- і гемолітичної дисоціації хімічних зв'язків між структурними одиницями лігніну і всередині них призводить до утворення низькомолекулярних летких з'єднань і повної перебудови первинної структури лігніна. Процес деполімеризації целюлози протікає при температурі вище 300 ° С. Як целюлоза, так і лігнін при піролізі дають вугілля, гази і смолу. Однак з целюлози вихід вугілля дорівнює 35 %, а з лігніна-близько 50 %. Гази, отримані при розкладанні лігніну, містять близько 50 % CO, 35 – 40 % CH₄ і лише трохи CO₂, тоді як целюлоза дає низькокалорійний газ, що складає більше 60 % CO. Утворення метану (CH₄) відбувається в основному за рахунок метоксильних груп лігніну.

Ароматичні сполуки, що містяться в деревних смолах (феноли тощо), утворюються при термічному розкладанні лігніну, аліфатичні сполуки — в основному з целюлози та інших полісахаридів.

Оцтова кислота виходить з целюлози в кількості 2 – 3 %, з лігніну — близько 1 %. Основним її джерелом є ацетильні групи деревини, вміст яких більший в

деревині листяних порід, тому вихід оцтової кислоти з порід листяної деревини вище, ніж із хвойної. Деревині листяних порід особливо берези і буку, надають перевагу при піролізу, так як з неї отримують більш якісне вугілля.

Метиловий спирт утворюється в основному з метоксильних груп метилглюкуронової кислоти, що входить до складу геміцелюлоз. Трохи метилового спирту утворюється з лігніну.

Фурфурол цілком виходить в результаті деструкції пентозанів і дегідратації пентоз, що утворюються при цьому. Якщо деревину перед піролізом просочити розведеною сірчаною кислотою, то вихід фурфуролу в кілька разів збільшиться.

Виконуючи термічне розкладання деревини з одночасним її окисненням, наприклад шляхом обробки її в водному середовищі киснем під тиском і при високій температурі, можна отримати з неї оцтову кислоту з виходом близько 15 % , а також мурашину кислоту.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гелетуша Г.Г., Железна Т.А.* Огляд сучасних технологій спалювання деревини з метою виробництва тепла і електроенергії. Частина 1. // Екотехнології і ресурсозбереження. — 1999. — № 5, с. 3 – 12.

2. *Белосельский Б.С., Барышев В.И.* Низкосортные энергетические топлива. Особенности подготовки и сжигания. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 136 с.

Науковий керівник: О.О. Осьмак

20. ПОЛІМЕРИЗАЦІЯ

Д.С. Корець

Національний університет харчових технологій

Реакція полімеризації (рос. полимеризация, англ. polymerization, нім. Polymerisation *f*) — реакція сполучення кількох молекул в одну без зміни елементарного складу вихідних речовин.

Полімеризація утворення високомолекулярних сполук (полімерів) з низькомолекулярних сполук (мономерів). Утворений полімер має такий же елементний склад, як і вихідна речовина (мономер).

Продукт полімеризації двох молекул називають димером, трьох — тримером, а багатьох — полімером. Вихідну речовину, з якої одержують полімер, називають мономером.

Здатність молекул до полімеризації обумовлюється наявністю подвійних або потрійних зв'язків, які розриваються і переходять в одинарні. Сполучення мономерів у полімери відбувається за місцем розриву подвійних чи потрійних зв'язків.

Полімерні матеріали і продукти їх переробки — каучук, пластмаси і синтетичне волокно — знаходять в сучасній техніці і побуті дуже широке і різноманітне застосування. В основі виробництва цих матеріалів лежать реакції полімеризації.

Прикладами реакції полімеризації є реакції, що відбуваються при отриманні поліетилену, поліхлорвінілу і синтетичного каучуку.

Полімер (рос. полимеры, англ. polymers, нім. Polymere *n pl*, Polymerisate *n pl*) — природні та штучні сполуки, молекули яких складаються з великого числа повторюваних однакових або різних за будовою атомних групвань, з'єднаних між собою хімічними або координаційними зв'язками в довгі лінійні або розгалужені ланцюги. Структурні одиниці, з яких складаються полімери називаються мономерами [1].

Розмір молекули полімеру визначається ступенем полімеризації n , тобто числом ланок у ланцюзі. Якщо $n = 10 \dots 20$, речовина відноситься до легких масел. Зі зростанням n збільшується в'язкість, речовина стає воскоподібною, нарешті, при $n = 1000$ утворюється твердий полімер. Ступінь полімеризації необмежений: він може бути 10^4 , і тоді довжина молекул досягає мікрометрів. Молекулярна маса полімеру дорівнює добутку молекулярної маси мономера та ступеня полімеризації. Зазвичай молекулярна маса перебуває в межах $10^3 \dots 3 \cdot 10^5$. Більша довжина молекул перешкоджає їхньому правильному впакуванню, і структура полімерів варіює від аморфної до частково кристалічної. Частка кристалічності значною мірою визначається геометрією ланцюгів. Чим ближче укладаються ланцюги, тим більш кристалічним полімер стає. Кристалічність, зазвичай, навіть у найкращому разі виявляється недосконалою.

Аморфні полімери плавляться в діапазоні температур, яка залежить не тільки від їхньої природи, але й від довжини ланцюгів; кристалічні мають точку плавлення.

В основу класифікації полімерів закладені різні ознаки: походження, склад, методи утворення, структура, галузі використання [2].

Так за походженням полімери поділяються на:

1. природні або натуральні, до яких відноситься велика група (білки, крохмаль, целюлоза, натуральний каучук, природний графіт та ін.).

2. синтетичні — утворені синтезом з низькомолекулярних речовин — мономерів (поліетилен з етилена, полістирол із стиrolа). Це ведуча група, тому що синтез дозволяє цілеспрямовано регулювати склад і властивості.

3. штучні — утворюються з природних полімерів шляхом їхньої хімічної модифікації (наприклад, при взаємодії целюлози з азотною кислотою утворюється нітроцелюлоза).

Природні полімери утворюються в результаті життєдіяльності рослин і тварин й утримуються в деревині, вовні, шкірі. До природних полімерів відносять протеїн, целюлоза, крохмаль, шелак, лігнін, латекс.

Зазвичай природні полімери піддаються операціям виділення очищення, модифікації, при яких структура основних ланцюгів залишається незмінною. Продуктом такої переробки є штучні полімери. Прикладами є натуральний каучук, виготовлений з латексу, целулоїд, що представляє собою нітроцелюлозу, пластифіковану камфорою для підвищення еластичності.

Основний органічний синтез базується на обмеженому числі вихідних з'єднань — продуктів переробки нафти і газу. Це в першу чергу етилен, пропілен, бутілен.

Ароматичні вуглеводні до 50-х років одержували з коксохімічної сировини. Зараз такі продукти, як бензол, толуол, ксилол, одержують з нафтової сировини шляхом крекінгу, дегідрогенізації нафтових вуглеводнів або циклізацією парафінових вуглеводнів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бреслер С.Е., Ерусалимский Б.Л., Физика и химия макромолекул, М. — Л., 1965; Энциклопедия полимеров, т. 1 — 3, М., 1972 — 77;

2. Берлин Ал. Ал., Вольфсон С.А., Кинетический метод в синтезе полимеров, М., 1973;

3. Оудиан Дж., Основы химии полимеров, пер. с англ., М., 1974;

Науковий керівник: А.В. Башта

21. ГРАНУЛЮВАННЯ РОСЛИННОЇ БІОМАСИ

О.І. Вакуленко

Національний університет харчових технологій

Біопаливо або біологічне паливо-органічні матеріали, такі як деревина, відходи та спирти, що використовуються для виробництва енергії. Це — поновлюване джерело енергії, на відміну від інших природних ресурсів, таких як нафта, вугілля і ядерне паливо. Офіційне визначення біопалива — будь-яке паливо мінімум з 80 % вмістом (за об'ємом) матеріалів, отриманих від живих організмів.

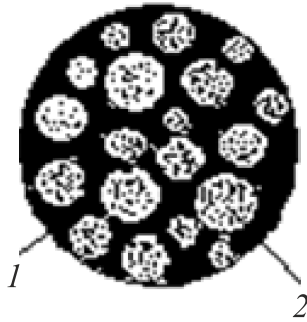


Рис. 1. Структура дисперсного матеріалу
1 — дисперсійне середовище,
2 — дисперсна фаза

Як відомо, дисперсний матеріал (рис. 1.) складається з дисперсійного середовища та дисперсної фази. Відмітимо, що дисперсна фаза не є однорідною. Це зумовлено тим, що до складу дисперсної фази, в даному випадку, входять різні хімічні сполуки.

Наприклад, деревна стружка складається з безпосередньо частинок дерева (дисперсна фаза) та повітря (дисперсійне середовище), що знаходиться між частками дерева.

Для дослідів були підготовлені гранули з різних матеріалів (див. табл.) методом пресування за допомогою гідравлічного пресу. Тиск, створюваний пресом, був в межах 200 – 250 МПа.

Для проведення випробувань зразків пресованої біомаси їх розташовували в робочій частині випробувальної машини (рис. 2). Для визначення деформаційних характеристик зразків пресованої біомаси верхню частину приспособи для випробування прикріпляли до динамометра випробувальної машини, а нижню частину до рухомої траверси. Після встановлення зразка у випробувальну машину, здійснювали попереднє навантаження зусиллям 10 ± 1 Н для виправлення можливих нерівностей тяг та зняття люфтів у системі навантаження [1].

За записаними діаграмами деформування були визначені $E = (P/F) / (\Delta h/h)$ — модуль пружності зразка (тангенс кута нахилу лінійної ділянки діаграми деформування у координатах «напруження σ — відносна деформація Δ »), де $\sigma = P/F$; $\varepsilon = \Delta h/h$; P — сила стискання, прикладена до зразка; F — площа поперечного перерізу зразка, та коефіцієнт Пуассона $\mu = |\dot{\varepsilon}_r/\dot{\varepsilon}|$, де $\dot{\varepsilon}$ — деформація в поперечному напрямленні, $\dot{\varepsilon}_r$ — поздовжня деформація.

Таблиця. Результати вимірювань модулів пружності досліджуваних зразків

№	Тип сировини досліджуваного зразка	Площа зразка F , мм ²	Висота зразка h , мм	Стискаюче навантаження P , Н	Швидкість траверси V , мм/хв.	Модуль пружності E , ГПа
1	Лущиння соняшника	1288	17,3	5000	10	3,4407
2	Стружка сосни	1288	15,8	5000	10	2,6804
3	Стружка дуба	1288	20,1	5000	10	2,9874

Отже, розробивши методика визначення реологічних властивостей дисперсних матеріалів, з'являється можливість їх подальшого використання для матема-

тичного моделювання процесу пресування, що в свою чергу, дасть змогу проводити більш точні конструктивні розрахунки при проектуванні відповідного обладнання, зменшити металоємність конструкції та матеріальні затрати.

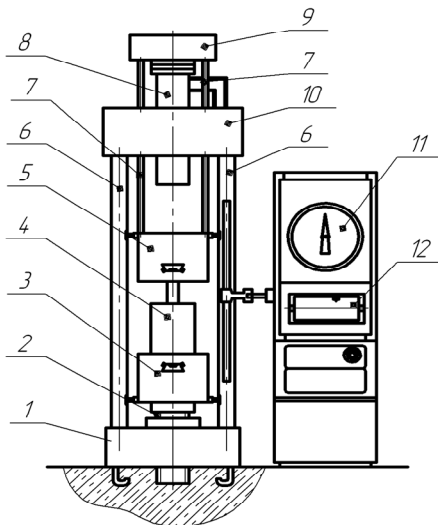


Рис. 2. Пристрій для проведення натурних експериментів по пресуванню дисперсних матеріалів
 1 — основа, 2 — гвинт, 3 — пасивний захват, 4 — прес матриця, 5 — активний захват, 6 — колона, 7 — тяга, 8 — траверса, 10 — траверса, 11 — динамометр, 12 — графічний пристрій



Рис. 3. Прес матриця з пуансоном

ЛІТЕРАТУРА

1. *Классен Н.П.* Основы техники гранулирования [Текст] / Н.П. Классен, И.Г. Гришаев, И.П. Шомин // — М.: Химия, 1982. — 272 с.

Науковий керівник: Д.В. Риндюк

22. БІОДИЗЕЛЬ — ПАЛЬНЕ МАЙБУТНЬОГО

В.А. Іщенко

Національний університет харчових технологій

Проблема прогресуючого виснаження нафтових ресурсів спонукає нині шукати альтернативні, поновлювані джерела палива для автомобільного транспорту. Протягом останніх 20 років не лише в спеціалізованих лабораторіях і дослідницьких центрах великих компаній, а й на урядовому рівні активно культивується ідея використання олій і тваринних жирів як основи для створення поновлюваного, екологічно безпечного палива для дизельних двигунів — біодизеля.

Біодизель — екологічно чистий вид біопалива, яке отримують із рослинної олії чи тваринного жиру і використовується для заміни нафтового дизельного палива. З хімічної точки зору пальне являє собою суміш метилових (етилових) моноалкілових ефірів довголанцюжкових жирних кислот (насичених і ненасичених).



Рис. 1. Чистий біодизель Б-100 з соєвих бобів

Біодизель це рідина жовтого кольору (може бути різних відтінків). Майже не змішується з водою, має високу температуру кипіння та низьку пружність пари. Відносно висока температура займання біодизелю 150 °С робить паливо досить безпечним у питанні протипожежної безпеки [1].

Густина біодизелю 0.86 г/см³. Виготовлений з незабрудненої сировини біодизель є нетоксичним. В'язкість біодизелю та звичайного дизельного пального однакова. Для отримання біодизельного палива використовуються рослинні або тваринні жири. Сировиною можуть бути рапсове, соєве, пальмове, кокосове масло, або будь-якого іншого масла-сирцю, а також відходи харчової промисловості. Розробляються також інші технології виробництва біодизеля.

Позначення палива що містить біодизель. Для позначення палива що містить біодизель застосовується літера «В»: В100 — 100 % біодизелю; В20 — 20 % біодизелю і 80 % звичайного (нафтового) дизельного пального.

Мільйони автомобілів в Європі працюють на біодизелі. Він використовується в чистому виді (В100) або, як суміш з нафтовим дизельним паливом. Чистий, без домішок біодизель може заливатись до баку будь-якого дизельного транспорту. Звичайні, не модифіковані, дизельні двигуни можуть працювати на біодизелі. Однак існує дискусія щодо ступеня безпечності використання біодизелю для таких двигунів. Оскільки біодизель кращий розчинник ніж звичайне дизельне пальне — він «прочищає» двигун, видаляє наліт з паливних трубок, і, отже, може призвести до засмічення інжектора. Багато автовиробників дуже позитивно налаштовані щодо використання біодизелю, наводячи нижчий рівень зношення двигуна, як одну з переваг цього пального. Однак при переході від звичайного дизельного пального до біодизелю, можливо, знадобиться заміна паливного фільтра. Більшість виробників оприлюднюють перелік автомобілів, які працюватимуть на 100 % біодизелі — наприклад, повний список, наданий концерном «Фольксваген». (Проте перед використанням біодизелю вперше доцільно проконсультуватись з автовиробником). Деякі автовиробники залишаються обережними в питанні використання біодизелю [1, 2].

Цікаві факти. Компанія Virgin Atlantic, що входить і конгломерат Virgin Річарда Бренсона, сьогодні повідомила про те, що наприкінці лютого відбудеться перший політ комерційного літака Boeing 747 – 400, який буде заправлений не традиційним авіаційним паливом, а новим біопаливом, нешкідливим для навколишнього середовища. Перший політ відбудеться з Лондонського аеропорту Хітроу до аеропорту Амстердама. Політ займе 80 хвилин. Разом з тим, у компанії роблять поправку на декілька обставин: по-перше тестовий політ буде виконаний без пасажирів, а по-друге в паливних баках літака все-таки буде присутній і

традиційне паливо, яке буде співвідноситися з біопаливом, як 80:20. Також в проєкті беруть участь компанії Boeing і General Electric Aviation.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Поліщук В.М.* Застосування біопалив для дизельних двигунів (Узагальнення досвіду) / В.М. Поліщук, С.В. Драгнев, І.І. Убоженко, М.Ю. Павленко, О.В. Поліщук // Науковий вісник Національного аграрного університету. — Київ, 2008. — № 125. — С. 315 – 319.

2. *Мироненко В.Г.* Технології виробництва біодизеля: [курс лекцій для студ. сільськогосп. вищ. навч. закл.] / Мироненко В.Г., Дубровін В.О., Поліщук В.М., Драгнев С.В. — К.: ХОЛТЕХ, 2009. — 100 с

Науковий керівник: О.О. Серьогін

23. СОНЯЧНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ БАШТОВОГО ТИПУ З ЦЕНТРАЛЬНИМ ПРИЙМАЧЕМ

В.Д. Коренга

Національний університет харчових технологій

У цих системах використовується обертове поле відбивачів-геліостатів. Вони фокусують сонячне світло на центральний приймач, споруджений на верху вежі, який поглинає теплову енергію і приводить в дію турбогенератор. Керована комп'ютером двоосна система стеження встановлює геліостати так, щоб відбиті сонячні промені були нерухомі і завжди падали на приймач. Циркулююча в приймальнику рідина переносить тепло до теплового акумулятора у вигляді пари. Пар обертає турбіну для вироблення електроенергії, або безпосередньо використовується в промислових процесах. Температури на приймальнику досягають від 538 до 1482 °С.



Перша баштова електростанція під назвою «Solar One» поблизу Барстоу (Південна Каліфорнія) з успіхом продемонструвала застосування цієї технології для виробництва електроенергії. Підприємство працювало в середині 1980-х. На ньому використовувалася водно-парова система потужністю 10 МВт. У 1992 р. консорціум енергетичних компаній США прийняв рішення модернізувати «Solar One» для демонстрації приймача на розплавлених солях і теплоаккумуляторами системи. Завдяки акумуляції тепла баштові електростанції стали унікальною геліотехнологією, що дозволяє диспетчеризацію електроенергії при коефіцієнті навантаження до 65 %. У такій системі розплавлена сіль закачується з «холодного» бака при температурі 288 °С і проходить через приймач, де нагрівається до 565 °С, а потім повертається в «гарячий» бак. Тепер гарячу сіль у міру потреби можна використовувати для вироблення електрики. У сучасних моделях таких установок тепло зберігається протягом 3 — 13 годин [1,2].

«Solar Two» — баштова електростанція потужністю 10 МВт в Каліфорнії — це прототип великих промислових електростанцій. Вона вперше дала електрику в квітні 1996 р., що стало початком 3-річного періоду випробувань, оцінки та дослідної вироблення електроенергії для демонстрації технології розплавлених солей. Сонячне тепло зберігається в розплавленій солі при температурі 550 °С,

завдяки чому станція може виробляти електрику вдень і вночі, в будь-яку погоду. Успішне завершення проекту «Solar Two» має сприяти будівництву таких веж на промисловій основі в межах потужності від 30 до 200 МВт.

Електростанції баштового типу, завдяки своїй ефективній тепло-аккумуляуючій здібності, також можуть стати сонячними електростанціями недалекого майбутнього. Модульний характер «тарілок» дозволяє використовувати їх в невеликих установках. Вежі й «тарілки» дозволяють досягти більш високих значень ККД перетворення сонячної енергії в електричну при меншій вартості, ніж у параболічних концентраторів. Однак, залишається неясним, чи зможуть ці технології досягти необхідного зниження капітальних витрат. Параболічні концентратори нині — вже апробована технологія, яка чекає свого шансу на вдосконалення. Баштові електростанції потребують демонстрації ефективності та експлуатаційної надійності технології розплавлених солей при використанні недорогих геліостатів. Для систем тарілкового типу необхідно створення хоча б одного комерційного двигуна і розробка недорогого концентратора.

Технології одержання сонячної теплової електроенергії, засновані на концентрації сонячного світла, перебувають на різних етапах розробки. Параболічні концентратори вже сьогодні застосовуються в промисловому масштабі: в пустелі Мохаве (штат Каліфорнія) потужність установки становить 354 МВт. Сонячні електростанції баштового типу проходять фазу демонстраційних проектів. Пілотний проект під назвою «Solar Two» потужністю 10 МВт проходить випробування в м. Барстоу (США). Системи тарілкового типу проходять стадію демонстраційних проектів. Кілька проектів перебувають у конструкторській розробці. У м. Голден (США) працює 25-кіловатна станція-прототип. Сонячні теплові електростанції відрізняє ряд особливостей, які роблять їх вельми привабливими технологіями на розширенні світовому ринку відновлюваної енергії.

У 2005 році сонячна електростанція була остаточно демонтована відповідно до рішення Міністерства палива та енергетики України. Теплові сонячні електростанції за останні кілька десятиліть подолали важкий шлях. Продовження проектно-конструкторських робіт має зробити ці системи більш конкурентоздатними в порівнянні з використанням викопного палива, збільшити їх надійність і створити серйозну альтернативу в умовах всезростаючого попиту на електроенергію.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Making Sense of Trends // Scientific American.* — 2010. — V. 303. — № 5, November. — P. 61.

2. *Matthew L. Wald. How to Build the Supergrid // Scientific American.* — 2010. — V. 303. — № 5, November. — P. 36 – 41.

Науковий керівник: О.О. Осмак

24. ЕНЕРГІЯ ВІТРУ

Д. Дьоміна

Національний університет харчових технологій

Сила вітру це одне з найстародавніших використовуваних людством джерел енергії, яке, безперечно, є одним з найбільш економічних. Мореплавці використовували силу вітру для морських подорожей під вітрилами ще за 3500 років до нової ери. Прості вітряки були широко поширені в Китаї 2200 років тому. На Середньому Сході, в Персії, близько 200 року до н.е. почали використовуватися вітряки з вертикальною віссю для перемелювання зерна. Перші персидські вітряки виготовлялися з

в'язанок очерету, які прикріплялися до дерев'яної рами, що оберталася, коли дув вітер; стіна навколо вітряка спрямовувала потік вітру проти лопатей. Використовували енергію вітру з давніх часів і в Україні. 1917 року тут було близько 30 тисяч вітряків, потужність яких становила близько 200 тис. кВт. З початком колективізації кількість вітряків значно зменшилася, а прагнення до гігантизму в радянські часи практично витіснило їх із використання. Лише починаючи з 90-х років ситуація з вітроенергетикою в Україні змінилася на користь її розвитку [1, 2].

Енергія вітру вічно поновлювана й невичерпна, поки гріє Сонце. Вітер утворюється на землі в результаті нерівномірного нагрівання її поверхні Сонцем. Повітря над водною поверхнею впродовж світлої частини доби залишається порівняно холодним, оскільки енергія сонячного випромінювання витрачається на випаровування води та поглинається нею.

Аналогічно відбуваються зміни напрямку вітрів у гірській місцевості, де протягом дня тепле повітря піднімається вздовж схилів, а вночі холодне повітря спускається в долини.

Для кожної місцевості зміна швидкості вітру за висотою (епюра швидкостей вітру) має характерний вигляд, наведений на рис. 1.

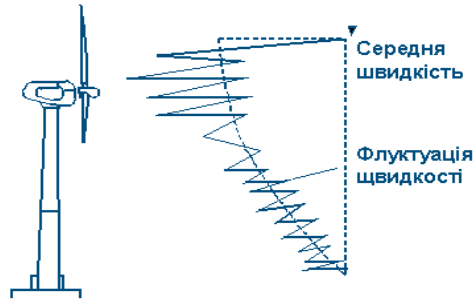


Рис. 1. Епюра швидкостей вітру над певною місцевістю

На малюнку видно, що крім середньорічної швидкості для кожної місцевості є свій профіль швидкостей, який, впливає на величину швидкісного напору. Ось чому для ефективного уловлювання вітру є своя оптимальна висота розташування вітроагрегату над рівнем землі. Так само, як і для середньорічної швидкості, попередньо робляться дослідження ефективної висоти розташування вітроагрегату при різних вітрових навантаженнях і потужностях самого вітроагрегату. Є дві принципово різні конструкції вітроустановок: з горизонтальною і вертикальною віссю обертання. Більш поширені вітроустановки з горизонтальною віссю (рис. 2).

Основними елементами вітроенергетичних установок є вітроприймальний пристрій (лопаті), редуктор передачі крутільного моменту до електрогенератора, електрогенератор і башта. Вітроприймальний пристрій разом з редуктором передачі крутільного моменту утворює вітродвигун. Завдяки спеціальній конфігурації вітроприймального пристрою в повітряному потоці виникають несиметричні сили, що створюють крутільний момент.

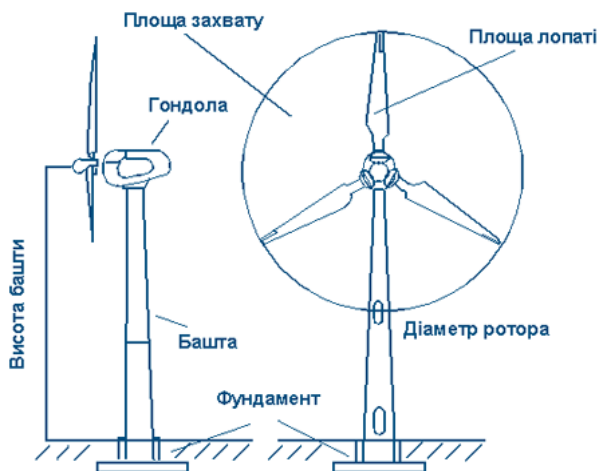


Рис. 2. Принципова схема вітроустановки

Оскільки вітер може змінювати свою силу та напрямок, вітрові установки обладнуються спеціальними пристроями контролю та безпеки. Вітроенергетичні установки з вертикальною віссю обертання мають перевагу перед установками з горизонтальною віссю, яка полягає насамперед в тому, що зникає необхідність у пристроях для орієнтації на вітер, спрощується конструкція та знижуються гіроскопічні навантаження, які зумовлюють додаткову напругу в лопатях, системі передач та інших елементах установки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабієв Г.М., Дероган Д.В., Щокін А.Р. Перспективи впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні. // Електричний енергії в Україні. // Електричний журнал. — Запоріжжя: ВАТ «Гамма», 1998. — № 1. — С. 63 – 64.
2. Дероган Д.В., Щокін А.Р. Перспективи використання енергії та палива в Україні з нетрадиційних і відновлюваних джерел. // Бюл. «Новітні технології в сфері нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії», Київ: АТ «Укренергозбереження», 1999. — № 2, — С. 30 – 38.

Науковий керівник: О.О. Осьмак

25. СИНТЕЗ-ГАЗ

В.В. Охріменко

Національний університет харчових технологій



Синтез-газ — це газова суміш, яка містить різні кількості монооксиду вуглецю і водню, а також малу кількість діоксиду вуглецю. Існують різні методи отримання синтез-газу, в промисловості отримують паровою конверсією метану (або рідких вуглеводнів), парціальним окисненням метану, в невеликих масштабах хімічною переробкою деревини і газифікацією відходів, газифікацією вугілля; в перспективі останній метод, очевидно, стане домінуючим.

Історія знає немало прикладів, коли в силу гострої необхідності народжувались нові оригінальні підходи для вирішення давно існуючих життєво важливих проблем. Так, довоєнна Німеччина, була позбавлена доступу до нафтових джерел, назрівав великий дефіцит палива, необхідного для функціонування воєнної техніки. Але, маючи в своєму розпорядженні великі запаси викопного вугілля, Німеччина була вимушена шукати шляхи його перетворення в рідке паливо. Ця проблема була успішно вирішена зусиллями талановитих хіміків, з яких перед усім варто згадати Франка Фішера, директора Інституту кайзера Вільгельма по вивченню вугілля [1].

В 1926-му році була опублікована робота Ф. Фішера і Г. Тропша «Про прямий синтез нафтових вуглеводнів при звичайному тиску», в якому повідомлялось, що при відновленні воднем моно оксиду вуглецю при атмосферному тиску в присутності різних каталізаторів (Fe-оксид цинку або кобальту-оксид хрому) при температурі 270 °C отримуються рідкі, і навіть тверді гомологи метану.

Так виник знаменитий синтез вуглеводнів із монооксиду вуглецю і водню, який з того часу називається синтезом Фішера-Тропша. Суміш CO і H₂ в різних співвідношеннях, названа синтез-газом, легко може бути отримана як з вугілля.

Варто також відмітити, що до моменту розробки синтезу Фішера-Тропша існував інший метод отримання рідкого палива — не із синтезу газу, а безпосередньо з вугілля прямою гідрогенізацією. В цій області значних успіхів добився також німецький хімік Ф. Бергіус, який в 1911-му році отримав з вугілля бензин. Для справедливості, варто відмітити, що синтез Фішера-Тропша виник не на пустому місці — до того часу існували наукові передумови, які базувались на досягненнях органічної хімії і гетерогенного каталізу. Ще в 1902-му році П. Сабатьє і Ж. Сандеран вперше отримали метан з CO і H₂. В 1908-му році Є. Орлов відкрив, що при пропусканні монооксиду вуглецю і водню над каталізатором, який складався з Ni і Pd, нанесених на вугілля, отримується C₂H₄.

Промисловість синтетичного рідкого палива досягла найбільшого підйому в роки другої світової війни. Достатньо сказати, що синтетичне паливо майже повністю покривало потреби Німеччини в авіаційному бензині. Після 1945-го року в зв'язку з бурхливим розвитком нафтовидобування і падінням цін на нафту відпала необхідність синтезу рідких палив із CO і H₂. Наступив нафтохімічний бум, але в 1973-му році почалась нафтова криза — нафтовидобувні країни ОПЕК (Організація країн — експортерів нафти — Organization of Petroleum Exporting Countries) різко підвищили ціни на сиру нафту, і світове співтовариство вимушене було усвідомити реальну загрозу виснаження в доступні для огляду терміни дешевих і доступних нафтових ресурсів [2].

Світові запаси вугілля скромні, вони, по різних оцінках, більше ніж в 50 раз перевищують нафтові ресурси, і їх може вистарчити на сотні років. Не має ніяких сумнівів, що в майбутньому ключову роль не тільки і не стільки для вироблення «вугільних» палив (тут важко конкурувати з нафтовим паливом), а перед усім для різноманітного органічного синтезу. В наш час в промислового масштабі по методу Фішера-Тропша виробляють бензин, газойль і парафіни тільки у Південній Африці. На установках фірми «Sasol» виробляють біля 5 млн. т/рік рідких вуглеводнів.

Першим способом отримання синтез-газу була газифікація кам'яного вугілля, яка була здійснена ще в 30-ті роки XIX століття в Англії з метою отримання горючих газів: водню, метану, монооксиду вуглецю. Цей процес широко використовувався в багатьох країнах до середини 50-тих років XX тисячоліття, а

потім був витіснений методами, основаними на використанні природного газу і нафти. Але в зв'язку з зменшенням нафтових ресурсів вагомість процесу газифікації знову стала зростати.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Knoef H.A., Stassen H.E.* Energy generation from biomass and waste in the Netherlands: A brief overview and perspective *Renewable Energy*, Volume 6, Issue 3, April 1995 pp. 329 – 334.

2. *Энергетическое использование древесных отходов.* Головкин СИ., Коперин И.Ф., Найденев В.И. 1987 г.

3. *Україна: енергосбереження в пищевой промышленности* / М. Василенко, М.А. Масликов, Н.А. Грядов и др. — К.: Энергетический центр, 1997 — 100 с.

Науковий керівник: О.О. Осьмак

26. СОНЦЕ — ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

Б.П. Денисюк

Національний університет харчових технологій

Сонячна енергія — енергія від Сонця в формі радіації та світла. Ця енергія значною мірою керує кліматом та погодою та є основою життя. Технологія, що контролює сонячну енергію називається сонячною енергетикою.

На верхні шари атмосфери Землі постійно поступає 174 PW сонячної радіації (інсоляції). Близько 6 % інсоляції відбивається атмосферою, 16 % поглинається нею. Середні шари атмосфери в залежності від погодних умов (хмари, пил, атмосферні забруднення) віддзеркалюють до 20 % інсоляції та поглинають 3 %. Атмосфера не тільки зменшує кількість сонячної енергії, що досягає поверхні Землі, але і дифузії близько 20 % з того що поступає, та фільтрує частину його спектру. Після проходження атмосфери близько половини інсоляції знаходиться в видимій частині спектру. Друга половина знаходиться переважно в інфрачервоній частині спектру. Тільки незначна частина цієї інсоляції припадає на ультрафіолетове випромінювання. Абсорбція сонячної енергії через атмосферну конвекцію, випаровування і конденсацію водяної пари є рушійною силою кругообігу води та керує вітрами. Сонячне проміння абсорбоване океаном та суходолом підтримує середню температуру на поверхні Землі, що в наш час становить 14 °С.



Рис. 1. Зовнішній вигляд змонтованих робочих блоків сонячних батарей

Сонячна енергія, як вважають, до кінця століття може скласти не більше 1 % від загальної кількості використовуваної енергії. Ще в 1870 році в Чилі було побудовано сонячний опріснювач морської води, який виробляв до 30 т прісної води на добу і працював понад 40 років. Завдяки застосуванню гетеропереходів коефіцієнт корисної дії сонячних батарей вже досягає 25 %. Налагоджено виробництво сонячних батарей у вигляді довгої полікристалічної кремнієвої стрічки, які мають ККД понад 10 % [1, 2].

Сонячна енергія в Україні. Клімат нашої планети визначає сонячна енергія. По-

тік її досить істотно міняється протягом року в залежності від широти місцевості й обумовлює кліматичну зональність — різницю температур, вологості, тиску і вітру на Землі. Україна розташована у Центральній-Східній Європі, у південно-східній частині Східноєвропейської рівнини, між 44 ° і 52 ° північної широти і 22° і 41 ° східної довготи. В результаті обробки статистичних метеорологічних даних по надходженню сонячної радіації визначено питомі енергетичні показники з надходження сонячної енергії та розподіл енергетичного потенціалу сонячного випромінювання для кожної зони України.

Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що поступає на 1 м поверхні, на території України знаходиться в межах: від 1000кВт год./м в північній частині України і до 1400кВт год./м в АР Крим. Щоб приблизно зорієнтуватись про що йдеться мова, то можна ці цифри охарактеризувати так — сонячна енергія, що реально надходить за три дні на територію України, перевищує енергію всього річного споживання електроенергії в нашій країні. А тривалість сонячних годин (не сонячної радіації а прямого сонячного випромінювання) на протязі року в північно-західній частині України складає 1600 — 1700 годин [3].

У лісостеповій зоні вона зростає до 1900 – 2000 годин за рік. У степовій зоні, на морських узбережжях досягає 2300 – 2400 годин за рік. Максимальне сонячне сяйво у Кримських горах — 2453 години за рік (Карабі — Яйла). Звичайно, чим ближче до екватора тим більша кількість сонячних годин в році і в таких країнах як Туреччина, Болгарія, Іспанія, Португалія, Єгипет і т. далі ефективне використання сонячних систем відбувається круглорічно. Констатуємо факт, що середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні (1235 кВт год/м) є достатньо високим і набагато вищим ніж наприклад в Німеччині — 1000 кВт год./м чи навіть Польщі — 1080 кВт год./м.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кильчицкая С.С., Стриха В.И.* Свойства солнечных элементов с барьером Шоттки (обзор) // Оптоэлектроника и полупроводниковая техника. — 1986. — Вып. 10. — С. 3 – 10.

2. *Стриха В.И., Кильчицкая С.С.* Солнечные элементы на основе контакта металл-полу проводник. — Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 1992. — 136 с.

3. *Стриха В.И.* Сонячна енергетика і проблеми її розвитку. — К.: Товариство «Знання» УРСР, 1983. — 16 с.

Науковий керівник: О.О. Осьмак

27. БІОГАЗОВІ УСТАНОВКИ

М.П. Ігнатюк

Національний університет харчових технологій

Біогаз — різновид біопалива. Добувають із відходів тваринництва, харчової промисловості, стічних вод та твердих побутових відходів (відсортованих, без неорганічних домішок, та домішок неприродного походження). Тобто застосувати можна будь-які місцеві природні ресурси.

Існуючий в країні дефіцит палива можна зменшити завдяки такому відтворному і дуже близькому джерелу енергії, як біогаз. Це — один з продуктів анаеробного (без доступу кисню) бродіння гною або пташиного посліду при тем-

пературі 30 – 37 °С. У цих умовах під дією наявних в біомасі бактерій частина органічної речовин розкладається з утворенням метану (60 – 70 %), вуглекислого газу (30 – 40 %), невеликої кількості сірководню (0 – 3 %), а також домішок водню (аміаку і оксидів азоту). Біогаз не має неприємного запаху. Теплота згорання 1 м³ газу досягає 25 Мдж, що еквівалентно згоранню 0,6 л бензину, 0,85 л спирту, 1,7 кг дров або використанню 1,4 кВт/ електроенергії [1].

Біогаз — різновид біопалива. У сільськогосподарському виробництві, зокрема в рослинництві, як уже зазначалось, основним джерелом біогазу є гній і побічна продукція рослинництва — солома зернових, хлібів, стебла кукурудзи, гичка цукрових буряків, картопляне бадилля. Понад 90 % цієї органічної речовини припадає на солому.

При утилізації біомаси одержують біогаз, який є нетрадиційним енергоносієм. Крім того, залишається нерозщеплена мікроорганізмами органічна маса (шлам) та рідина, яку називають надосадною. Осад можна використовувати як добриво.

При проектуванні або виборі проекту біогазової установки треба мати дані про хімічний склад біомаси, її кількість, динаміку надходження. Так, гній надходить з тваринницьких комплексів рівномірно, солома — сезонно, хоч запаси її можуть бути значними і використовувати її можна протягом року. Основою виробництва біогазу є метаногенез — процес ферментації біомаси, у тому числі гною, за допомогою природної метаногенної мікрофлори. Процес триває 26 – 30 діб (іноді довше). З 1 кг сухої речовини гною залежно від якості мають близько 0,2 – 0,7 м³ біогазу. З гною великої рогатої худоби його одержують 0,2 – 0,4, свинячого — 0,3 – 0,7, з курячого посліду — 0,8 – 1,2 м³.

Процес метаногенезу відбувається в анаеробних умовах. Розрізняють 3 етапи метаногенезу. На першому етапі високомолекулярні біополімерні сполуки (вуглеводи, особливо клітковина, білки, нуклеїнові кислоти та ліпіди, жири, жироподібні речовини (фосфогліцериди, гліколіпіди, стероїди, віск та ін.) розкладаються до низькомолекулярних органічних речовин — моно- та олігосахаридів, амінокислот і пептидів, пуринових і піримідинових азотистих основ, гліцерину, карбонових кислот, діоксиду вуглецю і водню. Органічні сполуки розкладаються за допомогою гідролаз (ферментів, які здійснюють гідроліз сполук, розщеплюють складні органічні сполуки з приєднанням води). Вони синтезуються анаеробними мікроорганізмами, які не утворюють спор.

На другому етапі метаногенезу з одержаних на першому етапі за допомогою кислотоутворюючих мікроорганізмів утворюються різні органічні кислоти. Ці кислоти окислюються переважно до ацетату і діоксиду вуглецю. Утворюються також водень, аміак, сірководень.

Біогаз не зберігають. Проблема його зберігання поки що не вирішена. Його недоцільно і згущувати, бо окремі компоненти біогазової суміші мають неоднакові фізичні показники. Енергетичну цінність 1 м³ біогазу при вмісті метану 50 % можна порівняти до енергетичної цінності 1 кг сухої речовини — 17,8 МДж. Якщо вміст метану збільшується до 70 %, показник енергоємності підвищується до 25 МДж. Отже, середній показник дорівнює приблизно 21 МДж [2].

Біогаз, одержаний з біомаси з великим вмістом клітковини, містить майже однакову кількість метану і діоксиду вуглецю, а при утилізації біомаси, яка містить азотовмісні сполуки і жири, в біогазі більше метану і менше CO₂. Він має більшу теплотворну здатність. Високоенергетичний біогаз містить близько 75 % метану.

Виробництво біогазу передбачає вирішення таких завдань: нагромадження і підготовка біомаси, перетворення її в біогаз за рахунок метанового бродіння, раціональне використання продукції метанового бродіння — біогазу й органічно-мінерального добрива. В Україні щороку можна використовувати 80 – 100 млн. т гною і відходів рослинництва, що еквівалентно 24 – 30 млн. т умовного палива.

Використання гною, соломи та іншої біомаси дає можливість вирішити не лише енергетичну проблему в Україні, а й поліпшити екологічні умови агроландшафтів, виготовляти високоякісні добрива.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Благутина В.В.* Биоресурсы // Химия и жизнь — 2007. — № 1. — С. 36 – 39
2. Малофеев В.М. Биотехнология и охрана окружающей среды: Учебное пособие. — М.: Издательство Арктос, 1998. — 188 с.
3. *Мариненко Е.Е.* Основы получения и использования биотоплива для решения вопросов энергосбережения и охраны окружающей среды в жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве: Учебное пособие. — Волгоград: ВолгГАСА, 2003. — 100 с.

Науковий керівник: О.О. Осьмак

28. ОСОБЛИВОСТІ АНАЕРОБНОГО ПРОЦЕСУ БРОДІННЯ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

О.А. Смаль

Національний університет харчових технологій

Оскільки розкладання органічних відходів відбувається за рахунок діяльності певних типів бактерій, то істотний вплив на нього робить навколишнє середовище. Кількість вироблюваного газу значною мірою залежить від температури: чим тепліше, тим більші швидкість і ступінь ферментації органічної сировини. Саме тому перші установки для одержання біогазу з'явилися в країнах з теплим кліматом. Однак застосування надійної теплоізоляції, а іноді і підігрітої води, дозволяє освоїти застосування генераторів біогазу в районах, де температура взимку опускається до мінус 20 °С.

Існують також певні вимоги до сировини. Вона повинна бути придатна для розвитку бактерій, містити органічну речовину, що біологічно розкладається, й у великій кількості воду (90 – 94 %). Бажано, щоб середовище було нейтральним і без речовин, що заважають дії бактерій. Такими речовинами є, наприклад, мило, пральні порошки, антибіотики тощо.

Для одержання біогазу можна використовувати рослинні і господарські відходи, гній, стічні води та інші відходи. У процесі ферментації суміш в резервуарі має тенденцію до поділу на три фракції. Верхня — кірка, утворена з великих часток, яка захоплюється пухирцями газу, що піднімаються. Через якийсь час вона може стати досить твердою і буде заважати виділенню біогазу. У середній частині ферментатора накопичується рідина. В нижній частині фракція випадає в осад [1, 2].

Для оцінювання значень теплоємності C , в'язкості m та густини субстрату ρ доцільно користуватися залежностями:

$$\rho = 1000 + 2,4 \cdot c, \quad (1.1)$$

$$C = C_{\text{сух}} \cdot c + C_{\text{в}}(1 - c),$$

$$\mu = \mu_{\text{в}}[1 + 10 \cdot (10(c - 2)/(11 - \beta_{\text{и}} \cdot c) + C)],$$

де c — вміст сухих речовин, 2 – 15 %; $C_{\text{сух}}$ — теплоємність сухої речовини субстрату; $C_{\text{в}}$ — теплоємність води; $\mu_{\text{в}}$ — в'язкість води при даній температурі; $\beta_{\text{и}}$ — коефіцієнт, що залежить від виду стоків і складає 0,7...0,75 для великої рогатої худоби та $\beta = 0,6...0,7$ для свиней.

Час бродіння залежить від типу субстрату, заданої глибини розкладання органічних речовин, типу реактора, температурних режимів та інших чинників. Реактор може працювати в безперервному та в дискретному режимі.

Безперервний режим дозволяє постійно отримувати біогаз, але вимагає великої кількості органічної маси та спеціальних конструкцій реакторів. Найбільший вихід біогазу спостерігається при надходженні в реактор такої кількості органічної маси, яка на даний час вже розкладалася. В іншому випадку кількість наявних бактерій буде не в змозі розкласти нову порцію органіки і процес буде проходити повільніше. Дискретний режим дозволяє отримати більшу кількість біогазу з одиниці маси речовини, але потребує на ферментацію більше часу. Збільшення часу бродіння дозволяє більш глибоко розкласти органічні речовини, таким чином зменшуючи токсичність шламу, що залишається після бродіння, покращити якість біогазу, збільшуючи концентрацію CH_4 . Оптимальним вважається час бродіння 10...20 діб. За цей період досягається максимальна якість отриманого біогазу та максимальне розкладання органіки. Оптимальне завантаженням робочого об'єму біореактора для різних видів органічних речовин наведено в таблиці:

Робочий об'єм реактора, час перебування і розкладання орг. Речовин при температурі 33 °С

Джерела органічних відходів	Завантаження органіки на 1м ³ реактора на добу, кг	Час бродіння, діб	Ступінь розкладання маси, %
Дійні корови	6,0	15	40
Бички	4,5	10	40
Свині	3,0	10	50
Кури	1,5	50	55

В основу конструкції покладено задачу створення біогазового реактора, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків досягається збільшення продуктивності біогазового реактора та економія часу при виробництві біогазу.

Процес бродіння відбувається у три стадії. На першій стадії шляхом гідролізу розкладаються вуглеводи, жири, білки на низькомолекулярні органічні сполуки. Другий етап протікає за участі кислото утворювальних бактерій, що розкладають низькомолекулярні сполуки, вуглеводи та жири на кислоти, солі, спирти, вуглекислий газ, водень, сірководень та аміак. На третьому етапі відбувається безпосереднє метанове бродіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гелетуха Г.Г. Біогаз зі звалищ. Перспективи використання в Україні/ Гелетуха Г.Г., Копейкін К.О. // Зелена енергетика. — 2002. — №1. — С. 13 – 16. – ISSN 1684 – 2294.

2. *Бойлс Д.* Биоэнергия: технология, термодинамика, издержки. / Бойлс Д.; Пер. з англ. — М.: Агропромиздат, 1987. — 152 с.

Науковий керівник: О.О. Серьогін

29. ХВИЛЬОВІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

К. Сушко

Національний університет харчових технологій

Винахідник Антон Кирюнін запропонував новий метод використання енергії морських хвиль. Винахідник керувався принципами класичної теорії рішення задач винахідництва, розробленої батьком радянських винахідників Генріхом Альтшуллером. В результаті з'явилася оригінальна енергоустановка. Модуль є укріплений в ґрунті стійкою, на якій шарнірно закріплений двухплечевий важіль. На одному кінці важеля знаходиться поплавець, а інший пов'язаний з поршнем водяного насоса. Коливання поплавця викликають рух поршня водяного насоса, який нагнітає по трубопроводу воду в накопичувач. З нього вода під дією сили тяжіння стікає вниз, обертаючи лопасті турбіни гідрогенератора. Останній виробляє електричний струм.

Головний плюс винаходу Кирюніна полягає в тому, що у нього немає ахіллесової п'яти більшості сучасних хвильових установок. Звичайно пристрої генерують енергію безпосередньо в морі, а на берег доставляють її за допомогою кабеля. У російського винахідника виробництво електроенергії відбувається в нормальних умовах. У результаті знижується собівартість установки, полегшуються монтаж і експлуатація. В конструкції передбачений штормовий захист.

Нова хвильова установка може працювати не тільки в прибережних водах морів і океанів, але і на річкових магістралях. По попередніх розрахунках, оптимальна потужність одного енергомодуля складатиме порядку 10 кВт при КПД 25 %. Собівартість 1кВт·г, що виробляється хвильовою установкою, порівнянна з собівартістю 1 кВт·г, що виробляється вітряками [1].

Хвильова електростанція яка знаходиться на острові Айла, може виробляти пів мегавата електроенергії і цього вистачає, щоб можна було забезпечити електроенергією 500 домів. Айла — острів Шотландії, що є найпівденнішим островом Внутрішніх Гебридських островів. Він входить до складу області Аргайл і Б'ют, та розташований на захід від острова Джура. Це приблизно 40 км на північ від ірландського побережжя, яке в гарну погоду можна роздивитися неозброєним оком.

Ця електростанція одна з перших хвильових електростанцій. Вона була розроблена і побудована на Wavegen — світового лідера хвильової енергетики, королівського університету в Белфасті, при фінансуванні з боку ЄС. З вигляду вона собою представляє бетонну коробку шириною 20 метрів справно виробляє електрику вже десять років. Набігаючі хвилі витісняють повітря з коробки, і під дією повітряної тяги починають обертати дві гідротурбіни загальною потужністю 500 кіловатів. Оскільки вода входить до камери і виходить з камери з приходом кожної нової хвилі, тиск повітря в камері збільшується, та зменшується. Саме коливання тиску повітря в камері, яка всмоктує повітря або виштовхує повітря з камери, проходячого через турбіну. В той час коли повітря витісняється через турбіну, або втягується назад в камеру через турбіну, генерується електроенергія. Електростанція, що працює на викопних енергоносіях, для вироблення такого об'єму енергії викидає в атмосферу сотні тонн вуглекислого газу, а ця немає шкідливого впливу на навколишнє середовище та не порушує екосистему [2, 3].

Хвильова електростанція — це досить дорога та технічно складна споруда. Її конструкція повинна враховувати особливості ландшафту, щоб оптимально уловлювати хвилі і набирати максимальну потужність. При цьому станція повинна витримувати шторми, коли коливання води перевищують норму вдєсятеро.

Хвильова електростанція — це пристрій розташований у водному середовищі, метою якого є отримання електрики з кінетичної енергії хвиль. Країни що межують з океаном чи морем мають можливість використовувати енергію хвиль для вироблення електроенергії, всі ж інші країни повинні шукати для цього інші методи.

Принцип дії. Хвилі піднімають і опускають секції, а внутрішня гідравлічна система чинить опір руху, на основі чого виробляється електрика, яка по кабелях передається на берег. Розміри у перетворювачів, звичайно, немаленькі, 140 метрів в довжину і 3,5 метри в діаметрі, так що вид побережжя псується. Проте у такого ресурсу як хвилі величезний потенціал. Хвилі світу можуть генерувати 2 тераватта енергії. Кількість енергії, що виробляється, залежить від сили хвиль, але ці приливи, непостійні тому потрібні великі акумуляторні станції. За те ресурс, що використовується хвильовою електростанцією, відновлюваний і не вимагає затрат.

Переваги хвильових електростанцій, це їх дешевизна в порівнянні з іншими видами ГЕС. А недоліками є: з погляду соціально-економічних проблем, хвильова енергетика може привести до витіснення рибаків з продуктивних рибпромислових районів і може представляти небезпеку для безпечного плавання. З часом такі недоліки буде усунуто.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Усачев И.Н.* Приливные электростанции. — М.: Энергия, 2002.
2. *Усачев И.Н.* Экономическая оценка приливных электростанций с учетом экологического эффекта.
3. *Труды XXI Конгресса СИГБ.* — Монреаль, Канада, 16 – 20 июня 2003.

Науковий керівник: О.О. Осьмак

30. ВЛАСТИВОСТІ БІОДИЗЕЛЯ

В. Федорець

Національний університет харчових технологій

Біодизель — це паливо, вироблене з рослинних олій або тваринних жирів, яке за своїми характеристиками є еквівалентним дизельному паливу і може використовуватись в дизельних двигунах без будь-яких їх технічних змін. В залежності від сировини, деякі фізичні властивості біодизеля можуть змінюватись в ту чи іншу сторону. Існуючі європейські стандарти прийняті для біодизеля, виробленому з ріпакової олії. Тому надалі всі дані стосуються біодизеля саме такого походження. Процес трансетерифікації значно зменшує в'язкість олії і робить біодизель придатним для використання в дизельних двигунах. Біодизель, вироблений з тваринних жирів має вищу температуру застигання ніж біодизель рослинного походження — від +5 °С до +17 °С. Тому деякий біодизель з тваринних жирів навіть влітку необхідно змішувати з дизельним паливом, щоб понизити температуру застигання Властивості біодизеля:

- являється відновлювальним джерелом енергії;
- являється екологічно чистим джерелом енергії;

- при попаданні в ґрунт розкладається на протязі 3 – 4-х тижнів;
- має значно кращі мастильні властивості ніж дизельне паливо;
- змішується в любых пропорціях з дизельним паливом.

Біодизель має деякі властивості кращі як в мінерального дизелю, а саме:

- значне зменшення емісії окису і двоокису вуглецю в порівнянні з дизельним паливом;
- біодизель має кращі мастильні властивості ніж дизель, тому зменшує зношуваність двигуна і продовжує термін його служби;
- при згоранні біодизеля вихлопні гази є білими, а не чорними як при згоранні дизелю;
- температура загоряння біодизеля є вищою ніж в дизелю, тому він є безпечнішим;
- біодизель має вище цетанове число ніж дизель, тому якість згорання палива є кращою;
- біодизель має значно нижчий вміст сірки, тому не завдає такої шкоди навколишньому середовищу;
- при попаданні в ґрунт чи воду, біодизель не завдає шкоди, тому що переробляється мікроорганізмами на протязі 3 – 4-х тижнів — біодизель може використовуватись в чистому виді (B100), або змішаним в будь-яких пропорціях з дизелем (B5, B10, B50 та ін.).

Біодизель також має деякі недоліки, котрі необхідно знати при користуванні біодизелем. Ці недоліки не важко усунути тим чи іншим способом [1].

Український біодизель. Сировинна база для виробництва цього виду палива в Україні дуже широка. Станом на 2010 рік для сільськогосподарських робіт в Україні необхідно мати 1,9 млн. тон дизельного палива і 620 тис. тон бензину, котрі виробляються з 4,5 млн. тонн нафти, переважно імпортної.

За даними, наведеними в літературі, технічно доступний потенціал продукування біодизельного пального з ріпаку, соняшнику та сої в Україні становить більше 37,6 ТВт·год/рік. Для цього необхідна площа для вирощування рослинної сировини близько 65500 км², з якої можливо одержати 3,6 млн т/рік біодизельного пального. В Україні з 2007 року введені в експлуатацію заводи з виробництва дизельного біопалива в смт.Сарата (Одеська область) та поблизу Херсону, потужністю 7,0 та 10,0 тис. тонн на рік.

В м. Дніпропетровську, спеціалістами ВАТ «БіодизельДніпро» розроблено технологію та устаткування для продукування мікроводоростей і одержання олії для виготовлення біопалива [2].

Попри стрімке зростання, протягом останніх років, обсягів вирощеного ріпаку (основної сировини для виробництва біодизелю в Україні), левова його частина експортується в країни Європи.

Планується будівництво подібних підприємств у Вінницькій, Полтавській, Дніпропетровській, Житомирській, Сумській, Хмельницькій та Івано-Франківській областях. У більшості проектів сировиною для виробництва біодизелю має стати насіння ріпаку.

Вже збудований та вийшов на мінімальну потужність (50 тон) завод у Запорізькій області. Планується відкриття Запорізького Біопаливного Заводу у Запоріжжі.

Для виробництва біодизеля в Україні найбільш раціонально використовувати насіння ріпаку, соняшнику сої. Найсприятливіші агроєкологічні умови для вирощування озимого та ярового ріпаку в Україні на Поліссі та у Лісостепі Поряд із традиційним регіоном, де вирощують ріпак, — Західна Україна — найперспективнішими вважаються Чернігівська, Сумська, Полтавська і Черкаська області.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Поліщук В.М.* Застосування біопалив для дизельних двигунів (Узагальнення досвіду) / В.М. Поліщук, С.В. Драгнев, І.І. Убоженко, М.Ю. Павленко, О.В. Поліщук // Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ, 2008. № 125. С. 315 – 319.

2. *Мироненко В.Г.* Технології виробництва біодизеля: [курс лекцій для студ. сільськогосп. вищ. навч. закл.] / Мироненко В.Г., Дубровін В.О., Поліщук В.М., Драгнев С.В. — К.: ХОЛТЕХ, 2009. — 100 с.

3. *Ефіри метилові жирних кислот для дизельних двигунів.* Вимоги та методи оцінювання: СОУ 24.14-37-561:2007. [Чинний від 2007-03-21]. К.: Мінагрополітики України, 2007. 14 с.

Науковий керівник: О.О. Серьогін

31. МЕХАНІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Т.Т. Гнатів

Національний університет харчових технологій

Зростання населення, розширення міст, нарощування промислових потужностей веде до збільшення відходів стічних вод.

Механічне очищення стічних вод є необхідністю в кожному населеному пункті з чисельністю понад 200 осіб (в тому випадку, якщо не передбачене біологічне очищення через аераційні станції) і, тим більше, якщо мова йде про великі виробництва.

Механічне очищення стічних вод здійснюється шляхом відстоювання і подальшої фільтрації механічних домішок. З побутових стічних вод, таким чином, виділяється 65 % нерозчинних домішок і 95 % з промислових. Крім того, механічна очистка води дозволяє виділяти так само цінні домішки, які можуть потім використовуватися у виробництві.

Очищення стічних вод — перший щабель якісного очищення води, які скидаються з виробництва в центральну каналізаційну мережу або водойму. Сутність методу механічного очищення стічних вод полягає в наступному: стічні води перед біологічним очищенням пропускають через спеціальні фільтри. В цілому спосіб механічного очищення стічних вод за допомогою фільтрів застосовується для поверхневих типів забруднень. Грубі частки уловлюються через каналізаційні септики різних конструкцій і спеціальними ґратами, а поверхневі забруднення — нафто- і бензомасловловлювачами.

До споруд механічного очищення стічних вод відносять робочі відстійники, флотаційні і фільтраційні установки. Їх перевага полягає в тому, що механічна очистка стічних вод є найпростішим дешевим способом очищення, але необхідно поєднувати цю підготовку з іншими видами очищення для досягнення необхідної якості очистки.

Механічне очищення стічних вод, як метод, застосовний, якщо очищені освітлені води після цього способу використовуються в технологічних процесах виробництва, або допускаються до спуску у водойми відповідно до екологічних норм захисту.

Пристрої які застосовуються для механічного очищення стічних вод.

Для очищення стічних вод механічним методом застосовують спеціальні пристрої — пісковловлювачі для виділення крупно дисперсних частинок.

Пісковловлювачі; використовують горизонтальних і вертикальних конструкцій. Частіше використовують — горизонтальні пісковловлювачі з кругообертальним (круговим) та прямолінійним рухом води. Вони являють собою резервуар з поперечним перерізом для очищення. Будова залежить від кількості стічних вод.

В останній час, з метою інтенсифікації осідання завислих речовин в пісковловлювачах, стічні води аерують, інколи аерують з додаванням активного мулу з вторинних відстійників, частіше це надлишковий активний мул. Пісковловлювачі з прямолінійним рухом будують при великих витратах води. Горизонтальні пісковловлювачі з прямолінійним рухом води являють собою подовжені, прямокутні в плані, резервуари. Однак, пристроїв для механічного очищення стічних вод малого об'єму, необхідного для малонаселених тимчасових селищ з суворими кліматичними умовами, не існує. Статичні відстійники, як один з пристроїв механічного очищення стічних вод, застосовуються на нафтопереробних підприємствах [1, 2].

Для цього використовують стандартні сталеві або залізобетонні резервуари, здатні працювати в режимі накопичувачів. Нафтозбірні пристрої відділяють поверхневі нафтові забруднення в робочому періоді з якістю до 85 %, а тому значно знижують концентрацію нафти у воді. Але повністю відділити осад з дна резервуара не завжди вдається повністю. Інший пристрій механічної очистки стічних вод — динамічні відстійники, де процес очищення відбувається в резервуарі безперервного руху рідини в горизонтальному або вертикальному положенні. Однак, при такому методі відбувається забивання труб згустками, підвищуються робочі витрати рідини, що призводить до погіршення роботи в цілому [3].

Недоліки механічного способу очищення стоків.

Механічне очищення стічних вод має ряд недоліків, внаслідок відсутності в конструкціях такого типу спеціальних захисних пристосувань для видалення більших відходів. В результаті, пристрої працюють назавжди надійно і ефективно, зберігаючи великі мінеральні забруднення, відкладені на стінках установки. Таким чином механічна очистка стічних вод у великих об'ємах є важкодоступною.

ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.1.1.01 — 77. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения
2. Белов СВ. Охрана окружающей среды / СВ. Белов, Д.А. Барбинов и др. — М.: Высшая школа, 1991. — 319 с.
3. Бобков А.С. Охрана труда и экологическая безопасность в химической промышленности / А.С. Бобков, А.А. Блинов и др. — М.: Химия, 1998. — 399 с.
4. Безотходная технология в промышленности / Б.Н. Ласка-рин, Б.В. Громов и др. — М.: Стройиздат, 1986.

Науковий керівник: О.О. Серьогін

32. АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

С.О. Савельєв

Національний університет харчових технологій

Зараз, як ніколи раніш, гостро постало питання: що чекає на людство — енергетичне голодування чи енергетичний достаток? Очевидно, що зараз

людство переживає енергетичну кризу: бажані потреби людства у електричній енергії у декілька разів перевищують виготовлення! І це при тому, що остання цифра є майже фантастичною — 27 – 30 трлн. кіловат-годин щороку.

Рівень матеріальної, а відповідно і духовної культури людства прямо залежить від кількості енергії, що воно має. Для того щоб виготовити будь-яку річ нам потрібна енергія. Матеріальні потреби людства як і популяція людей постійно збільшуються, тому потреба у енергії збільшується геометрично.

Засоби масової інформації постійно інформують нас про винайдення різноманітних нових, більш екологічно чистих способів добути енергію. Але ж в чому тоді причина повільного зростання частки таких джерел у загальному видобутку енергії. Справа у тому, що досі не знайдено джерела енергії, більш рентабельного за найдавніший спосіб видобутку енергії — спалення. І зараз 80 % всієї енергії людство отримує спалюючи вугілля, нафту та нафтопродукти, природний газ, торф тощо. Але тих запасів енергії, що природа накопичувала сотні мільйонів років, вистачить лише на декілька сотень років. Отже єдиний спосіб змусити людину перейти на більш екологічно чисті джерела енергії — це прийняття на державному рівні та на рівні світової спільноти низки регулюючих актів, котрі б обмежили видобуток паливних ресурсів. Отже основний тягар по збереженню енергії лягає на розвинені держави Північної Америки та Європи [1, 2].

Вчені можуть сказати, що енергія — це здатність до виконання роботи, а робота здійснюється, коли на об'єкт діє фізична сила. Чітке визначення енергії передбачає, що енергія — це різниця потенціалів у різних точках поля. Але нам достатньо визначити у цьому рефераті енергію, як джерело, з якого людина може добути електричний струм, тепло, тощо.

Поняття про енергію, що містить певна матерія є відносним. Наприклад, якщо відносно Землі течія річки рухається зі швидкістю 10 км/год., а відносно моторного човна, що пливе проти течії — 50 км/год., то відповідно: якщо ми розмістимо апарат, що видобуває енергію за рахунок руху води, на березі то ми отримаємо в п'ять разів менше енергії ніж якби ми розмістили цей же апарат на човні. Тож відносно човна течія містить більше енергії ніж відносно берега.

Енергія Сонця. В останній час інтерес до проблеми використання сонячної енергії різко збільшився. В даній частині я розгляну можливості саме безпосереднього використання сонячної енергії; хоча більшість всієї енергії, що потрапляє на Землю є сонячною, та основна частина її зосереджується у атмосфері та гідросфері.

Потенціальні можливості використання безпосередньо сонячної енергії дуже великі. Якщо ми зможемо використовувати 0,0125 % всієї цієї енергії, то людство було б повністю забезпечене енергією зараз, а використання 0,5 % повністю б покрило всі потреби людства назавжди (якщо вважати, що населення Землі не перевищить 20 млрд.) [3]

Нажаль, це лише потенційні можливості. Справа в тому, що навіть при найкращих погодних умовах енергетична густина сонячного потоку не перевищує 250 Вт/м². Спробуємо порахувати: для того, щоб колектори «збирали» за рік таку кількість енергії їх потрібно розмістити на площі 130000 км² !!!

Окрім того, для створення такої великої кількості колекторів потрібно 1,3·10⁹ тон алюмінію. Світовий запас алюмінію оцінюють якраз в таку цифру. Зрозуміло, що існують різні фактори, що обмежують потужності сонячної енергетики.

Окрім ціни та ресурсоемкості, ще існує проблема площі. Наприклад, якщо у 2100 році людство повністю забезпечуватиме свої енергетичні потреби за рахунок Сонця, то площа колекторів повинна буде сягати 1 – 3 млн. км². Отже зараз ще годі і казати про масштабне використання сонячного проміння. Звісно, у курортних та віддалених від електромережі регіонах сонячні електростанції можуть бути необхідними, але загальна частка сонячної енергії надзвичайно мала. Та і навіщо будувати колектори, якщо в природі існують набагато більші і потужніші колектори: атмосфера та гідросфера?

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» № 555-IV від 20.02.2003 із змінами та доповненнями. [Електронний ресурс]. — Доступний з <http://www.zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=555-15>.

2. Цивенкова Н.М. Альтернативні джерела енергії: чи врятують вони Україну від енергетичної залежності та екологічної катастрофи? / Н.М. Цивенкова, О.О. Самилін // Новини агротехніки. — 2009. — № 1. — С. 22 – 25.

3. Калетник Г.М. Соціально—економічне значення розвитку ринку біопалива в Україні / Г.М. Калетник // Економіка АПК. — 2008. — № 6. — С. 128 – 132.

4. Кудря С.О. Законодавча база відновлюваної енергетики в Україні / С.О. Кудря // Відновлювана енергетика XII століття : матер. 10-ої ювілейної Міжнар. наук.-практ. конф. (14 – 18 вересня 2009 р.).

Науковий керівник: О.О. Серьогін

33. АЛЬТЕРНАТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

А.А. Дикунець

Національний університет харчових технологій

Зараз відбувається підвищення інтересу до використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії, бо це дозволяє країні знизити рівень залежності від імпорту енергоносіїв, а також сприяти вирішенню екологічних проблем, таких як обмеженість викопних енергоресурсів, викиди парникових газів.

Сталий розвиток країни в області енергетики — це не тільки повне енергозабезпечення суспільства й промислового сектора, але й мінімізація шкідливого впливу на оточуюче середовище від використання енергоресурсів. Серед економічних індикаторів сталого розвитку, навіть існує індикатор, що надає співвідношення кількості товарів/послуг, вироблених/здійснених із заощадженням енергії чи використанням альтернативних джерел енергії, до загальної їх чисельності.

З кожним роком збільшується доля використання альтернативних джерел енергії, серед яких біомаса складає значний сектор, бо займає за величиною четверте місце після запасів вугілля, газу та нафти. В країнах Європи на її долю припадає понад 60 % від використання відновлюваних джерел енергії (показник цей підвищується і до 2030 р. може досягнути 74 %) та до 2010 року буде складати близько 9 % споживання первинних енергоносіїв. Україна до цього року планує покривати до 3 – 5 % загального споживання первинних енергоносіїв, а до 2030 року — 9 – 12 %. Зараз за рахунок біомаси покривається десь близько 1 % потреби у первинних енергоносіях [1, 2].

До біомаси входить не тільки рослинна органічна речовина (зернові культури, кукурудза, соняшник, відходи деревини), але й гній, газ звалищ. При цьому установки анаеробної переробки біомаси з отриманням біогазу, тобто біогазові установки виконують також роль очисних споруд, бо перероблюють органічні відходи у нейтральні мінеральні продукти. Якщо установки для використання вітрової, сонячної (екологічно чистої) енергії є пасивно чистими, то біогазові установки є активно чистими, бо усувають екологічну небезпеку тих продуктів, які й використовують у якості джерел енергії. Наприклад, технологія метанового зброджування гною дозволяє отримувати біогаз і усуває бактеріальне, хімічне забруднення ґрунту, води, повітря, що відбувається у накопичувачах гною. При цьому виробляються високоякісні добрива, білково-вітамінні кормові добавки, тому вона є безвідходною. Крім того, використання альтернативного джерела енергії — біогазу — не порушує баланс CO_2 в атмосфері та усуває виділення метану, що відбувається в місцях накопичення гною. Зниження викидів парникових газів при заміні викопного палива на біомасу, паливний та природоохоронний аспекти є причинами швидкого розвитку біоенергетики в західних країнах [2].

Україна має великий потенціал для розвитку біоенергетичних технологій як за обсягом накопичення органічних відходів (125 млн. т за сухою речовиною в рік), так і за рівнем науково-дослідницьких робіт. Роботи по розвитку біогазової техніки ще в період СРСР проводились в Сумському та Запорізькому науково-виробничому об'єднанні: установки типу «Біогаз» та «Кобос». При цьому для отримання електроенергії з біогазу використовують газові двигуни з електрогенератором.

Нами була розглянута біогазова установка Сумського НВО ім. Фрунзе «Біогаз 301С» і дизель-генераторна установка заводу ім. Малишева 11Д100 потужністю 1000 кВт, та на їх основі показана можливість створення енергозберігаючої системи «метантенк — газодизельний генератор», де тепло для підтримки необхідного температурного режиму процесу зброджування біомаси надходить не з біогазом, а з водою із



Рис. 1 Парникові газ

системи охолодження двигуна та з вже від ферментованою масою, що йде з метантенка. При цьому біогаз у повному об'ємі йде на виробітку електроенергії, дозволяючи забезпечувати не тільки потреби функціонування біоустановки, але й спрямовувати постачу електроенергії на зовнішнє користування. Це в значній мірі сприяє розвитку малої енергетики та її децентралізації для автономного енергопостачання сільського господарства, що входить до програми реконструкції енергетики України.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Україна в цифрах у 2006 році: Корот. Стат. довідник/* За ред. О.Г.Осуленко/ Державний комітет статистики України. — Київ, 2006. — 261с.

2. *Європейська стратегія надійного енергозабезпечення в питаннях та відповідях* Л. Шейн

Науковий керівник: А.В. Башта

34. БІОМАСА — АЛЬТЕРНАТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

С.В. Вакулік

Національний університет харчових технологій

Сонячна енергія завдяки фотосинтезу акумулюється в біомасі рослин, що використовуються як продукти харчування, корми для тварин, технологічна сировина, будівельні матеріали або паливо. Заготівля, перероблення та споживання первинної біомаси супроводжуються утворенням побічних матеріальних потоків: лісосічних відходів, поживних залишків, промислових та побутових відходів, гною та стічних вод. Нагромадження відходів спричиняє хімічне забруднення ґрунтів, води та повітря, створює загрозу санітарному благополуччю. Постійний зріст народонаселення, розвиток цивілізації привели до такого збільшення відходів людської діяльності, з яким природа вже не може впоратись. Розв'язанню цих проблем буде сприяти залучення наявних в Україні невикористаних ресурсів біомаси для виробництва енергії, що дає змогу одночасно розв'язувати екологічні проблеми.



Біомаса — побічна продукція та відходи біологічного походження, що можуть використовуватись для виробництва енергії, а саме: солома та стебла сільськогосподарських культур, відходи деревини, тверді побутові відходи, біогаз, який можна вилучати з гною та посліду, осаду каналізаційних стоків, вилучати зі звалищ [1, 2].

Зараз стає популярним залучання сонячної енергії, вітряної. Чому б не використовувати постачальником енергії надлишки у лісній та сільськогосподарській сфері? З економічної точки зору є дуже перспективним виробництво енергії з біомаси. Наприклад, продаж сільськогосподарськими підприємствами надлишку соломи та стеблів дав би їм змогу на виручені кошти (до 1 млрд грн.) закупити до 30 % кількості моторного палива, потрібного для виконання сільськогосподарських робіт, а технічно доступне виробництво біогазу з відходів тваринництва та птахівництва становить 2300 млн м куб на рік або 1,65 млн т умовного палива, що у 4,1 рази перевищує витрати палива на утримання тварин та споживання палива котельними сільськогосподарських підприємств. Використовуючи біогаз від тваринництва та птахівництва, можна було б виробляти електричну енергію в обсязі до 4830 млн кВт на рік, а для утримання тварин та птиці у 2007р. спожито 2094 млн кВт на рік електроенергії, а тому можна прогнозувати значне постачання надлишку електричної енергії в національну енергосистему [3].

Процес будівництва котельних та використання біомаси як палива в нашій державі йде дуже повільно, в той же час країни ЄС використовують цю дешеву енергію швидкими темпами. Так в Фінляндії 20 % загальної суми енергії забезпечується за рахунок відходів та побічних продуктів лісництва, в Австрії — 10 %, в Швеції — 25 %

Проведений аналіз показав, що потенційні ресурси біомаси перевищують енергетичні потреби їх власників та місцевих споживачів. Повніше використання

ресурсів біомаси можна забезпечити у разі її використання для виробництва електричної енергії. Діючи ТЕС та нові ТЕСЦ, створені на базі існуючих систем теплопостачання, можуть стати буферними споживачами невикористаних ресурсів біомаси. За відповідної організації вони можуть стати також центрами, що надають додаткові послуги зі знешкодження деяких відходів, що сприятиме зменшенню забруднення навколишнього природного середовища.

Таким чином можна сказати, що використання біомаси має великий економічний ефект для України і допоможе вирішити ряд проблем, а саме:

- екологічну, оскільки ця енергія буде більш чиста, а також знизить рівень вибросів «парникових газів»;

- зайнятість сільського населення (на землях, що не придатні для садівництва, можна вирощувати енергетичний врожай — високоврожайні трави, швидко-ростучі ліси, олійні культури).

- наближення України до держав ЄС.

- економічну, оскільки використання біомаси дозволить краще та ширше розвивати промисловість і знизити рівень побутових проблем, і насамперед дозволить економити невідновлювальні ресурси.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Паливно-енергетичні ресурси України*. Статистичний збірник/Державний комітет України. — Київ, 2006. — 383с

2. *Звіт про залишки і використання палива та паливно-енергетичних матеріалів(форма№ 4-МТП) за Державний комітет статистики України*. — Київ,

3. *Україна в цифрах у 2006 році: Корот. Стат. довідник/ За ред О.Г.Осуленко/ Державний комітет статистики України*. — Київ, 2006. — 261с.

Науковий керівник: А.В. Башта

35. БІОМАСА ЯК ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

С.Л. Збаржевецький

Національний університет харчових технологій

Відходи сільського господарства (солома, стебла кукурудзи тощо) і деревини, торф, тверді побутові відходи, вирощування спеціальних енергетичних культур (швидко-ростучі верби, тополі, лоза й ін.) є перспективними енергоресурсами. Про це зазначив на засіданні Комітету підприємців у сфері енергоефективності при Торговельно-Промисловій Палаті України Георгій Гелетуха, завідувачий відділом Інституту технічної теплофізики НАН України, директор науково-технічного центру «Біомаса». У своїй доповіді про можливості заміщення природного газу за рахунок використання ресурсів біомаси він зазначив, що енергетичні культури є вигідним ресурсом у біоенергетиці, тому що характеризуються збільшеним приростом біомаси, високою стійкістю до хвороб і шкідників, а також невибагливістю до ґрунтів і кліматичних умов. Зокрема, вербу можна вирощувати практично на будь-якій ділянці, непридатній для сільськогосподарського виробництва — в ярах і на пагорбах, піщаних сухих ґрунтах і ділянках з підвищеною вологістю. Крім цього енергетичні плантації біомаси попереджують ерозію ґрунтів, сприяють покращенню навколишнього середовища. При згорянні біомаси на електростанціях або в котлах в атмосферу викидається тільки CO₂, який був поглинутий рослиною в період її росту [1, 2].

«За статистикою, у нас «гуляє» 5 млн. га землі, — зазначив він. — Значну їх частину можна використати для вирощування біомаси. На Волині, наприклад, у рамках реалізації програми з енергозбереження вирощують на 150 га енергетичну лозу, що дає змогу отримувати 60 тис. тонн щепи або 16 тис. тонн умовного палива. Найближчими роками передбачається збільшити її площі до 30 тис. га. Загалом, попит на альтернативні види палива, у тому числі біомасу, з кожним роком зростає. В енергобалансі Латвії вона становить 24,4 %, Швеції — 21, Фінляндії — 20,7, Австрії — 15,5 %. В Україні цей показник сягає менше 2 % (близько мільйона тонн нафтового еквіваленту). Хоча наша країна має великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії, — майже 30 млн. тонн умовного палива на рік. Використання цього потенціалу на першому етапі (до 2020 р.) може замінити 7 млн. тонн умовного палива на рік, що еквівалентно 6 млрд. куб. метрів природного газу, та зниження викидів парникових газів на 11 млн. тонн» [2].

На сьогоднішній день відомо близько 20 видів швидкоростучих рослин, які можна вирощувати для отримання рослинної біомаси. Це евкаліпт, верба, міскантус та інші. Зібрана біомаса використовується для виробництва теплової та електричної енергії, може бути сировиною для виробництва твердого біопалива, як паливні гранули і брикети.

В помірній кліматичній зоні, в якій знаходиться Україна, для вирощування енергетичних рослин найкраще підходять сорти швидкоростучої верби, виду *Salix viminalis*.

Проте незважаючи на велику кількість незадіяних земель несільськогосподарського призначення, промислових посадок енергетичних рослин в Україні поки що недостатньо. Для порівняння: найбільші плантації верби на сьогодні у Швеції, які складають приблизно 18 000 – 20 000 га, в Польщі — більше 6 000 га. Крім звичайних переваг використання верби як біомаси для біопалива (відновлювана, екологічно чиста сировина; джерело енергії, яке при згорянні в котлах не порушує баланс вуглецю в атмосфері тощо), вирощування цієї культури має низку й інших «плюсів» для навколишнього середовища. Наприклад, наведу деякі і з них:

– Один гектар плантації енергетичної верби поглинає з повітря понад 200 тон CO_2 за 3 роки.

– Ідеально підходить для засадження забруднених та земель, малопродуктивних з точки зору вирощування сільськогосподарських культур.

– Ефективно застосовується у протиерозійних заходах для укріплення ґрунтів.

– Збагачує ґрунти мінералами та мікроелементами, поживними речовинами природного походження.

– Плантації енергетичної верби є природними фільтрами для видалення відходів агро-промислового виробництва, застосовуються як буферні зони в місцях накопичення біологічних відходів фермерських господарств.

– Енергетична верба є природним фільтром для очищення ґрунтів від пестицидів.

Також в Україні набуває популярності вирощування міскантусу. Затрати на вирощування мінімальна, а в результаті ми маємо сировину для біопалива, а також продовольчий продукт, адже насіння цієї рослини їстівне.

Отже, ми маємо потрібні кліматичні умови, великі земельні угіддя, науково-технічне забезпечення, і навіть бажання окремих приватних підприємців розвивати таку перспективну галузь енергетики, як біопаливо. Проте цього замало. Без вагомій підтримки з боку держави такі проекти так і залишаться здебільшого проектами чи невеличкими приватними підприємствами, розпорощеними по всій території нашої держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. http://www.salix-energy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=62

2. <http://www.ucci.org.ua/synopsis/dv/2012/dv1206191.ua.html>

Науковий керівник: А.В. Башта

36. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В БАЛКАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЯДА ФУРЬЕ

Д.А. Кристя, Д.В. Амангалиев

Донецкий национальный университет экономики и
торговли им. М. Туган-Барановского

Рассмотрим балку постоянного поперечного сечения пролетом l , к которой в точке В приложена сосредоточенная сила P (рис. 1). Балка будет иметь на два участка: AB ($0 \leq z \leq a$) и BC ($a \leq z \leq l$).

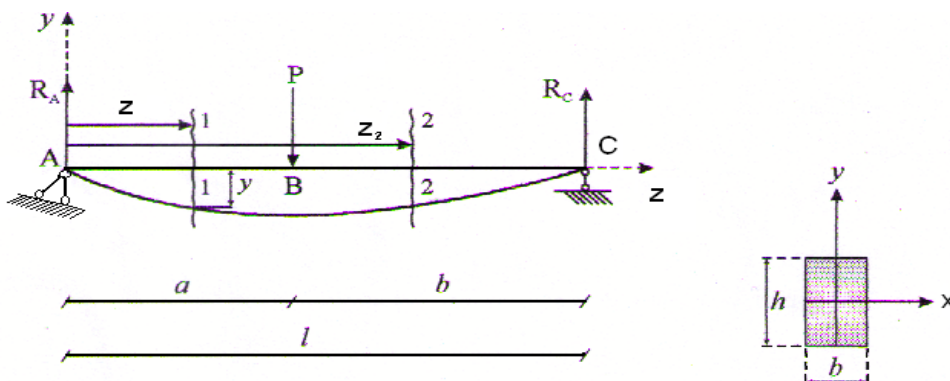


Рис. 1. Искривление оси балки

Опорные реакции в балке: $\sum mA = 0$; $R_c = Pa/l$. $\sum mB = 0$; $R_A = \frac{Pb}{l} = \frac{P(l-a)}{l}$.

Изгибающий момент на участке балки AB :

$$M_x^I = R_A z_1 = \frac{P(l-a)}{l} z.$$

Соответственно, изгибающий момент на участке BC:

$$M_x = R_A z - P(z-a) = \frac{P(l-a)}{l} z - P(z-a) = \frac{P(l-z)}{l}.$$

Разложим функцию изгибающего момента

$$M_x = \begin{cases} \frac{P(l-a)}{l} z, & 0 \leq z \leq a \\ \frac{P(l-z)}{l}, & a \leq z \leq l \end{cases}$$

в ряд Фурье по синусам в промежутке $[0; l]$:

$$M_x = \sum_{n=1}^{\infty} m_n \sin \frac{\pi n z}{l},$$

где:

$$m_n = \frac{2}{l} \int M_x \sin \frac{\pi n z}{l} dz = \frac{2}{l} \left[\frac{P(l-a)}{l} \int_0^a z \sin \frac{\pi n z}{l} dz + \frac{Pa}{l} \int_a^l (l-z) \sin \frac{\pi n z}{l} dz \right].$$

Интегрируя полученное уравнение по частям, получим

$$m_n = \frac{2Pl}{\pi^2 n^2} \sin \frac{\pi n z}{l},$$

значит,

$$M_x = \frac{2Pl}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \sin \frac{\pi n a}{l} \sin \frac{\pi n z}{l}.$$

Дифференциальное уравнение изогнутой балки при ее малых поперечных деформациях имеет вид:

$$\frac{d^2 y}{dz^2} = \frac{M_x}{EJ_x}, \quad (1)$$

Следовательно, уравнение (1) для данного случая преобразуется к виду:

$$\frac{d^2 y}{dz^2} = \frac{2Pl}{\pi^2 EJ} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \sin \frac{\pi n a}{l} \sin \frac{\pi n z}{l}. \quad (2)$$

Интегрируя дважды это уравнение, найдем его общее решение:

$$y = \frac{2Pl}{\pi^2 EJ} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \left(\frac{l}{\pi n} \right) \sin \frac{\pi n a}{l} \sin \frac{\pi n z}{l} C_1 z + C_2. \quad (3)$$

Произвольные постоянные уравнения (3) можно определить, из граничных условий закрепления балки на опорах A и C , следовательно: $y(0) = 0$, $y(l) = 0$.

Последовательно подставляя эти условия в (3) найдем: $C_1 = 0$, $C_2 = 0$, т.к.

$$\sin \pi n = 0, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Таким образом, уравнение изогнутой оси балки будет иметь вид:

$$y = \frac{2Pl}{\pi^2 EJ} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} \sin \frac{\pi n a}{l} \sin \frac{\pi n z}{l}. \quad (4)$$

В качестве примера с помощью формулы (4) вычислим прогиб балки в точке $z = l/3$, $a = l/3$.

$$y\left(\frac{l}{3}\right) = \frac{2Pl^3}{\pi^4 EJ_x} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} \sin^2 \frac{\pi n}{3} = \frac{2Pl^3}{\pi^4 EJ_x} \times \left(\frac{\sin^2 \frac{\pi}{3}}{1^4} + \frac{\sin^2 \frac{2\pi}{3}}{2^4} + \frac{\sin^2 \frac{4\pi}{3}}{4^4} + \frac{\sin^2 \frac{5\pi}{3}}{5^4} + \frac{\sin^2 \frac{7\pi}{3}}{7^4} + \frac{\sin^2 \frac{8\pi}{3}}{8^4} + \dots \right) \approx 0,0164578 \frac{Pl^3}{EJ_x}$$

В курсе сопротивления материалов прогиб в указанной точке определяется по формуле:

$$y = \frac{Pa^2b^2}{3IEJ_x}. \quad (5)$$

Прогиб балки с помощью этой формулы при $a = l/3$, $b = 2l/3$ равен:

$$y\left(\frac{l}{3}\right) = \frac{P}{3IEJ_x} \left(\frac{l}{3}\right)^2 \left(\frac{2l}{3}\right)^2 = \frac{4Pl^3}{243EJ_x} = 0,0164608 \frac{Pl^3}{EJ_x}.$$

Как видим, абсолютная погрешность вычисления прогиба с помощью ряда Фурье не превосходит 0,0002.

Научный руководитель: Ю.Н. Петрова

37. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ІСНУВАННЯ ФУНКЦІЙ НАПРУЖЕНЬ

Д.О Крістя, Д.В. Амангалієв, Ю.М. Петрова
Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського

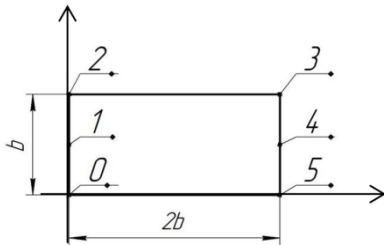


Рис. 1. Невагома пластина

Дослідження напружено-деформованого стану елементів обладнання мають прикладний характер і служать для створення та обґрунтування методів розрахунку інженерних конструкцій. Правильне рішення цих задач є основою при розрахунку і проектуванні конструкцій, машин, механізмів тощо, оскільки воно забезпечує їх надійність протягом усього періоду експлуатації.

Найчастіше в харчовій промисловості характер напруженого стану корпусів технологічного обладнання при додатку до них системи сил описується функціями напруг. У даній статті ми розглянемо і перевіримо можливість існування функції напруги у вигляді полінома 4-го ступеня, $\phi = 2bx^3 - 3x^2y^2 + y^4$, а також по функціям напруг знайдемо компоненти напружень. Візьмемо прямокутну невагому пластину, по кромці якої діють зовнішні сили, рівномірно розподілені по її товщині рівною 1, рис. 1.

Для виконання перевірки існування заданої функції напружень в пластині необхідно виконати її диференціювання і підстановку в бігармоніческое рівняння:

$$\frac{\partial^4 \phi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \phi}{\partial x^2 \times \partial y^2} + \frac{\partial^4 \phi}{\partial y^4}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = 12bx - 6y^2; \quad \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = -6x^2 + 12y^2; \quad \frac{\partial^3 \phi}{\partial x^3} = 12b; \quad \frac{\partial^3 \phi}{\partial y^3} = 24y;$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x \times \partial y} = -12xy; \quad \frac{\partial^4 \phi}{\partial x^4} = 0; \quad \frac{\partial^4 \phi}{\partial x^2 \times \partial y^2} = -12; \quad \frac{\partial^4 \phi}{\partial y^4} = 24.$$

Підставивши в бігармоніческое рівняння (1), ми отримуємо:

$$0 + 2(-12) + 24 = 0$$

Таким чином, ми отримуємо, що напружений стан пластини, виражений заданою функцією напружень можливо.

Далі за функціями напруг (функції Ері) необхідно визначити вирази компонентів напружень:

$$\sigma_x = \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = -6x^2 + 12y^2; \quad \sigma_x = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = 12bx - 6y^2; \quad \tau_{xy} = -\frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial y} = 12xy$$

Для побуд

Сторона₃₋₄₋₅ ($x = 2b; 0 \geq y \leq b$);

т.3 ($y = b$): $\sigma_x = -12b^2; \tau_{xy} = 24b^2$;

т.4 ($y = \frac{1}{2}b$): $\sigma_x = -21b^2; \tau_{xy} = 12b^2$;

т.5 ($y = 0$): $\sigma_x = -24b^2; \tau_{xy} = 0$;

Сторона₂₋₃ ($0 \geq x \leq 2b; y = 2$

$0 \geq x \leq 2b; y = 0$

$\sigma_x = 12b^2; \tau_{xy} = 0$);

т.2 (x

т.3 ($x = 2b$);

Сторона₅₋₀;

т.5 ($x = 2b$): $\sigma_y = 24b^2; \tau_{xy} = 0$;

т.0 ($x = 0$): $\sigma_y = 0; \tau_{xy} = 0$;

Дослідивши напруги в кожній точці і побудувавши епюру ми, отримуємо точне бачення поведінки дотичного і нормального напруження в будь-якій частині прямокутної пластини, рис. 2.

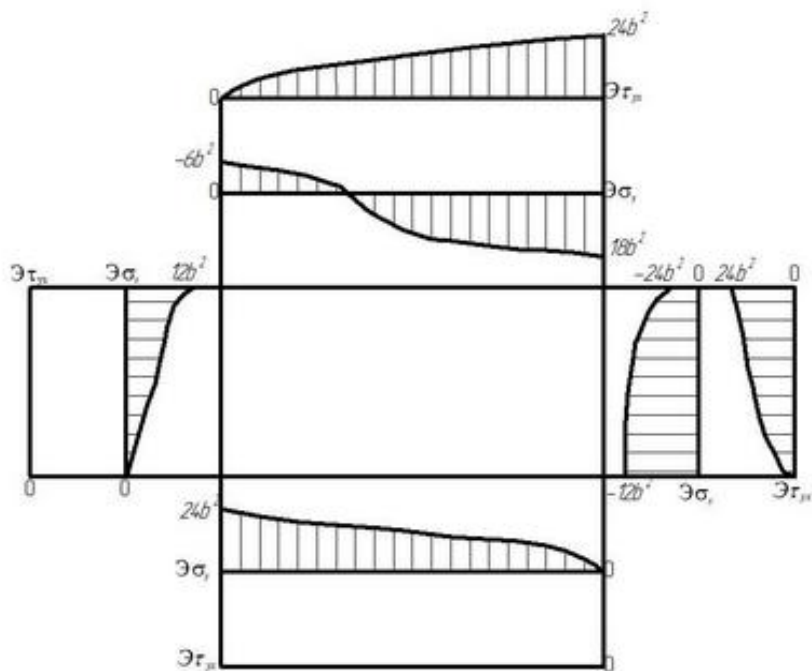


Рис. 2. Епюра дотичних і нормальних напруг

Отримана інженерна методика перевірки розрахунку елементів конструкцій дозволить забезпечити достовірність експериментальних даних при створенні високоєфективного конкурентоспроможного обладнання.

38. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ В УПАКУВАННІ З МЕТОЮ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Р.Я. Сороковий

Національний університет харчових технологій

Охолодження є найкращим способом консервування харчових продуктів з точки зору збереження їх споживних та смакових якостей. Розробка технологій охолодження полягає у визначенні розподілу температур в продукті у часі, тривалості досягнення продуктом заданої температури зберігання або фасування та кількості відведеної від продукту теплоти.

Головною тенденцією сучасних технологічних процесів охолодження і заморожування продуктів є інтенсифікація холодильної обробки [1], особливо на початковій стадії. При швидкому охолодженні різко знижуються адаптаційні можливості шкідливої мікрофлори на поверхні продукту, скорочується загальний час охолодження і зменшується усушка продукту. Інтенсифікація холодильної обробки може бути досягнута збільшенням швидкості руху w_c або зниженням температури t_c охолодного середовища, що звичайно приводить до підвищення енергоємності процесу. В умовах постійного підвищення цін на енергоносії, при виборі існуючих або створенні нових режимів охолодження слід прагнути до максимального збереження якості продукту, а також зменшення енерговитрат на проведення холодильної обробки. Застосування експериментальних методів для визначення оптимальних режимів охолодження пов'язано з істотними технічними труднощами та матеріальними витратами. Залучення математичного апарата для моделювання процесу охолодження дозволяє враховуючи всі визначальні фактори, оптимізувати відповідну технологію за різними критеріями якості.

На практиці широко застосовується спосіб визначення тривалості охолодження τ та розподілу температур $t(x, \tau)$ в продукті на базі аналітичних рішень диференційного рівняння теплопровідності Фур'є, отриманих при ряді припущень (охолодження відбувається рівномірно, параметри теплоносія та теплофізичні властивості тіла є постійними) для однорідних тіл найпростішої геометрії [2]. Рішення для тіл у формі кулі, безкінечних пластини або циліндра при граничних умовах третього роду представляються в безрозмірному вигляді

$$\Theta = f(Bi; Fo) \text{ або } Fo = f(Bi; \Theta).$$

Тут $\Theta = [t(x, \tau) - t_c] / [t_0 - t_c]$ — безрозмірна температура у точці тіла з координатою x в момент часу τ , де t_0 — початкова температура тіла; $Bi = \alpha R / \lambda$ та $Fo = a\tau / R^2$ — безрозмірні числа Біо та Фур'є, де α — коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·К); λ — коефіцієнт теплопровідності тіла, Вт/(м·К); R — визначальний розмір тіла, м, (половина товщини пластини, радіус циліндра або кулі); a — коефіцієнт температуропровідності тіла, м²/с. Залежності, що зв'язують Θ , Bi і Fo є складними, тому

зручно користуватись їх графічними інтерпретаціями, що представляються у виді номограм [1, 2] для тіла даної форми в певному перетині x .

При безпосередньому контакті продукту з охолодним середовищем, наближаючи його складну форму до простої геометричної форми, при заданих w_c , t_c і t_0 температура, яка встановлюється в перетині тіла x через час τ однозначно визначається значеннями чисел Bi і Fo : $t(x, \tau) = t_c + \Theta(Bi, Fo)[t_0 - t_c]$. Час охолодження тіла в заданому перетині x до температури $t(x, \tau)$ знаходиться з вираження $\tau = Fo(Bi, \Theta)R^2/a$.

Охолодження деяких видів харчових продуктів відбувається при розміщенні їх в металевих формах або картонних коробах, однак в літературі питання розробки режимів охолодження продуктів в упакуванні не розглядаються. В роботі пропонується методика розрахунку процесу охолодження вказаної категорії харчових продуктів.

Якщо продукт охолоджується в упакуванні, при розрахунку тривалості охолодження і розподілу в ньому температур необхідно враховувати термічний опір δ/λ , що складає кожний шар упакування і повітряні прошарки між ними. В цьому випадку при розрахунку числа Bi підставляється ефективний коефіцієнт тепловіддачі $\alpha_{\text{эф}} = 1/\left[1/\alpha + \sum_i \delta_i/\lambda_i\right]$.

Упакований продукт зазвичай має обмежену форму, для якої треба враховувати тепловіддачу з усієї зовнішньої поверхні. Щоб спростити розрахунки, звичайно тіла обмеженої конфігурації наближають до тіла сферичної форми з визначальним розміром, рівним еквівалентному радіусу $R_{\text{екв}}$. Еквівалентний радіус $R_{\text{екв}}$ знаходиться з умови рівності об'ємів реального тіла V і еквівалентної сфери $V_{\text{екв}}$ наступним чином. Визначається об'єм продукту, що розміщений в упаковці: $V = m/\rho$, де m і ρ — маса і густина продукту. Об'єм еквівалентної сфери розраховується по формулі $V_{\text{екв}} = 4\pi R_{\text{екв}}^3/3$, тоді $R_{\text{екв}} = (3V/4\pi)^{1/3}$. Ефективну теплоємність системи продукт-упаковка можна визначити по адитивній формулі.

Дана методика випробовувалася для розрахунку охолодження вершкового масла в потоці повітря з $w_c = 10$ м/с і $t_c = -5$ °С від $t_0 = 15$ °С до 0 °С. Продукт масою 20 кг знаходиться в гофрокоробі, викладеному в середині пергаментом. Сумарний термічний опір упакування складає 0,093 Вт/(м²·К). Температура 0 °С на зовнішній поверхні буде досягнута через 12 год, центр продукту охолідиться до 3,5 °С через 24 год. Охолодження масла до середньооб'ємної температури 0,7 °С триває 22,6 год. По нормативних документах $\tau = 24$ год. Результати розрахунків досить добре узгоджуються з нормативними даними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Масліков М.М. Холодильна технологія харчових продуктів. — К.: НУХТ, 2007. — 334 с.
2. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. — М.: Энерг. — 1981. — 416 с.

Науковий керівник: Л.С. Гапонич

15

СЕКЦІЯ

**СТВОРЕННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНОГО
ОБЛАДНАННЯ,
РОЗРОБЛЕННЯ
СИСТЕМ ТЕПЛО-
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
ПРОМИСЛОВИХ
ПІДПРИЄМСТВ**

15.1. ПІДСЕКЦІЯ ПРОМИСЛОВОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Голова підсекції — проф. М.О. ПРЯДКО
Секретар підсекції — асист. В.О. БОЙКО

Ауд. Б-407

1. ПРО НОВУ КОРЕЛЯЦІЮ ПО ТЕПЛОВІДДАЧІ ДО ПЛІВОК В РЕЖИМАХ ВИПАРОВУВАННЯ З ВІЛЬНОЇ ПОВЕРХНІ ТА КИПІННЯ ПРИ ВИМУШЕНІЙ КОНВЕКЦІЇ

О.М. Рябчук

Національний університет харчових технологій

Концентрування розчинів у плівках супроводжується складними теплообмінними та гідродинамічними процесами як результат взаємодії міжфазної, вкритою хвилями, поверхні з ядром потоку з одного боку та твердою стінкою — з іншого. Наявність значного об'єму експериментального матеріалу, який опубліковано в літературі, і який не узгоджується між собою, підтверджує складність плівкових процесів; при цьому область режимних параметрів, що характеризується високою концентрацією розчину в режимі кипіння та випаровування з вільної поверхні під вакуумом залишається поверхово вивченою. Саме ця область стала об'єктом досліджень на створеному експериментальному стенді з незалежним формуванням витрат фаз в широкому діапазоні зміни теплового потоку, концентрації та вакууму в системі. Експериментально охоплено режим випаровування з вільної поверхні та кипіння в умовах вимушеної конвекції в плівках цукрових розчинів довільної концентрації при атмосферному тиску та вакуумі. Запис показань термопар та манометрів здійснювався в автоматичному режимі із накопиченням даних на магнітних носіях; підтримування витрат фаз та заміри концентрацій — в ручному режимі.

Отримані результати дозволили виявити степінь впливу окремих факторів на інтенсивність тепловіддачі, а саме : витрат фаз, температурного напору в режимі кипіння при вимушеній конвекції в широкому діапазоні зміни концентрацій та вакууму.

Аналіз даних, по-перше, підтвердив можливість застосування кореляцій тепловіддачі в турбулентних плівках на основі моделей з пригніченням інтенсивності турбулентності на міжфазній границі, наприклад, з використанням моделі Мілліонщикова [1]: $\frac{v_t}{v} = 0$ при $0 \leq \eta \leq \frac{7,8}{\delta^+}$, та $\frac{v_t}{v} = 0,39(\eta\delta^+ - \delta^+)(1 - \eta)$

при $\frac{7,8}{\delta^+} \leq \eta \leq 1$, де $\eta = \frac{y}{\delta_n}$; $\eta_d = \frac{\delta_d}{\delta_n}$; $\delta_d^+ = \frac{\delta_d u^*}{v} = 7,8$; $\delta_n^+ = \frac{\delta_n u^*}{v}$; $u^* = \sqrt{\frac{\tau_i + \rho g \delta_n}{\rho}}$;

δ_d , δ_n — товщина ламінарного та неперервного прошарку відповідно; τ_i — дотична напруга на міжфазній границі.

По-друге, підтвердив можливість використання простої умови початку кипіння в плівці при вимушеній конвекції — досягнення граничного, з умови зародження парової фази, перегріву стінки при відомій шорсткості поверхні

$R_z: \Delta t_{ep} = \frac{2\sigma T_s}{r \rho_n R_z} + \Delta_{fx}$, де Δ_{fx} — фізико-хімічна температурна депресія.

Результуюча кореляція, наприклад, до концентрованих плівок в ламінарному

режимі руху має вигляд: $\alpha = \left(\frac{\lambda}{\delta_n}\right) \left[1 + C \left(\frac{\Delta t - \Delta t_{ep}}{\Delta t_{ep}}\right)^m\right]$ при $\Delta t \geq \Delta t_{ep}$; и $\alpha = \left(\frac{\lambda}{\delta_n}\right)$

при $\Delta t \leq \Delta t_{ep}$, де $\delta_n = \left[A + \left(1 - \exp\left(\frac{K_\delta}{16}\right)^n B\right)\right] \exp(-H Re_n)$; A , B , C , H , n , m —

постійні коефіцієнти, що визначаються з дослідних даних; Γ_v — об'ємна щільність зрошення, ν — в'язкість, σ — поверхневий натяг; w_n — швидкість пари;

$K_\delta = (\Gamma_v^2 \nu)^{1/3} \left(\frac{\rho g}{\sigma}\right)$; $Re_n = \frac{w_n (d - 2\delta)}{\nu_n}$.

Надана кореляція дозволяє узагальнити результати досліджень тепловіддачі до гравітаційно стікаючих плівок розчинів довільної концентрації при незначному тиску та вакуумі як в режимі випаровування з вільної поверхні, так і в умовах кипіння при вимушеній конвекції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гимбутис Г. Теплообмен при гравитационном течении пленки жидкости. Вильнюс, Мокслас, 1988. — 233 с.

Науковий керівник: В.П. Петренко

2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВИХ СХЕМ ЦУКРОВИХ ЗАВОДІВ

К.А. Закревський

Національний університет харчових технологій

Цукровий завод — це розгалужена система потоків тепла різних потенціалів зі значним об'ємом невикористаних вторинних енергоресурсів. Повнота використання ВЕР характеризує ефективність теплової схеми і є необхідною умовою енергоощадливого режиму роботи тепло-технологічного комплексу заводу.

Створення енергоощадливої системи тепlopостачання здійснюють у відповідності до 4 основних концептуальних принципів енергозбереження, а саме [1]:

- впровадження технічних рішень щодо зменшення водних надходжень на технологічний верстат;
- забезпечення ритмічності та безперебійності роботи теплотехнологічного комплексу;
- максимального використання вторинних енергоресурсів (ВЕР) з відповідною, за умови забезпечення достатньої, на рівні 68 – 72 %, концентрації сиропу з ВУ, конфігурацією теплової схеми;
- забезпечення максимальної для існуючого обладнання потужності по переробленню буряків.

Виконано аналіз теплоспоживання за умови встановлення:

- жомопресів глибокого віджиму, (Stord або Babbini);
- пресфільтрів для суспензії 1 сатурації (Putch);
- використання тепла конденсатів на нагрівання соків та живлення дифапаратів;
- впровадження системи гасіння вапна поміями у суміші з очищеним соком;
- встановлення потужних підігрівачів дифузійного соку на утфільній парі;
- встановлення вакуум-апаратів з механічними циркуляторами на парі низького потенціалу;
- встановлення плівкової випарної установки з комбінованим способом подавання соку на ВУ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чепак І.П., Кравчук І.В., Білянський В.Й. Про вдосконалення системи теплоенергоспоживання Радехівського цукрового заводу. Наукові праці НУХТ, № 32, 2010, с. 23 – 25.

Науковий керівник: В.П. Петренко

3. ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕНСИФІКАТОРІВ ТЕПЛООБМІНУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ З ТРУБНОЮ ПОВЕРХНЕЮ

А.І. Гутяню

Національний університет харчових технологій

Сучасні харчові підприємства укомплектовані переважно ефективними теплообмінними апаратами пластинчастого типу з розвинутою системою гофр — штучних турбулізаторів потоку, тому навіть при малих швидкостях рідини інтенсивність теплопередачі майже в 2 рази перевищує аналогічний показник для трубної поверхні. Але за всіх переваг пластинчасті ТО мають певні недоліки. По-перше, це розвинута система гумових ущільнень між пластинами, що потребує делікатного поводження з ними під час очищення поверхні. По-друге, велика кількість паралельно існуючих каналів спричинює нерівномірність витрати потоку по поверхні, оскільки навіть незначне забруднення частини каналів суттєво збільшує їх гідравлічний опір.

Альтернативою пластинчастим можуть слугувати теплообмінники з трубною поверхнею, вкритою системою штучних інтенсифікаторів теплообміну [1]. Розг-

лядаються варіанти трубної теплообмінної поверхні зі штучними інтенсифікаторами типу: поперечні накатні канавки, внутрішні діафрагми, спіральні навивки, стрічкові вставки. Окремо виконано аналіз ефекту інтенсифікації теплообміну від застосування накатних елементів на поверхні теплообміну з кільцевими каналами. Виконано аналіз складових термічного опору теплопередачі при застосуванні штучних турбулізаторів та виявлено доцільні напрями інтенсифікації.

Виконані варіантні розрахунки ефективності теплообмінних апаратів різних конструктивних схем з використанням різних типів інтенсифікаторів теплообміну.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Калинин Э.К., Дрейцер Г.А.* Эффективные поверхности теплообмена. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 408 с.

Науковий керівник: В.П. Петренко

4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНО ОБГРУНТОВАНОЇ ТОВЩИНИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ КОНСТРУКЦІЙ ХОЛОДИЛЬНИКІВ У ЗА УМОВ ВИКОРИСТАННЯ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ З НАПОВНЮВАЧЕМ ППУ

К.О. Савчук

Національний університет харчових технологій

Актуальність питання теплоізоляції холодильних камер. Сучасний бізнес орієнтований лише на одну ціль — отримання прибутку. Для отримання прибутку важливо не лише випускати і продавати продукцію, а й знижувати її собівартість. Поняття «собівартість продукції» досить широке, втім включає, серед іншого, капітальні і поточні видатки на виробництво цієї продукції. Розглядувана в даній роботі оптимальна величина теплоізоляції впливає як на капітальні, так і на поточні затрати при зберіганні продукції, а отже є одним із чинників, що впливає на кінцеву ціну та собівартість продукції. Саме тому так важливо правильно розрахувати цей параметр.

За останні роки змінилася кон'юнктура ринку, окрім того, почали застосовувати нові теплоізоляційні матеріали, такі як сендвіч-панелі.

Об'єктом дослідження є свого роду узагальнена модель холодильника, яка дає уявлення про орієнтовну необхідну товщину теплоізоляції холодильників. Узагальнена модель складається з декількох типів холодильників різних розмірів та конструктивних рішень, на основі яких отримуються певні усереднені дані.

Мета дослідження — встановити економічно обгрунтовану товщину теплоізоляції холодильників з врахуванням сучасної кон'юнктури ринку та нових типів ізоляції — сендвіч-панелей. У даному випадку в якості наповнювача виступає ППУ. Особливістю сендвіч-панелей є значно довший термін служби (порівняно, наприклад, з мінватаю чи пінопластом), що відображається на терміні амортизації і, врешті-решт, на товщині теплоізоляції.

У роботі надані рекомендації щодо вибору товщини теплоізоляції та перегородок камер холодильників середніх та великих розмірів. Проведені дослідження

впливу факторів на збільшення поточних видатків. Здійснена спроба створити алгоритм розрахунку теплопритоків від сонячної радіації (не миттєвих, для вибору обладнання, а підсумкових протягом року) для розрахунку оптимальної товщини теплоізоляції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чумак *И.Г.* Холодильные установки / И.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Г. Чуклин; под. общ. ред. И. Г. Чумака. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 344 с.

Науковий керівник: С.М. Василенко

5. ТЕХНІЧНІ ТА СХЕМНІ РІШЕННЯ СИСТЕМИ СЕЗОННОГО АКУМУЛЮВАННЯ ХОЛОДУ

О.О. Коломієць

Національний університет харчових технологій

Метою роботи є розробка та випробування системи сезонного акумулювання природного холоду для кондиціонування повітря і технологічних потреб; зменшення споживання електричної енергії за рахунок використання природного холоду.

Вихідні умови:

1. Система призначена для акумулювання холоду за рахунок теплоти фазового перетворення «вода — лід» під час заморожування вологого ґрунту або води водоймища. 2. Система має забезпечувати утримування холодоносія при температурі в межах від +1 °С до +8 °С. 3. Експериментальна система має забезпечити накопичення холоду у вигляді замороженого масиву ґрунт/вода об'ємом до 20 м³.

Постановка задачі. Довгий вертикальний термосифон розміщується у щільно облягаючому ґрунті, що має температуру масиву t_0 (рис.1) ЗДТ виконаний з металевої труби довжиною L з внутрішнім діаметром $d_1 = 2r_1$, й заповнений холодильним агентом Ф-12. Відома температура кипіння фреону t_s і закономірності теплообміну в термосифоні. Всі теплофізичні властивості (ТФВ) ґрунту і хладонів відомі. Необхідно знайти у загальному вигляді аналітичний розв'язок для визначення лінійної густини теплового потоку від ґрунту до стінки термосифону під час стаціонарного режиму процесу теплообміну.

Приймаємо такі допущення:

1. Температура ґрунту $t_r = \text{const}$; 2. Температура кипіння фреону є незмінною по висоті ЗДТ; 3. ТФВ ґрунту не залежать від зміни температури; 4. Термічним опором контакту ґрунт — стінка термосифону нехтуємо; 5. Відмінність лінійної густини теплового потоку q_l на торцях і середньої частини не береться до уваги. Використовуючи циліндричну систему координат і суміщуючи вісь ординат з

віссю термосифона, рішення зводиться до розв'язання задачі: $\frac{d^2t}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dt}{dr} = 0$ під

час граничних умов: $r = r$, $\frac{dt}{dr} = -\frac{a}{\lambda_{\text{гп}}}(t_3 - t_1)$; $a = f(t_1 - t_3)$; $r = \infty$, $t = t_0$.

Як показав аналіз даної проблеми, напрямок розробки системи акумулювання холоду (САХ) на основі ЗДТ можливий у двох варіантах: використання термосифонів з організованою й неорганізованою циркуляцією теплоносія. Нами вибраний термосифон простої геометричної форми (рис. 1), враховуючи експериментальний характер САХ і формування її схеми на основі одиночних ЗДТ [1].

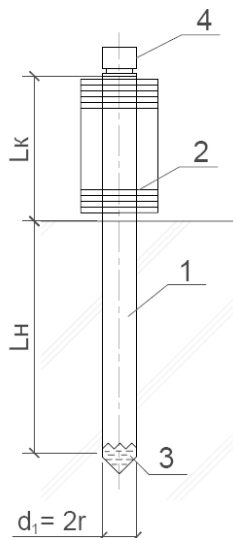


Рис. 1 Схема одиночного термосифонного акумулятора природного холоду.

- 1 — теплосприймаюча ділянка;
2 — конденсатор; 3 — проміжний теплоносіє;
4 — заправочний штуцер.

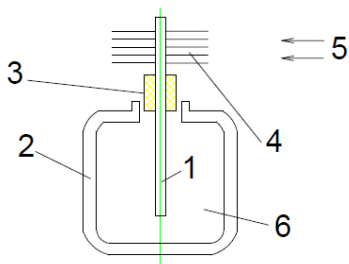


Рис. 2 Криостат для заморожування води.

- 1 — зона випаровування ЗДТ; 2, 3 — теплоізоляція; 4 — оребрений конденсатор;
5 — довкілля; 6 — вода (лід)

Під час розробки САХ необхідно враховувати в першу чергу, сезонний характер дії акумуляторів природного холоду. Складність полягає в тому, що тут відбуваються два взаємозалежних процеси: промерзання — плавлення замороженого масиву ґрунту та взаємодія ЗДТ з навколишнім середовищем. Необхідно знати кліматичні характеристики району спорудження САХ, геологічні та теплофізичні властивості ґрунту. За будь яких умов заморожений масив повинен теплоізулюватись.

Окрім вертикального розташування ЗДТ можливе також використання їх і під кутом нахилу до горизонту, зігнутої та U — подібної конструкції.

Для експериментальної перевірки аналітичного розв'язку може бути використаний одиночний термосифон для замороження води (рис. 2), що може бути своєрідним криостатом. Попередні розрахунки показують, що для заморожування 100 літрів води одиночним термосифоном діаметром 30 мм, $L_n = 1,0$ м, $L_k = 0,8$ м, $t_{nc} = -10$ °С, знадобиться приблизно 8 годин.

Результати аналітичних та експериментальних досліджень стануть основою для розробки систем акумулювання природного холоду різного призначення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Васильев Л.Л., Вааз С.Л. Замораживание и нагрев грунта с помощью охлаждающих устройств/ Под ред. Л.И. Колыхана. — Мн.: Наука и техника, 1986, 192 с.

Науковий керівник: С.М. Василенко

6. УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ ЧЕРВОНСЬКОГО ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ З ВПРОВАДЖЕННЯМ ГІДРОДИНАМІЧНОГО СПОСОБУ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ РОБОТИ УТФЕЛЬНИХ ВАКУУМ — АПАРАТІВ

Ю.О. Проценко

Національний університет харчових технологій

Утфельні вакуум — апарати цукрового виробництва споживають значну кількість теплової енергії (пари), тобто є достатньо енергоємними. У зв'язку з необхідністю зменшення витрати пари на технологічні потреби цукрового заводу актуальною є проблема інтенсифікації тепломасообмінних процесів у теплоспоживаючих апаратах і обладнанні, в першу чергу — в утфельних вакуум-апаратах.

На підставі виконаних досліджень [1] запропоновано спосіб гідродинамічного підсилення циркуляції у вакуум-апаратах, сутність якого полягає у вдуванні газу (пари) в кип'ятильні труби, що дозволяє скоротити тривалість циклу уварювання утфелю на 25 – 40 % [2]. В доповіді наводяться дані промислового випробування вакуум-апаратів, оснащених пристроями колекторного типу для здійснення гідродинамічного способу підсилення циркуляції. Описані конструктивні особливості розроблених на кафедрі теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ пристроїв. Приведені дані щодо механізму збільшення швидкості циркуляції в утфельному вакуум-апараті. Виконані промислові випробування вакуум-апаратів з підсиленою гідродинамічним способом циркуляцією утфеля показали, що інтенсифікація тепломасообміну при вдуванні пари збільшується на завершальній стадії уварювання утфелю. На даній стадії досягається також значна інтенсифікація процесу кристалізації (масообміну) шляхом вдування пари в кип'ятильні труби, що обумовлюється значною інтенсифікацією теплообміну. В умовах природної циркуляції утфелю інтенсивність теплообміну на цій стадії значно знижується з причини підвищення рівня утфелю в апараті, зростання концентрації кристалів і в'язкості. Часто кипіння утфелю в кип'ятильних трубах припиняється, утфель тут тільки перегрівається, а закипання його відбувається у просторі над поверхнею нагріву. При вдуванні пари кипіння переноситься в кип'ятильні труби. Швидкість циркуляції і масової кристалізації утфелю зростають. Як показали дослідження, витрата пари (газу) для гідродинамічної інтенсифікації уварювання утфелю не повинна перевищувати 10 – 15 % від витрати грійної пари. Для зменшення витрати пари на утфельні вакуум-апарати при гідродинамічному способі інтенсифікації доцільно здійснювати перепуск незконденсованих газів із парових камер апаратів у пристрій підсилення циркуляції. При цьому покращується деаерація парових камер і зменшується загальна витрата пари на вакуум-апарати.

Впровадження у виробництво модернізованих вакуум-апаратів типу А-2-ПВУ-40 і А-2-ПВУ-60 дозволило на 25 – 40 % скоротити тривалість циклу уварювання утфелю у порівнянні з вакуум-апаратами без інтенсифікації робочих процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гаряжа В.Т.* и др. Интенсификация процесса уваривания утфелей. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 152 с.

2. *Павелко В.І.* Интенсифікація процесів тепломасообміну і гідродинаміки у вакуум-апаратах цукрового виробництва. — К.: Наукові праці НУХТ № 32, 2010.

Науковий керівник: В.І. Павелко

7. МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВО- ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ МІСТА БОРИСПОЛЯ З ВПРОВАДЖЕННЯМ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Ю.І. Голуб

Національний університет харчових технологій

Геотермальний тепловий насос за принципом роботи схожий на звичайний кондиціонер, але має високу енергоефективність та відповідну потужність. Принцип опалення геотермальним тепловим насосом заснований на відведенні теплоти з природного середовища і передачі зібраної теплоти в систему опалення (або гарячого водопостачання) будівлі. Для відбору теплоти незамерзаюча рідина протікає по трубі, розташованій у ґрунті або водоймі біля будівлі, до теплового насосу. Тепловий насос відбирає теплоту, а рідина охолоджується орієнтовно на 5°C. Відібрана теплота передається системі опалення. Перетворення накопиченої в природі низькотемпературної теплової енергії в теплоту нагрівання відбувається в трьох контурах. У ґрунтовому контурі вільна теплота переходить від навколишнього середовища до незамерзаючої рідини і передається при температурі близько нуля градусів до теплового насосу. У контурі фреону теплонасос підвищує температуру незамерзаючої рідини до 100 °С. У контурі гріючої сторони теплота від фреону передається в систему опалення (гарячого водопостачання).

1. Ґрунтовий контур. У трубах незамерзаюча рідина (розсіл) циркулює від теплового насосу до джерела теплоти (скеля, ґрунт, озеро, вода). Накопичена енергія джерела теплоти нагріває розсіл на кілька градусів, наприклад від -3 °С до 0°C; розсіл по трубах повертається до випарника, віддає теплову енергію, охолодившись на кілька градусів — від 0 °С до -3 °С. Потім розсіл повертається до джерела теплоти і отримує енергію знову.

2. Контур фреону. Фреон циркулює в закритому контурі теплового насосу, і проходить через випарник. Фреон має дуже низьку температуру кипіння. У випарнику фреон отримує теплову енергію від розсолу, підігрівається від -20 °С до -2 °С, починає кипіти, перетворюючись в пару. Пар надходить у компресор з електроприводом. Компресор стискає пару, її тиск підвищується, і температура зростає від -2 °С до +100 °С. Від компресора пара надходить до теплообмінника — конденсатора, де вона віддає теплоту системі опалення, після чого пара охолоджується від +100 °С до +70 °С, і конденсується. Тиск фреону ще залишається високим, і він проходить через розширювальний вентиль. Тиск фреону падає, що обумовлює повернення його до початкового стану з температурою -20°C.

3. Гріюча сторона. Теплова енергія, яку віддав фреон у конденсаторі, передається воді опалювальної системи, або на підігрів холодної води, басейну і т.п. Теплоносії системи опалення циркулює в замкнутому контурі. З температурою $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, він нагрівається в конденсаторі до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, і транспортує теплоту до опалювальних приладів. Охолодившись в них до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, теплоносії повертається за наступною порцією теплоти до теплового насосу.

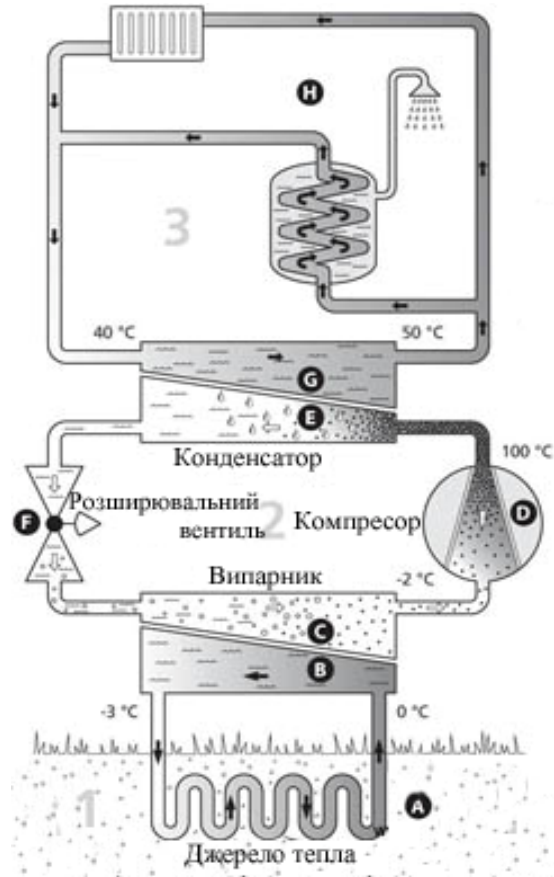


Рис. 1. Схема теплового насосу

Обмін теплотою із навколишнім середовищем геотермальні теплові насоси здійснюють такими основними способами.

Насос із закритим циклом і вертикальним теплообмінником, в якому прокачується теплоносії, розташовані вертикально у ґрунті та заглиблені в ґрунт до 200 метрів (практично 50 – 100 метрів). Такий теплообмінник, зазвичай, називають зондом. Як відомо, на глибині 15 – 20 м від поверхні, ґрунт має стабільну температуру $10 - 12^{\circ}\text{C}$ незалежно від пори року. Зі збільшення глибини температура ґрунту підвищується. Цей спосіб забезпечує найвищу ефективність роботи теплонасосу, малі витрати електроенергії та дешеву теплоту (1 кВт електроенергії забезпечує до 5 кВт теплової енергії), але вимагає значних початкових капіталовкладень.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Безродний М.К., Прутула Н.О.* Енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання. — Київ, 2012. — 205 с.

2. *Ефимов Н.Н.* Перспективы использования тепловых насосов в энергообеспечении промышленных и коммунальных предприятий. — Теплоэнергетика, 2009, № 11.

Науковий керівник: В.І. Павелко

8. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ НА ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ СХЕМИ ЗНЕСОЛЕННЯ ВОДИ НА ОСНОВІ МЕМБРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ

І.В. Войтюк

Національний університет харчових технологій

Нині мембранні технології очищення води широко застосовують в багатьох країнах Європи. В Україні таку схему у великих масштабах застосували вперше на ТЕЦ-5 м.Київа. Схема знесолення води для прямотечійних котлів поєднує три основних процеси: ультрафільтрацію, зворотній осмос і електродеіонізацію.

Дніпровська вода після вапнування і коагуляції надходить на установку ультрафільтрації з тиском 0,25...0,3 МПа. Через мікроотвори спеціальної мембрани проходять лише молекули води, а домішки залишаються в осаді і час від часу видаляються. Затримуються частини розміром 0,01...0,1 мкм, до яких належать колоїди, протеїни, віруси, великі органічні молекули. У порівнянні з традиційною схемою ультрафільтрація має переваги :

- являється надійним захистом від мікроорганізмів;
- якість фільтрату не залежить від якості води, яка подається на установку;
- процес може бути легко автоматизованим;
- наступні етапи очистки будуть ефективнішими, тому що майже всі речовини видаляються в процесі ультрафільтрації.

Надалі водний потік прямує до установки зворотнього осмосу. Робочий тиск якої 0,8...1,5 МПа. Установка представлена двома ступенями знесолення і забезпечує номінальну продуктивність 45 м³/год. 1-й ступінь складається з 6 корпусів високого тиску, 2-й ступінь — з 4 корпусів. Кожен корпус складається з 5 мембран.

Установка зворотнього осмосу розділяє вхідну воду (фільтрат) на два потоки:

- частково-знесолену воду (перміат) і воду з підвищеним, у порівнянні з вхідним розчином вмістом розчинених речовин (концентрат). Переваги:

- повністю видаляє активний і залишковий хлор, бактерії і віруси, радіонукліди.

Перміат системи зворотнього осмосу направляється в резервуари частково знесоленої води, і при тиску 0,65 МПа подається на установку електродеіонізації, яка представлена 3-ма паралельними підблоками.

Знесолення відбувається за рахунок подачі на мембрани установки постійного електричного струму потужністю 0,4 кВт. В результаті чого ми отримуємо повністю знесолену воду з питомим опором 18 МОм·см. Переваги цього процесу:

- не потребує для регенерації хімічних речовин;
- забезпечує відповідну якість води;

- блоки компактні;
- незначні затрати електроенергії.

Воду, яка пройшла всі три стадії очищення, використовують для підживлення прямотечійних котлів.

Користь від нової системи водоочищення є очевидною. По-перше, це економія хімічних реагентів, електродеіонізація — взагалі без реагентна технологія. По-друге, гарантується охорона довкілля. Оскільки шлам і недопал, які утворюються після традиційної технології очищення води хімічними реагентами неможливо переробити, їх потрібно захоронювати. Для ТЕЦ-5 м. Києва це 1500 тонн шламу та 300 тонн недопалу щороку. Нова система працює без відходів.

Реконструкція хімічного цеху ТЕЦ-5 м. Києва коштувала приблизно 25 млн. 380 тис. грн. Мембранні касети для ультрафільтрації та зворотнього осмосу, необхідні хімреагенти для біологічного очищення цих касет під час роботи потребують заміни раз на п'ять років. Утім, за прогнозами фахівців, уже протягом 3 – 5 років витрати повністю себе окуплять і система запрацює на прибуток компанії.

Схема повного знесолення води пропонується до широкого впровадження на теплових та атомних електростанціях України.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Дытнерський Ю.И.* Обратный осмос и ультрафильтрация. — М.: Химия. 1978. — 352 с.
2. *Брок Т.* Мембранная фильтрация. — М.: Мир, 1987. — 464 с.

Науковий керівник: Ю.Г. Поржезінський

9. ЕНЕРГООЩАДНІ ДВЕРЦЯТА АЛЮМІНІЄ-ПЛАВИЛЬНИХ ПЕЧЕЙ ПІДВИЩЕНОЇ НАДІЙНОСТІ

О.Г. Зімінська

Національний університет харчових технологій

Плавильні печі алюмінієвого брухту обладнані пересувними дверцятами, що являють собою шамотний блок у металевому каркасі. Вікно печі обрамлене охолоджувальними кесонами, по яких відбувається переміщення «вгору — вниз» дверцят, які практично не охолоджуються, і є «вузким» місцем тривалості міжремонтної кампанії. Термін служби таких дверцят знаходиться в інтервалі 1.5 – 2 місяців. Окрім того, є значний потенціал «якісної» енергії, яка не утилізується і є складовою загальних теплових втрат печі.

Попередні розрахунки теплової потужності, що припадає на дверцята площею приблизно 1.5 м² показали, що вона дорівнює близько 70 кВт. Це є значним потенціалом для системи опалення, гарячого водопостачання або кондинціювання повітря виробничих приміщень.

Пропонується конструкція охолоджувальних дверцят (рис. 1) на основі високоефективних теплопередавальних пристроїв — замкнених двофазових термосифонів (ЗДТ).

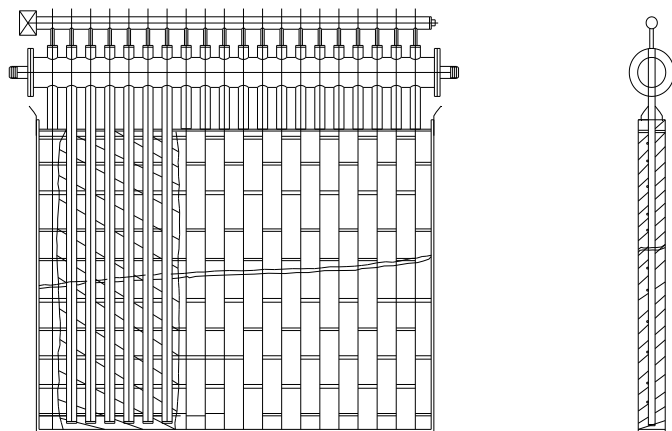


Рис. 1. Конструктивна схема термосифонних дверцят

Основними елементами термосифонних дверцят є: теплосприймаючі ділянки 1, торкретовані композитною теплоізоляцією 2, зона конденсації 3 ЗДТ. Верхня частина дверцят обладнується пристроями для їх переміщення.

Попередні теплові конструкторські розрахунки полягають у наступному:

Приймаємо температуру внутрішньої поверхні дверцят $t_{\text{дв}} = 500 \text{ }^\circ\text{C}$, визначаємо тепловий потік від гарячих газів $t_{\text{газів}} = 1200 \text{ }^\circ\text{C}$ до дверцят

$$q = 0,5 \cdot (\epsilon_{\text{ст}} + 1) \cdot C_o \cdot \left(\epsilon_r \cdot \left(\frac{T_r}{100} \right)^4 - A_r \cdot \left(\frac{T_{\text{дн}}}{100} \right)^4 \right) + \alpha \cdot (t_r - t_{\text{дн}}),$$

де $\epsilon_{\text{ст}} = 0,8$ — степінь чорноти поверхні дверцят; C_o — коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла; ϵ_r — степінь чорноти газів при температурі t_r ; A_r — поглинальна здатність газів при температурі поверхні дверцят; $\alpha = 8 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ — коефіцієнт тепловіддачі конвекцією від газів до дверцят.

Степінь чорноти газів: $\epsilon_r = \epsilon_{\text{CO}_2} + \beta \cdot \epsilon_{\text{H}_2\text{O}} = 0,11 + 1,05 \cdot 0,1 = 0,215$.

Поглинаюча здатність газів $A_r = \epsilon_{\text{CO}_2} \cdot \left(\frac{T_r}{T_{\text{дн}}} \right)^{0,65} + \beta \cdot \epsilon_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \left(\frac{1473}{773} \right)^{0,65} + 1,05 \cdot 0,175 = 0,374$.

$$q = 0,5 \cdot (0,8 + 1) \cdot 5,67 \cdot (0,215 \cdot (14,73)^4 - 0,374 \cdot (7,73)^4) + 8 \cdot (1200 - 500) = 50436,4 \text{ Вт/м}^2.$$

Площа теплообмінної поверхні дверцят $F = 1,2 \cdot 1,15 = 1,38 \text{ м}^2$.

Теплота, що сприймається дверцятами

$$Q = q \cdot F = 50436,4 \cdot 1,38 = 69602,23 \text{ Вт.}$$

Отримана кількість теплоти може ефективно використовуватись у системах опалення, гарячого водопостачання та кондинціювання виробничих і адміністративних приміщень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чоджой М.Х. Энергосбережение в промышленности. Пер с англ., М., «Металлургия», 1982. — 272 с.

Науковий керівник — В.Ф. Мокляк

10. ТЕРМОСИФОННИЙ МОДУЛЬ ЯК ВИСОКОЕФЕКТИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ ТЕПЛООБМІННИКІВ

А.Ю. Гнатюк

Національний університет харчових технологій

Завданням магістерської роботи є дослідження характеристик замкнених двофазних термосифонів (ЗДТ) та розробка на їх основі універсальної установки когенерації для одночасного отримання різних енергоносіїв. ЗДТ — це автономні теплопередавальні пристрої з фазовим перетворенням проміжного теплоносія та використанням гравітаційних сил як збудника руху плівки конденсату. Закономірності теплообміну внутрішніх характеристик термосифонів традиційної конструкції досліджені досить повно за винятком середнього температурного рівня. Практично не досліджені розгалужені термосифонні системи, які можуть бути теплообмінним модулем (ТМ) широкого спектру застосування. Це принципово нова конструкція, що складається з розрахункової кількості зон теплопідведення, приєднаних до горизонтального колектора, в якому розміщений конденсатор термосифона. У загальному випадку як проблемна тема ставиться задача дослідження гідродинаміки та тепломасообміну на горизонтальних поверхнях занурених в динамічний двофазовий шар (ДДШ) термосифонів. На рис. 1 представлена схема термосифонного модуля, який являє собою рекуперативний теплообмінник типу «газ-рідина» і складається з оребрених ділянок теплопідведення 1, об'єднаних горизонтальним колектором 2 в єдину герметичну систему, власне — модуль.

Особливістю конструкції є те, що такі модулі, об'єднані в секції теплообмінника, не вимагають трубно-решітчастої конструкції, що є незаперечною перевагою запропонованої конструкції.

Працює теплообмінник наступним чином.

Теплота димових газів через оребрені теплосприймаючі ділянки передається проміжному теплоносієві, відбувається його кипіння, теплота фазового переходу передається живильній воді за рахунок процесу конденсації на горизонтальній поверхні.

На першому етапі досліджень передбачається аналіз літературних даних та виконання патентного пошуку, а також вибір проміжного теплоносія високотемпературного рівня, що може бути необхідним під час використання ТМ як економайзера парогенераторів.

На другому етапі планується створення експериментальної установки, робочою ділянкою якої є термосифонний модуль, де будуть досліджені локальні та середні коефіцієнти тепловіддачі під час конденсації бінарних проміжних теплоносіїв як середньо температурного, так і високотемпературного рівнів, а також їх максимальна теплопередавальна здатність.

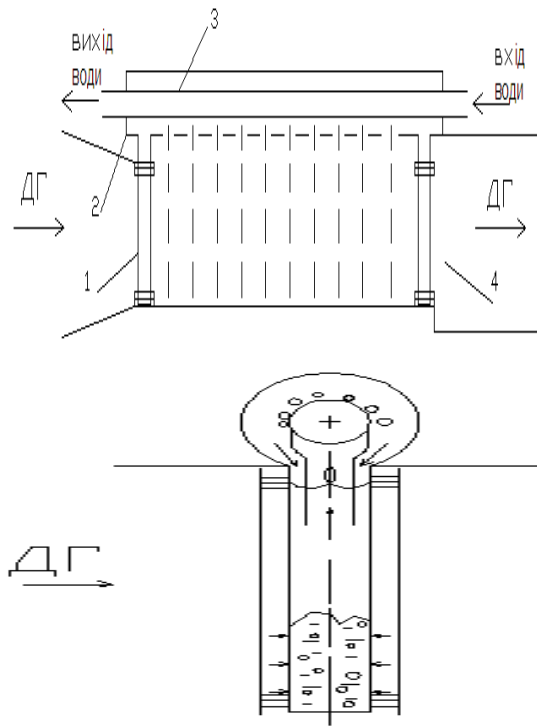


Рис. 1. Термосифонний модуль

1 — оребрені ділянки теплопідведення, 2 — горизонтальний колектор,
3 — конденсатор, 4 — газовий канал.

ТМ можуть бути використанні як утилізатори скидної теплоти відхідних газів різних енергетичних установок, де використання традиційних рекуператорів недоцільне або практично неможливе з низки причин, наприклад, заповнені газові потоки, середовище з високим вмістом корозійно-небезпечних складових, необхідність мінімального аеродинамічного опору потоку, локалізації точки роси на декількох рядах теплообмінників.

Конструкція повітрянагрівача(ПН) установки когенерації дещо відрізнятиметься від економайзера. ПН виконаний з автономних оребрених ділянок конденсації й кипіння ЗДТ, відокремлених газощільною трубною решіткою, виконаною таким чином, що кожен з ЗДТ може демонтуватися, очищуватися або ремонтуватися. Ремонт або профілактичні заходи з очищення полягають у заміні тільки зруйнованих ділянок теплосприймання (якщо на них локалізується точка роси) та заповнення проміжним теплоносієм з наступною дегазацією і герметизацією.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Безродний М.К., Волков С.С., Мокляк В.Ф.* Двофазові термосифони в промисловій теплотехніці. — К.:Вища освіта, 1991 р. — 96 с.

Науковий керівник: В.Ф. Мокляк

11. КІНЕТИКА ТЕРМІЧНОГО РОЗКЛАДАННЯ БУРЯКОВОГО ЖОМУ НА СТАДІЇ ЗНЕВОДНЕННЯ

М.М. Мирошник

Національний університет харчових технологій

Створення нових та підвищення ефективності існуючих технологічних прийомів термохімічної обробки, спалювання та газифікації біомаси базується на всебічному оцінюванні її складу та властивостей. При цьому необхідно враховувати специфічні для кожного виду палива кінетичні механізми значної кількості недостатньо досліджених явищ термохімічного перетворення органічної та мінеральної частини палива. Одним із ефективних способів дослідження термічних перетворень біомаси при невеликих швидкостях нагріву та в ізотермічних умовах є термогравіметричний аналіз (ТГА). Використання методів термогравіметрії для дослідження процесу термічного розкладання дозволяє визначити інтервали термічного розкладання та вплив цих ефектів під час спалювання палива. Термогравіметричний аналіз дозволяє прослідкувати виникнення термічних ефектів протягом повного термічного розкладання, визначити стадійність термічного розкладання.

Фундаментальне кінетичне рівняння, яке застосуємо для опису процесу розкладання біомаси, представлено у вигляді:

$$\frac{d\alpha}{d\tau} = A \exp(-E / RT) \cdot f(\alpha) \quad (1)$$

де $\alpha = (m_0 - m_\tau) / (m_0 - m_\infty)$ — ступінь конверсії, m_0 — початкова маса зразка, m_∞ — маса зразка після закінчення процесу, τ — час, A — передекспоненціальний множник, 1/с, E — енергія активації, Дж/моль, R — універсальна газова стала — 8,314 кДж/моль·К, T — температура, К, $f(\alpha)$ — функція, яка описує певну модель реакції.

А константу швидкості реакції подають у формі рівняння Арреніуса: $k = A \exp(-E/RT)$.

За умови нагрівання зразка із постійною швидкістю β , зв'язок між температурою та часом матиме вигляд $T = \beta\tau + T_0$, а рівняння (1) тоді набуде вигляду

$$\frac{d\alpha}{dT} = \frac{A}{\beta} \exp\left(\frac{-E}{RT}\right) \cdot f(\alpha) \quad (2)$$

Рівняння (2) складає методологічну основу диференційного підходу до визначення кінетичних констант на основі ТГ досліджень.

Поширеним при обробці ТГА даних є припущення щодо першого порядку реакції. Групуючи змінні та логарифмуючи (1) у рамках припущення, отримуємо:

$$\ln\left(\frac{1}{1-\alpha} \frac{d\alpha}{d\tau}\right) = -\frac{E}{RT} + \ln A \quad (3)$$

Відповідно з інтегральним підходом, який в останні роки набув значного

поширення, рівняння (2) інтегрують: $\int_0^\alpha \frac{1}{(1-\alpha)^n} d\alpha = \int_0^T \exp\left(\frac{-E}{RT}\right) dT$

Цей метод отримав найменування методу Коутса-Ретферна. Для реакції першого порядку графічне представлення даних виглядатиме так:

$$\ln \left[-\ln(1-\alpha)\beta / T^2 \left(1 - 2 \frac{RT}{E} \right) \right] = \left(-\frac{E}{RT} \right) + \ln \frac{AR}{E}. \quad (4)$$

Як видно з рівнянь (3 – 4) в обох випадках для визначення кінетичних констант рівняння Арреніуса експериментальні дані, отримані за допомогою ТГ та опрацьовані відповідним чином, зображуються у вигляді залежностей від зворотної температури. При цьому дані апроксимуються прямими з кутом нахилу $-\frac{E}{R}$ та відтинком ординати, що відображає константу А.

Враховуючи різноманітність методів визначення кінетичних характеристик, були співставлені результати, отримані на основі диференційного (рівняння 3) та інтегрального (рівняння 4) методів для процесу зневоднення жому (табл.1).

Таблиця 1. Розрахункові значення енергії активації (E) та передекспоненціального множника (A) для стадії зневоднення бурякового жому

Тип біомаси	Метод розрахунку				Похибка	
	Диференційний		Інтегральний		$\Delta E, \%$	$\Delta A, \%$
	E, Дж/моль	A, 1/с	E, Дж/моль	A, 1/с		
Буряковий жом:						
W = 10 %	27154	27,05	26584	27,73	2,10	2,452
W = 30 %	37105	840,17	36503	872,55	1,62	3,711
W = 70 %	48326	34683	48766	32411	0,90	6,551

ЛІТЕРАТУРА

1. Yao, F. Thermal Decomposition of Natural Fibers: Global Kinetic Modeling with Nonisothermal Thermogravimetric Analysis [Текст] / F. Yao, Q. Wu, D. Zhou // Journal of Applied Polymer Science. — 2009. — Vol. 114. — P. 834 – 842

2. Naian Lu New mass loss kinetic model for thermal decomposition of biomass [Текст] / Naian Lu, Weicheng Fan, R. Dobashi, Qizhao Lin // Chinese Science Bulletin. — 2001. — Vol. 46. — P. 1398 – 1402.

Науковий керівник: Я.І. Засядько

12. АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОБМІНУ ПІД ЧАС КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ НА ВЕРТИКАЛЬНОМУ ЦИЛІНДРИЧНОМУ СТРУМЕНІ РІДИНИ

В.С. Мартищенко

Національний університет харчових технологій

Аналіз конструкційних особливостей апаратів з безпосереднім контактом фаз дозволив зробити висновок, що однією з найперспективніших для умов харчової промисловості є конструкція пароконтактних тепломасообмінних апаратів з

розподільчими пристроями циліндричного типу. Вони дозволяють забезпечити стабільне зрошення і максимальну поверхню контакту фаз в широкому діапазоні зміни витратних характеристик теплоносіїв навіть при їх значному забрудненні.

Для дослідження процесів тепло- та масообміну під час конденсації водяної пари на циліндричному вільностікаючому струмені рідини при наявності обтікаючого потоку пари було спроектовано дослідну установку, змонтовану в Національному університеті харчових технологій на кафедрі теплотехніки. Попередній аналіз дослідних даних вказує на те, що не зважаючи на велику кількість моделей [1], [2], [3], які описують процеси теплопередачі під час конденсації пари на вертикальному циліндричному струмені рідини, переважна більшість цих кореляцій ґрунтується на експериментальному підході, і тільки для тих діапазонів даних, для яких було проведено відповідне дослідження. Тобто не існує експериментальної залежності, яка б адекватно, з достатньою точністю, описувала отримані експериментальні данні для тих режимів руху водяної пари та води, в межах яких було проведено відповідний експеримент. Результати порівняння даних цього дослідження з розрахунками за існуючими залежностями як для ламінарного, так і для турбулентного режимів течії свідчать про їх якісну і кількісну відмінність.

У свою чергу для опрацювання даних необхідно сформулювати систему безрозмірнісних комплексів, які б найкращим чином описували результати експериментального дослідження. Найдієвішим методом визначення адекватної системи безрозмірнісних змінних пропонується застосування статистичних методів аналізу результатів дослідів, а саме: регресійного аналізу. Тобто, розробляються кілька систем безрозмірнісних комплексів, методами регресійного аналізу результати експериментального дослідження представляються у відповідних системах та апроксимуються. Результуючою залежністю є та, яка дає найкращі показники кореляції. Опрацювання експериментальних даних зробимо у відповідних координатах. Точність опрацювання даних та ефективність кожної регресійної моделі оцінимо величиною коефіцієнта детермінації. Результати наведені в табл.1.

Таблиця 1.

Вид залежності	Отримана залежність	Коеф. детермінації
<p>И. В. Васильєв</p> $\lg \frac{t_s - t_1}{t_s - t_2} = a \left(\frac{gd_0}{v_0^2} \right)^b \left(\frac{l}{d_0} \right)^c$	$\frac{t_s - t_1}{t_s - t_2} = 2.3936661 \cdot Fr^{-0.025328} Pr^{-0.574804} \left(\frac{d_0}{D_0} \right)^{0.147}$	R ² = 89.418
<p>В.Ф. Ермолов</p> $\lg \frac{t_s - t_1}{t_s - t_2} = a \frac{l}{d_0} La^b K^c Pr^d Fr^e$	$\lg \frac{t_s - t_1}{t_s - t_2} = 0.136193 \frac{l}{d_0} La^{0.11103} K^{-0.0567947} Pr^{-1.02388} Fr^{-0.282604}$	R ² = 92.208
<p>Г. А. Гресько</p> $\frac{t_s - t_1}{t_s - t_2} = a \cdot Fr^b Pr^c \left(\frac{d_0}{D_0} \right)^d$	$\frac{t_s - t_1}{t_s - t_2} = 2.3936661 \cdot Fr^{-0.025328} Pr^{-0.574804} \left(\frac{d_0}{D_0} \right)^{0.147998}$	R ² = 93.652

Вид залежності	Отримана залежність	Коеф. детермінації
Н. С. Мочалова та ін $St = a \left(\frac{1}{d_0} \right)^b Re^c Pr^d Fr^e$	$St = 0.000017 \left(\frac{1}{d_0} \right)^{-2.09874} Re^{2.124} Pr^{-3.56097} Fr^{-0.392158}$	$R^2=29.768$
S. Benedek $St_{cs} = a \left(\frac{S}{F} \right)^b K^c$	$St_{cs} = 0.000389 \left(\frac{S}{F} \right)^{0.691691} K^{-1.24928}$	$R^2=2,5589$
В. П. Исаченко та ін. $4St_{cp} = a \left(\frac{1}{d_0} \right)^b Re^{-c} K^d Pr^e \exp(k \cdot We)$	$4St_{cp} = 0.000729 \left(\frac{1}{d_0} \right)^{-0.937863} Re^{0.361564} K^{1.681883} Pr^{-0.667184} \exp(-24.7160We)$	$R^2=72,284$
De Salve $St = a \left(\frac{1}{d} \right)^b Re^c K^d Pr^e$	$St = 0.0000088 \left(\frac{1}{d} \right)^{-0.521065} Re^{3.456316} K^{-8.23340} Pr^{-5.99641}$	$R^2=37,335$
Оптимальна $4St = a \cdot \left(\frac{1}{d_0} \right)^b \cdot Re^c \cdot We_{is}^d \cdot K^e \cdot Pr^f$	$4St = 0,000897 \cdot \left(\frac{1}{d_0} \right)^{-0,725893} \times$ $\times Re^{0,987728} \cdot We_{is}^{-0,529} \cdot K^{-1,66467} \cdot Pr^{-2,21757}$	$R^2=93,792$

Висновок. Наведено статистичний аналіз результатів експериментального дослідження теплообміну під час конденсації пари на вертикальному циліндричному струмені рідини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ермолов В.Ф. Экспериментальное исследование тепло- и массообмена в пучке струй воды, омываемых поперечным потоком пара, или паровоздушной смеси при вакууме // Труды ЦКТИ. — 1965. — вып. 63. — С. 53 – 63.

2. Исаченко В.П., Солодов А.П., Самойлович Ю.З. Экспериментальное исследование теплообмена при конденсации водяного пара на турбулентных струях воды // Тепло- и массоперенос, Т. 2. Тепло- и массоперенос при физико-химических превращениях, ч.1. Труды IV всесоюзного совещания по тепло- и массообмену. — Минск, ИТМО. — 1972. — С. 438 – 442.

3. Benedek S. Heat transfer at the condensation of steam on turbulent water jet. // Int. J. Heat and Mass Transfer. — 1976. — V. 19. — P. 448 – 450.

Наукові керівники: В.І. Бондар, С.М. Василенко, А.В. Форсюк

13. ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІРІВ КАМЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОВОЧЕ- ТА ФРУКТОСХОВИЩА

К.Є. Ігонін

Національний університет харчових технологій

Під час тривалого зберігання охолоджених продуктів з їх поверхні випаровується волога. Через це зменшується маса продуктів, що призводить до значних збитків. Внаслідок випаровування вологи на поверхні продуктів утворюється зневоднений шар різної товщини. Він має порувату структуру, що сприяє активізації окислювальних процесів. Через це погіршується зовнішній вигляд, харчові та смакові якості продукту, а також утворюється снігова шуба на приладах охолодження.

Основний механізм усихання — це міграція вологи від продукту до приладів охолодження внаслідок різниці її парціальних тисків, що виникає через різні температури повітря в камері та холодильного агента в пристроях охолодження. На даний час існує багато методів для зменшення усушки: упаковка, штучне зволоження повітря в камері, зменшення теплонадходжень. Але всі ці методи є дорогими або трудомісткими.

Дієвим способом для скорочення усихання продукту є зменшення різниці температур між камерою та киплячим холодоагентом. При збільшенні температури кипіння для підтримання постійної холодопродуктивності слід збільшувати площу приладів охолодження, що є небажаним, оскільки призводить до капітальних затрат. Але при цьому зменшуються експлуатаційні затрати, оскільки скорочується інтервал температур, в якому працює холодильна установка.

Під час проектування холодильної установки треба виконати розрахунки щодо знаходження оптимальних параметрів її роботи (температури зберігання та кипіння холодоагенту, площі поверхні теплообміну пристроїв охолодження та ін.). Для цього доцільно використовувати комп'ютерну модель холодильної установки. Створення повноцінної моделі холодильного зберігання плодоовочевої продукції ускладнене через велику кількість біологічних, мікробіологічних, фізико-хімічних процесів у фруктах та овочах, тому було прийнято рішення дослідити різні варіанти систем охолодження та визначити оптимальну площу поверхні теплообміну пристроїв охолодження. Критерієм оптимізації виступали сумарні затрати коштів (експлуатаційні і капітальні).

В результаті створено математичну модель, за допомогою якої розраховано різні варіанти площі поверхні теплообміну пристроїв охолодження для камери зберігання охолодженої плодоовочевої продукції та визначено оптимальну площу. Отримані результати можуть бути використані для проектування холодильних камер зберігання плодоовочевої продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Масліков М.М.* Холодильна технологія харчових продуктів: Навч. посіб. / М.М. Масліков. — К.: НУХТ, 2007. — 335 с.
2. *Чумак И.Г.* Холодильные установки / И.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Г. Чуклин; под. общ. ред. И.Г. Чумака. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 344 с.

3. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха: Учеб. пособие / Б.К. Явнель. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989. — 223 с.

4. Чумак И.Г., Никульшина Д.Г. Холодильные установки. Проектирование: Учеб. пособие для вузов/ Чумак И.Г., Никульшина Д.Г. — К. Выща шк. Головное изд — во, 1988. — 280 с.

Науковий керівник: А.В. Форсюк

14. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОНСТРУКТИВНОГО ТА ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

А.М. Літош

Національний університет харчових технологій

В сучасних умовах експлуатації адміністративних будівель постає проблема з нагрівом та охолодженням вентиляційного повітря у відповідний сезон. В припливно-витяжних вентиляційних установках конструктивно обумовлено поруч два потоки повітря: припливне та витяжне. За цієї умови витяжне повітря розглядається як джерело тепла або холоду. Пропонується встановити холодильну машину з можливістю роботи в режимі теплового насосу.

При проектуванні холодильної машини виникає ряд взаємопов'язаних питань теплового та конструктивного розрахунку елементів:

- вибір температури кипіння;
- вибір температури конденсації;
- розрахунок та вибір компресора;
- розрахунок та вибір випарника;
- розрахунок та вибір конденсатора.

При цьому обов'язковою умовою є відповідність теплової продуктивності цих елементів холодильної машини при певних температурах кипіння та конденсації. Також існують додаткові технічні умови, що мають певні обмеження:

- температура всмоктування робочої речовини;
- об'ємна подача модельного ряду компресорів, її дискретність;
- геометричні розміри теплообмінників.

Складність розрахунку полягає в тому, що результати розрахунку кожного елемента холодильної машини впливають на розрахунок інших елементів та температурний режим.

Додатковою складністю є визначення множини можливих співвідношень температур кипіння та конденсації, що будуть відповідати умовам сумісної роботи елементів холодильної машини при заданій продуктивності.

Окремим завданням є оптимізація температурного режиму та прийнятих елементів, що спрямована на максимальну ефективність роботи холодильної машини.

Вихідними умовами для розрахунку було прийнято: параметри зовнішнього та внутрішнього повітря, об'ємна витрата повітря, розміри поперечного перерізу каналів припливно-витяжної вентиляційної установки.

З характеру технічного завдання попередньо було обрано: спіральний тип компресора, теплообмінники, що мають можливість працювати в якості випарника та конденсатора, і робоча речовина R407с.

За умов класичного підходу до вирішення цих питань розрахунків буде ітераційним. Результатом багатократних розрахунків буде єдиний варіант температурного режиму роботи машини. Зазначений метод розрахунку не надає вирішення оптимізації температурного режиму роботи машини. Для роз'язання цих взаємопов'язаних питань пропонується скласти стохастичну математичну модель.

Складена модель має рішення аналітично-графічним шляхом.

Аналітична частина складається з двох етапів: — визначення емпіричних залежностей теплофізичних характеристик робочої речовини (R407c) та волого повітря, - складання рівнянь теплового та конструктивного розрахунків.

Результати розрахунку елементів холодильної машини представляємо графічно як множину точок у координатах t_k, t_0 . Визначення точок, що задовольняють умови розрахунку одночасно всіх елементів машини, вважається множиною можливих рішень. Отримані дані дають змогу оптимізувати режим роботи холодильної машини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чумак *И.Г.* Холодильные установки / И.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Г. Чуклин; под. общ. ред. И.Г. Чумака. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 344 с.

Науковий керівник: А.В. Форсюк

15. РОЗРОБЛЕННЯ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАМОРОЖУВАНИХ ПРОДУКТІВ

О.М. Кліндух

Національний університет харчових технологій

Питання вимірювання температури харчових продуктів під час заморожування має важливе значення для розроблення режимів холодильного оброблення цих продуктів з таких міркувань:

1. Кріоскопічна температура — температура початку кристалізації клітинних соків продукту — дає змогу встановити мінімально можливу температуру охолодження, переохолодження та зберігання охолоджених продуктів, щоб уникнути льодоутворення.

2. Швидкість зниження температури під час холодильного оброблення (особливо замороження) визначальною мірою впливає на хід процесу кристалізації клітинних соків: розміри кристалів, що утворюються, міру пошкодження клітинної структури заморожуваного продукту, структуру після заморожування.

3. Занадто низька температура холодильного оброблення скоротить тривалість охолодження або заморожування, підвищить якість продукту, але при цьому виникає потреба у зниженні температури кипіння холодоагенту у випарнику, зростають теплонадходження до камер, що може призвести до підвищення витрати електроенергії на роботу холодильних машин.

На даний час нормативні методи визначення кріоскопічної температури [1] передбачають використання ртутного термометра Бекмана, що дає змогу визначати температури з похибкою 0,001 °С.

Проте цей метод має низку недоліків. Вимірювання термометром Бекмана — складний і тривалий процес, до того ж скляні термометри потребують обережного поводження, містять отруйну речовину (ртуть). Результати вимірювання не фіксуються автоматично.

На кафедрі теплоенергетики та холодильної техніки створено комплекс для вимірювання та реєстрації температур продукту з використанням термопар (рис. 1). До складу комплексу входять пристрій для контролю температури з комплектом мідь-константових термоелектричних перетворювачів (термопар) типу Т з похибкою вимірювань не більше 0,05 °С, блок вимірювання ICP i7018 та блок перетворення сигналу стандарту RS-485 — RS-232 марки ICP i7520. Реєстрацію значень температури здійснювали з використанням комп'ютера за допомогою програми NDCONUTIL v.3xx, що дало можливість автоматизувати вимірювання.

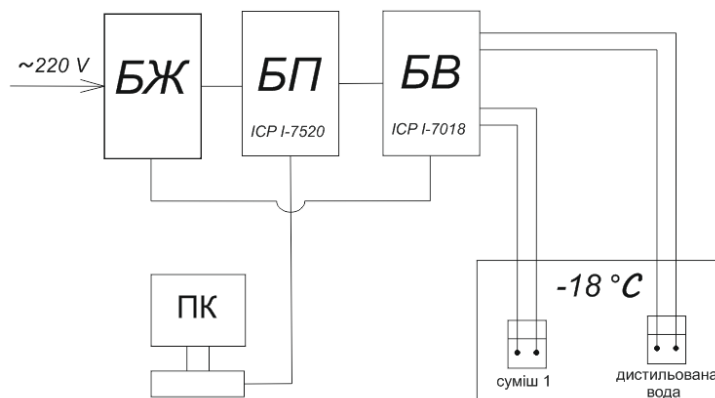


Рис. 1. Схема комплексу для вимірювання кріоскопічних температур сумішей морозива [2] (БЖ — блок живлення (від мережі); БП — блок перетворення стандарту RS-485 — RS-232; БВ — блок вимірювання з 8 термопарами; ПК — реєстрація даних (під'єднання за допомогою RS-232 — USB); суміші у металевих боксах поміщено у камеру заможування)

Даний комплекс було використано для визначення кріоскопічних температур сумішей морозива [2], досліди виявили його переваги та недоліки. До переваг відносяться відсутність отруйних речовин в установці, можливість одночасного вимірювання температур декількох сумішей, можливість проведення вимірювань з інтервалом 1 с, автоматичне фіксування вимірів ЕОМ, відсутність суб'єктивної похибки. Серед недоліків — коливання температури у камері, низька швидкість заможування, відсутність уніфікованої методики вимірювань.

Для використання даного комплексу у промисловості слід вдосконалити установку, підібрати оптимальну температуру у морозильній камері та зменшити коливання цієї температури, визначити похибку порівняно зі стандартизованим методом, розробити та стандартизувати методику визначення кріоскопічної температури продукту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Оленев Ю.А. и др.. Справочник по производству мороженого. ДеЛи-Принт. — Спб. — 2003. 547 с.

2. Масліков М.М., Захарченко К.С., Козоріз В.С. Визначення криоскопічної температури сумішей морозива // Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції «Сталий розвиток і штучний холод». — Одеса: ОДАХ–2012. — с. 192 – 196.

Науковий керівник: М.М. Масліков

16. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ ІНВЕРТНОГО СИРОПУ НА КРІОСКОПІЧНУ ТЕМПЕРАТУРУ ТА ВМІСТ ВИМОРОЖЕНОЇ ВОДИ У СУМІШАХ МОРОЗИВА РІЗНИХ ВИДІВ

М.О. Науменко

Національний університет харчових технологій

Визначення криоскопічної температури (температури початку кристалізації, $t_{кр}$) суміші морозива є важливим технологічним завданням, бо дає змогу визначити вміст зв'язаної води у суміші — показник, що чинить вирішальний вплив на якість та властивості морозива [1]. Відмінності фізико-хімічних властивостей вільної і зв'язаної води суттєво впливають на температуру початку замерзання водної фази та на характер процесу кристалізації води як під час фризерування сумішей, так і впродовж загартування морозива. Зв'язана вода (за винятком слабкозв'язаної) не є розчинником для будь-яких речовин, тому контролювання її вмісту у сумішах морозива, особливо нових видів, є обов'язковою умовою для впровадження інноваційних технологічних рішень. Особливо важливо це для нових оригінальних рецептур морозива із новими вологозв'язувальними інгредієнтами, розроблених на кафедрі технології молока і молочних продуктів НУХТ [2]. Існуюча у науково-технічній літературі інформація щодо значень криоскопічної температури для різних за хімічним складом сумішей морозива досить суперечлива.

Знаючи криоскопічну температуру, за формулою

$$\omega = 1 - \frac{t_{кр}}{t},$$

можна наближено оцінити частку вимороженої води при температурі t для заморожуваних продуктів, зокрема для сумішей морозива. Проте точність цієї формули за даними [3] становить 7...10 % за рахунок, по-перше, високої концентрації розчинів, що містяться у харчових продуктах при низьких температурах, а, по-друге, вмісту у продуктах зв'язаної води. Для уточнення частки вимороженої води рекомендується вводити експериментальні поправкові коефіцієнти.

Фактичне значення частки (а отже і кількості) вимороженої води при різних температурах важливе для розрахунку потрібної холодопродуктивності фризерів, загартувувальних камер і тунелів.

До складу ряду деяких розроблених сумішей морозива входить інвертний сироп, що складається з рівних частин розчинів глюкози та фруктози. Характерною особливістю цього сиропу є його антикристалізаційні властивості, що дає змогу уникнути утворення грубокристалічної структури морозива та покращити його смак [1, 4]. Інвертний сироп отримують, нагріваючи водний розчин цукру з кислотою (соляною, молочною, лимонною, оцтовою). Під час цього, відбувається процес інверсії, що полягає у розщепленні сахарози на фруктозу та глюкозу.

Додавання інвертного сиропу до суміші значно впливає на її криоскопічну температуру. На даний момент недостатньо досліджені криоскопічні температури та залежності частки вимороженої води ω від температури для сумішей морозива з різним вмістом інвертного сиропу.

Таким чином, вимальовуються цілі дослідження:

1. Розрахунок теоретичних криоскопічних температур сумішей морозива з різним вмістом інвертного сиропу за їх хімічним складом.

2. Експериментальне визначення криоскопічних температур зазначених сумішей

3. Порівняння отриманих даних, виведення корелюючих коефіцієнтів

ЛІТЕРАТУРА

1. *Оленев Ю.А.* и др.. Справочник по производству мороженого. ДеЛи-Принт. — Спб. — 2003. 547 с.

2. *Масліков М.М., Захарченко К.С., Козоріз В.С.* Визначення криоскопічної температури сумішей морозива // Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції «Сталий розвиток і штучний холод». — Одеса: ОДАХ–2012. — с. 192 – 196.

3. *Бараненко А.В., Куцакова В.Е., Борзенко Е.И., Фролов С.В.* Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов: В 3-х ч. — М.: КолосС, ч.1: 2001. — 136 с.; ч.2: 2003. — 240 с.; ч.3: 2004. — 249 с.

4. *Полещук Г., Масликов М., Рыбак О., Раманаускас Р.* Изучение процесса вымораживания воды в мороженом различного химического состава // Химия и технология пищи. Научные труды Пищевого института Каунасского технологического университета. — 2012. т. 46, №. 2. — с. 45 – 52

Науковий керівник: М.М. Масліков

17. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ХОЛОДИЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ

С.А. Задорожний

Національний університет харчових технологій

Енергоефективність — це одна з найважливіших складових комплексного і багатофакторного показника ефективності експлуатації обладнання.

В загальнотехнічному розумінні енергоефективність можна визначити як можливість робити більше і отримувати високий ефект за менших витрат енергії. Для холодильної техніки у спрощеному вигляді це означає можливість отримання 1 кВт холодопродуктивності при меншій витраті електроенергії.

Підвищення енергоефективності у виробництві та споживанні — це прихований, неявний енергоресурс, який досить великий в нашій країні, а використовується в обмежених масштабах.

Необхідно відзначити, що енергоефективність має тісний зв'язок з двома важливими критеріями оцінки сучасної техніки — з економічністю та екологічністю. Підвищення енергоефективності приводить до економії енергоресурсів. Так за даних Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА), кожний витрачений на енергоефективність долар повертається економією в 4 долари приблизно через 4 роки. І це не менш важливо, адже ми живемо в швидкоплинному світі, який характеризується зростаючою непередбачуваністю і пов'язаними з нею

ризиками. Погодні екстремуми, зростання цін на сировину та енергію, нестабільність економіки і витрати, які постійно збільшуються в індустрії холоду, роблять все більш складним її виживання в цьому неспокійному світі.

Для забезпечення енергоефективності установок і систем, які проектуються чи діють, повинна, як мінімум, проводитись експертна оцінка обладнання, установок і системи холодозабезпечення вцілому на виробництвах які продовжують діяти, повинен проводитись енергоаудит обладнання і систем, а також оцінка коректності існуючого технічного рішення по холодозабезпеченню підприємства. Повинен застосовуватись розумний підхід до конструювання системи вцілому. Це можна зробити шляхом звернення до великої кількості поставальників на стадії проектування і шляхом переосмислення проектної парадигми, що дозволить значно підняти ефективність експлуатації всіх систем.

Так у промисловому холоді підвищення енергоефективності і зниження енергозатрат можна досягти завдяки таким заходам:

- використання частотних варіаторів обертання роторів компресорів;
- застосування природних холодоагентів;
- використання переважно випарникових конденсаторів;
- ароведення відтайки парама холодоагента;
- підбір оптимальної системи автоматизації і контролю.

Виробники зі світовими іменами, які працюють у сфері холоду і добре зарекомендували себе, вже мають напрацювання і обладнання, яке значно підвищує енергоефективність холодильної техніки, продовжують свою діяльність у даному напрямку.

У сфері підвищення енергоефективності виробництва і споживання для нашої країни існує необмежений простір роботи. Адже необхідно переосмислити всі методи і принципи проектування й експлуатації обладнання. Необхідно йти в напрямку підвищення ефективності отримання холоду та зменшувати використання енергії. Існує широкий і неосвоєний простір в використанні альтернативної енергії, такої як енергія сонця, вітру, води, енергія низько потенційної теплоти. Адже в холодильній техніці можна набагато ефективніше використати альтернативну енергію в порівнянні зі спробами і бажанням перетворити її в електричну. Так використовуючи енергію сонця, можна отримати холод за допомогою абсорбційних установок на броміді літію, також можна використовувати водоаміачні абсорбційні машини. Для переведення холодильного компресора на альтернативну енергію може бути використаний пневмо- чи гідродвигун. Крім цих способів отримання холоду за допомогою альтернативної енергії, існує багато інших цікавих напрямів.

І, безперечно, робота в напрямку покращення енергоефективності має великий потенціал як на підприємствах великого холоду, так і у виробництві середнього і малого.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чумак *И.Г.* Холодильные установки / И.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Г. Чуклин; под. общ. ред. И.Г. Чукама. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 344 с.

Науковий керівник: С.Г. Потапов

18. МЕХАНІЗМ І ЗАКОНОМІРНІСТЬ ПЕРЕМІЩЕННЯ В'ЯЗКИХ РІДИН В ТРУБОПРОВОДАХ ВІДЦЕНТРОВИМИ НАСОСАМИ.

Д.В. Зазека

Національний університет харчових технологій

Проблема поставлена в заголовку роботи обумовлена необхідністю в практичному сенсі визначати експлуатаційні параметри відцентрових насосів та втрат тиску у трубопроводах у разі переміщення в'язких рідин, наприклад сиропів та паток цукрового виробництва.

Аналіз опублікованих матеріалів з поставленої проблеми засвідчив, що проблема розв'язується на рівні емпіричних, для службового використання, залежностей, недоступних для вільного ознайомлення та використання. Необхідні матеріали не містяться ні в навчальній літературі різних років видання [1 – 2], ні в номенклатурних каталогах заводів виробників відцентрових насосів [3 – 4].

Робота знаходиться на початковій стадії розроблення проблеми. На завершальній стадії роботи мають бути одержані кореляційні залежності: експлуатаційного напору $H_v = f(v, N_{H_2O})$, експлуатаційної подачі — $Q_v = f(v, N_{H_2O})$, експлуатаційної потужності — $N_v = f(v, N_{H_2O})$, експлуатаційного ККД — $\eta_v = f(v, \eta_{H_2O})$, від аналогічних показників, визначених заводом-виробником насосних агрегатів на воді.

Передбачається, що теоретичні основи розрахунку, принцип дії та конструкторивні схеми відцентрових насосів для не в'язких та в'язких ідентичні (або однакові).

У всіх відцентрових насосах в міжлопатевих каналах ротора швидкість рідини збільшується, а в каналах направляючого апарату — зменшується, кінетична енергія рідини перетворюється в потенціальну.

Корпус насоса має спіральну форму. Робоче колесо закріплене на валу. Колесо складається з двох елементів — двох дисків, заднього і переднього. Між ними є лопаті. Для з'єднання насоса з напірним і всмоктуючим трубопроводом, на корпусі є патрубки. Пристрій відцентрового насоса таке, що він може бути як одне, так і багатоступеневим. Це означає, що насос має одне або кілька робочих коліс.

Відомо, що різні рідини течуть по різному в залежності від їх в'язкості. Велику в'язкість має гліцерин, олія, нафта та інші, ав'язкості води, спирту, сиропів, паток.

Крім в'язкості тертя залежить від швидкості руху, діаметра трубопроводу і шорсткості його внутрішніх стінок. При великих швидкостях і значній шорсткості відносно переміщення шарів рідини, може порушуватись, Тоді ламінарний режим переходить в турбулентний. Опір руху при цьому різко зростає.

Збільшення в'язкості рідини, що перекачується при будь-якому витраті призводить до зниження напору і коефіцієнта корисної дії насоса. Споживана потужність при цьому збільшується. Зміна характеристик насосів зі збільшенням в'язкості викликана впливом дискових і гідравлічних втрат.

Збільшення в'язкості рідини, що перекачується впливає на розподіл швидкостей рідини в пристінному шарі і в потоці між лопатками. Вплив цього фактору аналітично важко оцінити.

При збільшенні в'язкості рідини, що перекачується коефіцієнт подачі знижується. Зменшення коефіцієнта викликає також збільшення числа обертів. Для зручності закони відображені в математичних формулах — мовою науки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Байбаков О.В., Зеегофер О.И. Гидравлика и насосы. — М: Гоэнергоиздат. — 1957. — 238 с.
2. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. — М.: Энергия, 1984. — 416 с.
3. Каталог продукции Сумського насосного и энергетического машиностроения // НАСОСЭНЕРГОМАШ. — 2008. — 8 с.
4. *Агрегаты* электронасосные АСКО для технологических линий производств // Номенклатурный каталог ОАО «ВНИИАЭН». — 2005. — 16 с.

Науковий керівник: В.М. Філоненко

19. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ НА БАЗІ ВПРОВАДЖЕННЯ ГАЗОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ

В.П. Пузиренко

Національний університет харчових технологій

Удосконалення теплоенергетичного комплексу цукрового заводу пропонується здійснити на базі:

– впровадження глибокого використання ВЕР шляхом механічної компресії (частки або всієї) утфельної пари вакуум-апаратів першого продукту до параметрів відпрацьованої пари парових турбоагрегатів;

– вироблення додаткової електричної енергії та компенсацію недовироблення електроенергії на паровому турбогенераторі за допомогою нововстановленої газотурбінної установки (ГТУ);

– встановлення жомосушильної установки, що утилізуватиме теплоту відхідних газів ГТУ.

Як засвідчили наші розрахунки у випадку стискання утфельної пари вакуум-апаратів першого продукту, витрата палива на ТЕЦ і пари для теплової схеми цукрового заводу суттєво зменшується.

У теплоенергетичному комплексі цукрового заводу виникає дефіцит ефектричної потужності, виробленої паровими турбогенераторами, покриття якого пропонується здійснити за рахунок впровадження газотурбінної електричної установки, відхідні гази якої використати в якості сушильного агента для сушарки жому.

Одержаний досвід впровадження ГТУ в технологічні схеми джерел енергопостачання [1 – 4] завідує ефективність вказаного технічного рішення.

Основні висновки проведеного дослідження наступні:

– чим вища частка утфельної пари на стискання, тим нижча сумарна витрата палива у системі ТЕЦ-ГТУ;

– чим вища частка утфельної пари, поданої на стискання, тим більше споживання електроенергії системою, тим більше недовироблення електроенергії паровою турбіною на ТЕЦ ($W_{\text{нед}}$), тим вища потужність газотурбінної установки ($W_{\text{ГТУ}}$), що повинна забезпечити систему додатковою електричною енергією.

– чим нижчий ККД ГТУ, тим суттєвіше зменшення витрати палива на жомосушарку.

У таблиці наведено результати реалізації математичної моделі реконструйованого на базі ГТУ теплоенергетичного комплексу цукрового заводу.

Таблиця

Найменування параметру	Од. виміру	ККД ГТУ	Частка утфельної пари на стискання, $D_{ст}/D_1$				
			0	0.25	0.5	0.75	1
Витрата газу на ГТУ	тис.м³ добу	25 %	5,0	11,7	18,4	25,5	32,0
		17 %	7,3	17,2	27,1	37,5	47,0
		10 %	12,4	29,2	46,0	63,8	80
Витрата газу на сушарку жому	тис.м³ добу	25 %	57,4	52,7	48,0	43,0	38,5
		17 %	55,0	47,2	39,3	31,0	23,4
		10 %	49,9	35,2	20,3	4,7	0
Середньовагова температура $t_{сер.ваг.}$	°C	25 %	1174	917	776	682	623
		17 %	1061	788	654	571	521
		10 %	887	623	512	449	435

ЛІТЕРАТУРА

1. Цанев С.В. Буров В.Д., Ремезов О.М. Газотурбінні та парогазові установки теплових електростанцій
2. Виноградов О., Григор'єв А. Оцінка техніко-економічної ефективності модернізації ГТУ-ТЕС з використанням парогазової технології. // Газотурбінні технології. 2004 № 1
3. Волкова Є., Новікова Т. Економічна доцільність форсованого впровадження ПГУ і ГТУ при оновленні теплових електростанцій // Газотурбінні технології. 2004 № 1
4. Костін С., Пак А. Комплексний підхід до будівництва та реконструкції електростанцій з застосуванням ПУ і ПГУ. // Газотурбінні технології. 2004, № 1

Науковий керівник: В.М. Філоненко

15.2. ПІДСЕКЦІЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Голова підсекції — проф. С.М. БАЛЮТА
Секретар підсекції — доц. Ю.А. ЧОРНИЙ

Ауд. А-205

1. АНАЛІЗ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ З ВРАХУВАННЯМ РЕГУЛЯТОРА ПОТУЖНОСТІ ТУРБІНИ АЕС

О.Б. Пашків

Національний університет харчових технологій

Застосування на сучасних турбінах електрогидравлічних систем регулювання (ЕГСР) дозволило вирішити ряд найважливіших проблем при експлуатації енерге-

тичного обладнання та енергоблоків у цілому, а саме підвищення стійкості роботи енергоблоку, яка досягається введенням швидкодіючого регулювання параметрів енергоблоку, та задоволення вимог сучасних стандартів у регулюванні частоти та потужності турбін (європейського USTE, російського СО-ЦДУ ЄЕС 001-2005 та інших), яке реалізується завдяки зменшенню нечутливості до 0,04 % номінальної частоти та лінеаризації статичної характеристики з відхиленням місцевої нерівномірності від середнього значення не більше ніж на $\pm 10\%$.

Для виконання імпульсного розвантаження від протиаварійної автоматики турбіна повинна бути забезпечена системою регулювання з вбудованим ЕГП, який забезпечує швидке перетворення електричного сигналу в гідравлічний вплив на головні сервомотори турбіни [1]. Починаючи з 1980 р. на всіх блоках АЕС з турбінами ВАТ Турбоатом К-1000-60/1500 (-2,-2М) встановлюється електрогідравлічна система регулювання, електронну частину якої розробляє ДП ХПЗ ім. Т.Г. Шевченка, м. Харків.

В обсяг завдань, що вирішуються ЕГСР, входить розворот турбіни, синхронізація турбогенератора з енергосистемою, регулювання електричної потужності, регулювання тиску пари в парогенераторі, підтримання частоти мережі згідно статичній характеристиці «частота-потужність», запобігання аварійного підвищення оборотів турбіни при відключенні генератора від мережі з подальшим виведенням оборотів на номінальний рівень.

За допомогою промислового комплексу розрахунку перехідних процесів у складних ЕЕС розробки Інституту електродинаміки НАН України були виконані розрахунки перехідних процесів при врахуванні ЕГСР потужності турбіни АЕС та без нього. Як розрахункове збурення прийнято двофазне коротке замикання на землю у районі шин 750 кВ тривалістю 0,1 с з неуспішним АПВ лінії 750 кВ.

Для генератора (блок №3 Запорізької АЕС) зміна параметрів, які відображають вплив ЕГСР на турбіну і реакцію енергосистеми при вказаному збуренні наведені на рис. 1, 2 (значення кута δ , ковзання s , потужності P_g).

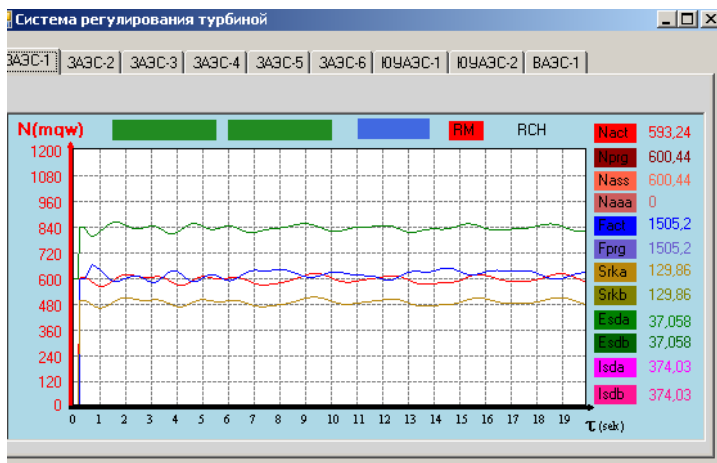


Рис. 1. Реакція системи регулювання потужності турбіни при двофазном КЗ у районі шин 750 кВ ЗАЭС

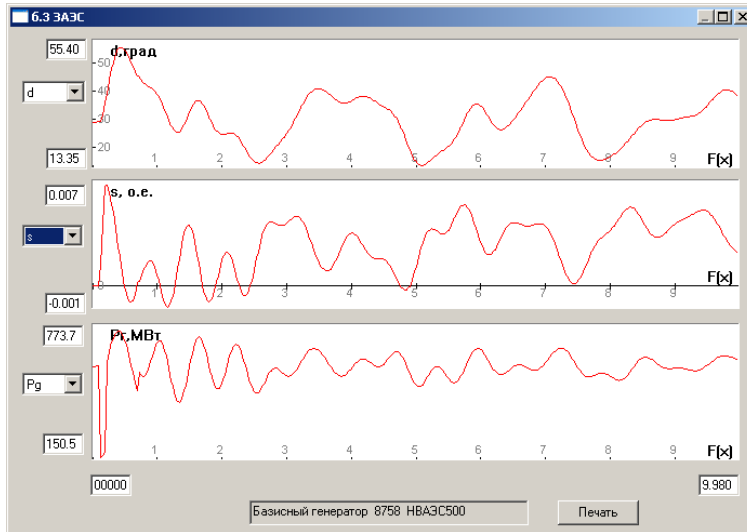


Рис. 2. Реакція енергосистеми на дію ЕГСР при двофазному КЗ у районі шин 750 кВ ЗАЭС

Урахування мікропроцесорного регулятора потужності турбін АЕС при розрахунку стійкості складних ЕЕС дозволяє, з одного боку, виконувати налаштування регуляторів потужності з урахуванням реального електромережевого оточення і динаміки електростанцій ОЕС України, а з іншого — виконувати розрахунки стійкості ОЕС України з урахуванням адекватного моделювання регуляторів турбін АЕС і перевіряти в реальних умовах швидкого імпульсного розвантаження турбін за сигналом регулятора, чи не досягають теплофізичні параметри реактора уставок технологічних захистів реакторної установки АЕС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авраменко В.М., Юнєєва Н.Т., Гурєєва Т.М., Козлов М.Ю., Коровко А.М. Підвищення стійкості ОЕС України за допомогою мікропроцесорного регулювання потужності турбін енергоблоків АЕС // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2011. — №3. — С. 93 – 97.

Науковий керівник: Н.Т. Юнєєва

2. АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ З ВРАХУВАННЯМ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ОБЛАДНАННІ АЕС

Г.В. Радзивило

Національний університет харчових технологій

Після закриття Чорнобильської АЕС на атомних електростанціях України встановлені лише водо-водяні енергетичні реактори (ВВЕР), які мають двоконтурну схему передачі тепла від реактора. Для цього типу реакторів сформована проста структура базової математичної моделі з метою використання в розрахунках тривалих перехідних процесів в ЕЕС [1].

Враховуючи цю мету, для процесів в активній зоні реактора використовується так звана модель «миттєвого стрибка», яка не враховує динаміки нейтронної потужності залежно від зміни концентрації нейтронів, тобто обмежуються лише диференціальним рівнянням

$$dC / dt = \lambda(N - C), \quad (1)$$

де

$$N = \beta * C / (\beta - \rho), \quad (2)$$

$$\rho = \alpha_T(\Theta_T - \Theta_{T0}) + \alpha_p(z_p - z_{p0}) \quad (3)$$

Тут позначено: C — концентрація еквівалентного джерела запізнілих нейтронів, N — нейтронна потужність, відносних одиниць (в.о.), λ — постійна розпаду ядра-випромінювача, $1/c$, β — доля запізнілих нейтронів, ρ — реактивність реактора, Θ_T — середня температура теплоносія, град., z_p — величина переміщення регулюючих стрижнів, см.

$$d\Theta_T / dt = (\beta / (-\lambda_T))[N - \Delta B_2 - N_0(1 + a_f(f - f_0) / f_0)] / T_{TP}, \quad (4)$$

де

$$\Delta B_2 = \alpha_{TH}[\Theta_T - \Theta_{T0} - \alpha_{II}(p_{II} - p_{II,0})] \quad (5)$$

Тут позначено: ΔB_2 — величина зміни тепловіддачі у другий контур, в.о., f — частота електричного струму в системі живлення власних потреб станції, Гц, p_{II} — тиск пари в парогенераторі, в.о., T_{TP} — еквівалентна постійна часу теплофізичних процесів в реакторі, с.

$$dp_{II} / dt = (\mu_0 + \Delta B_2 - G_T) / T_{II}, \quad (6)$$

Тут позначено: G_T — витрата пари на турбіну, в.о., T_{II} — постійна часу процесів в парогенераторі, с, μ_0 — величина відкриття регулюючих клапанів турбін, в.о.

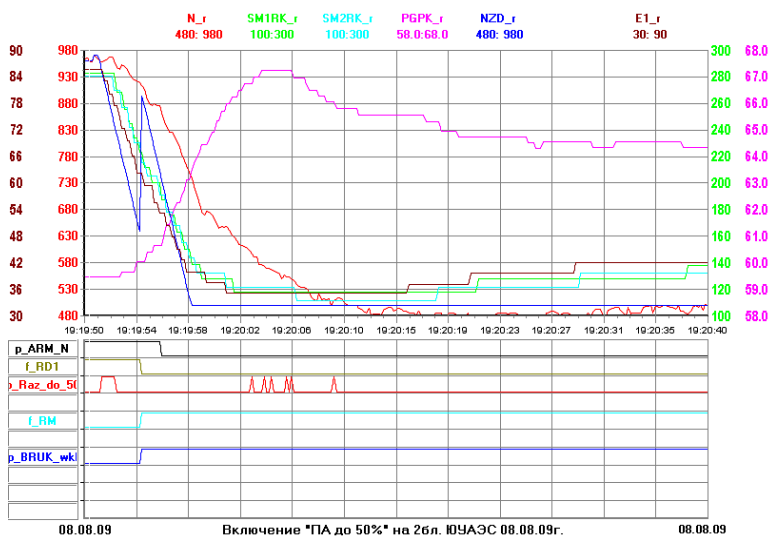


Рис. 1. Випадок хибного сигналу ЕГСП на розвантаження блоку №2 Південно — Української АЕС на 50 % 8.08.2009 р

Верифікація сформованої моделі теплофізичних процесів в устаткуванні АЕС була виконана з використанням зареєстрованого випадку хибного сигналу ЕГСП на розвантаження блоку №2 Південно-Української АЕС (рис. 1). Порівняння зареєстрованих натурних даних з розрахунковими показало їх задовільну близькість: у натурно зареєстрованому процесі максимальне значення тиску пари в парогенераторі дорівнює 1.134 відносних одиниць при $t=14$ с, а за результатами розрахунку 1.128 в.о. при $t=16.3$ с (рис. 2).

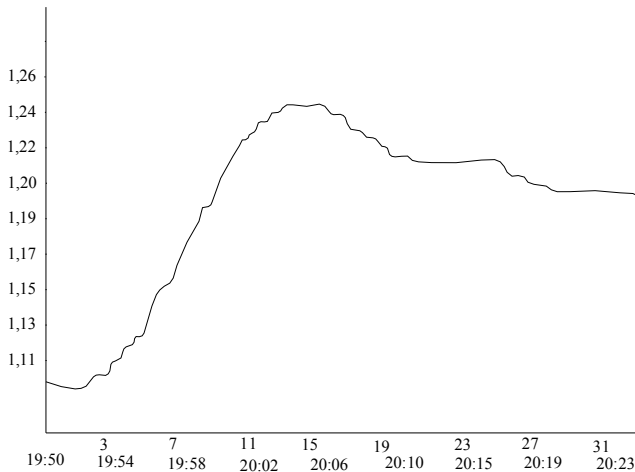


Рис. 2. Результати розрахунку AVR-74 при моделюванні хибного сигналу ЕГСП на розвантаження блоку №2 Південно — Української АЕС на 50 % 8.08.2009 р

ЛІТЕРАТУРА

1. *Авраменко В.Н.* Модели, методы и программные средства для расчета и анализа переходных режимов и устойчивости ЭЭС // Праці Інституту електродинаміки. Збірник наукових праць. — 2007. — вип. 18. — С. 12 – 19.

Науковий керівник: Н.Т. Юнєва

3. ОПЕРАТИВНА ОПТИМІЗАЦІЯ СТАЦІОНАРНОГО РЕЖИМУ ЕНЕРГООБ'ЄДНАННЯ ЗА РЕАКТИВНОЮ ПОТУЖНІСТЮ ТА КОЕФІЦІЄНТОМ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПОЗДОВЖНЬОГО ТА ПОПЕРЕЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Д.М. Голик

Національний університет харчових технологій

Мета рішення задачі оптимізації режимів ЕЕС по напрузі і реактивні потужності полягає в мінімізації втрат активної потужності в електричній мережі за рахунок зміни завантаження джерел реактивної потужності, зміни коефіцієнтів трансформації з регулюванням під навантаженням, а також за рахунок включення або відключення реакторів[1, 2].

Базові програми для рішення задач оперативного управління, тобто оцінки економічності і надійності поточного режиму ЕЕС являється програма оцінки стану.

В основі більшості алгоритмів задачі оцінки стану використовується метод зважених найменших квадратів (МЗНК). Суть методу полягає в мінімізації цільової функції

$$F = [Z - W(U)]^T G [Z - W(U)] \quad (1)$$

де Z — вектор вимірюваних параметрів режиму; $W(U)$ — вектор-функція відповідних параметрів, виражених через напруги вузлів; G — діагональна матриця вагових коефіцієнтів вимірювання.

Для мінімізації нелінійної цільової функції F більшість авторів використовують методи ньютонівського типу з поділом змінних або без нього. Інформація про топології схеми в описаній постановці вважається достовірною, і в процесі мінімізації F залишається незмінною.

Відомо, що втрати активної потужності в ЕЕС визначається сумарними втратами по всіх гілках схеми таким чином:

$$F = \sum_{i=1}^n I_i^2 \cdot R_i \quad (2)$$

де n — кількість гілок у схемі; I_i — модуль струму в 1-й гілці; R_i — активний опір 1-ї гілки. Формули (1) і (2) ідентичні. Якщо у формулі (1) як (2) взяти нульовий вектор, а в якості матриці вагових коефіцієнтів — матрицю, на головній діагоналі якої розташовані опори відповідних гілок, то формула (2) перетвориться до вигляду (1). На відміну від задачі безумовної мінімізації при оцінці стану по МЗНК дана задача є задачею умовної мінімізації. При цьому необхідно витримувати незмінні значення вузлових ін'єкцій активної потужності у всіх вузлах, крім балансуючого, а також ін'єкцій реактивної потужності в не регульованих вузлах.

Рівняння вузлових ін'єкцій є для задачі оптимізації режиму обмеженнями типу рівностей, причому ці обмеження нелінійні:

$$P_i^3 - P_i(U) = 0, \quad Q_i^3 - Q_i(U) = 0 \quad (3)$$

де P_i^3, Q_i^3 — вектори заданих ін'єкцій відповідно активної та реактивної потужності, $P_i(U), Q_i(U)$ — вектор-функції вузлових ін'єкцій активної та реактивної потужності. Для виконання обмежень (3) використаємо апарат штрафних функцій. При цьому задача умовної мінімізації функції перетворюється в задачу безумовної мінімізації.

Досягнення умовного мінімуму в задачах оптимізації, що використовують штрафні функції, забезпечується прагненням до нескінченності вагових коефіцієнтів штрафних доданків. Однак такий підхід, як відомо, пов'язаний з серйозними обчислювальними труднощами: у разі коли сильно відрізняються вагові коефіцієнти матриці других похідних при реалізації методу Ньютоні стають погано обумовленими та досягнення екстремуму ускладнюється. Усунути цю перешкоду можна застосуванням спеціальної штрафної функції Пауелла-Хестенса.

Алгоритм володіє високою швидкістю збіжності. Якщо в якості початкового наближення взяти номінальні напруги вузлів і нульові фази, то точне рішення досягається не більше ніж за 3 – 4 зовнішніх ітерації, а при вирішенні задачі

оптимізації режиму по реактивній потужності при завданні початкових наближень, отриманих із задачі оцінки стану — не більше, ніж за дві зовнішніх ітерації. Зовнішня ітерація складається, як правило, з 1 – 3 внутрішніх.

Приведений алгоритм оцінки стану може з успіхом використовуватися для рішення задачі оптимізації режиму за напругами і реактивною потужністю врахування обмежень при цьому незначно знижує швидкість сходження в порівнянні з завданням безумовної мінімізації; програмування додаткового модуля оптимізації функції Пауелла — Хестенса не представляє особливої складності.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Горништейн В.М.* Методи оптимізації режимів енергосистем. — М.: Енергія, 1981. — 336 с.

2. *Крумм Л.А.* Методи оптимізації при управлінні електроенергетичними системами. Новосибірськ Наука, 1981. — 319 с.

Науковий керівник: П.О. Черненко

4. АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНОЇ ТА ДІЮЧОЇ МОДЕЛЕЙ ОПТОВОГО РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ

М.О. Таркан

Національний університет харчових технологій

В Україні 16 років функціонує оптовий ринок електричної енергії (ОРЕ), який є впорядкованою системою здійснення операцій купівлі-продажу електричної енергії. Від ефективності його функціонування залежить зокрема ефективність діяльності всіх споживачів електроенергії, розвиток і конкурентоспроможність усіх галузей промисловості, добробут населення. Тому проблема реформування і розвитку ОРЕ, перехід до нової, більш ефективної моделі є актуальною на сьогодні і викликає дискусії серед науковців та практиків [1].

За сучасно діючою моделлю «Єдиного покупця», одна спеціально створена компанія закуповує всю вироблену в країні електроенергію та одночасно є «Єдиним продавцем» оптової електроенергії розподільчим компаніям та великим споживачам з відповідним одночасним переходом права власності на неї. «Єдиний покупець» реалізує електроенергію як дистриб'юторам, які потім розподіляють її між споживачами, так і безпосередньо споживачам. Певною мірою це сприяє підвищенню конкуренції між розподільчими компаніями (дистриб'юторами), їх боротьбі за «власного» споживача. Модель «Єдиного покупця» має деякі позитивні риси: сприяє підтриманню єдиної оптової ціни, передбачає механізми, в деякій мірі, захисту від ринкових ризиків, а також більш прості умови та механізми взаємовідносин членів ОРЕ при наявності великої кількості продавців та покупців електроенергії.

Проте переваги моделі «Єдиного покупця» обертаються і її недоліками. Довгостроковість договорів купівлі-продажу електричної енергії між генеруючими компаніями і «Єдиним покупцем» дозволяє їм «виграти тільки один раз» — на момент укладання такого договору. Далі досить тривалий період доведеться грати за встановленими договором правилами, які не дозволяють оперативно реагувати на ринкові тенденції.

Отже, як з міжнародного досвіду, так і з досвіду впровадження моделі «єдиного покупця» в Україні, було зрозуміло, що ця модель ринку електроенергії має суттєві недоліки. У 2002 році українськими фахівцями за допомогою міжнародних експертів було проаналізовано ситуацію у галузі та розглянуто можливі шляхи подальшого розвитку ринку електроенергії. На основі цього аналізу було запропоновано у середньостроковій перспективі перейти від моделі ринку «Єдиного покупця» до більш ефективної та орієнтованої на споживачів моделі ринку електроенергії — ринку двосторонніх договорів з балансуєчим ринком. Ці пропозиції лягли в основу Концепції функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України, яка була схвалена Постановою КМУ № 1789 від 16.11.2002 р.

Ринок двосторонніх договорів та балансуєчий ринок є модель, яка найбільш широко застосовується у світі останнім часом. Вона включатиме: ринок двосторонніх договорів, спотовий ринок (біржа), балансуєчий ринок електроенергії, ринок допоміжних послуг.

Головні відмінності моделі «єдиного покупця», та ринку двосторонніх договорів і балансуєчого ринку наведено на рис.1 [2].

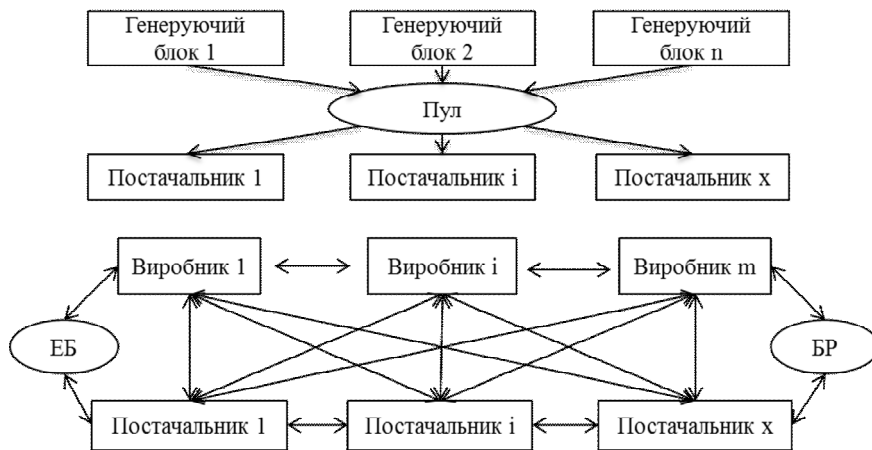


Рис. 1. Головні відмінності пулу та ринку двосторонніх договорів

Отже, лібералізація ринку електроенергії — це логічний крок, без якого неможливий подальший розвиток галузі. Впровадження нової конкурентної моделі ринку дасть можливість розширити економічну свободу учасникам оптового ринку.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Левицький Ю.А.* Проблеми і перспективи розвитку оптового ринку електричної енергії України / Ю.А. Левицький // Європейський вектор економічного розвитку. — 2009. — № 2 (7).

2. *Перехід до нової моделі ринку електроенергії в Україні.* Доповідь Голови національної комісії регулювання електроенергетики України Кальченка В.М. (29.09.2008, конференція «Реформування ринку електроенергії України — перехід до ринку двосторонніх договорів і балансуєчого ринку») // www.nerc.gov.ua.

Науковий керівник: П.О. Черненко

5. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВАКУУМНОЇ ТА ЕЛЕГАЗОВОЇ КОМУТАЦІЙНОЇ АПАРАТУРИ ВИСОКОЇ НАПРУГИ

В.М. Чикезов

Національний університет харчових технологій

Основним обладнанням розподільчих мереж є комутаційні апарати, від роботи яких залежить надійність усіх підстанцій, ліній електропередач та розподільчих пристроїв у всіх режимах експлуатації [1].

Вимикачі високої напруги є основними комутаційними апаратами в електричних установках та служать для відключення та включення ланцюгів у будь-яких режимах: номінальному тривалому, при перевантаженнях, коротких замиканнях (КЗ), холостому ході, несинхронній роботі. Найважчою та найвідповідальнішою операцією є відключення струмів КЗ та включення на існуюче коротке замикання. Загальна кількість високовольтних вимикачів напругою 110 – 750 кВ, які знаходяться в експлуатації, складає близько 30 тис. По класам напруги вони розподілені так, як показано в таблиці.

Розподіл загальної кількості парку високовольтних вимикачів по класам напруги 110 – 750 кВ

Номінальна напруга, кВ	Загальна кількість вимикачів, шт.	Кількість вимикачів від загального числа, %
110	24 150	80,5
220	4560	15,2
330	360	1,2
500	900	3
750	25	0,1

З таблиці видно, що найбільша кількість вимикачів — 95,7 % експлуатується у класі напруг 110 – 220 кВ.

Досить довгий час в енергосистемах цих класів напруг використовувалися масляні бакові, маломасляні колонкові та повітряні вимикачі різних типів. Сьогодні число вимикачів, які відпрацювали нормативний строк служби, складає 40 % від загальної кількості вимикачів, що знаходяться в експлуатації.

За останні роки помітно виросла кількість пошкоджень вітчизняних вимикачів.

Положення Технічної політики в комплексі розподільчих мереж ставлять до сучасних вимикачів високої напруги досить високі вимоги. Ці вимоги дуже важко виконати за традиційних методів гасіння дуги в маслі та повітрі. Можливості подальшого удосконалення вимикачів з традиційними способами гасіння дуги практично вичерпані.

З кінця минулого століття відбувся якісний стрибок у технології випускаємих високовольтних комутаційних апаратів: на заміну масляним та повітряним вимикачам прийшли апарати з використанням у якості ізоляційного та дугогасильного середовища вакууму або газоподібної шестифтористої сірки — елегазу.

Вакуумні та елегазові вимикачі витісняють масляні, електромагнітні та повітряні, бо дугогасильні пристрої вакуумних та елегазових вимикачів не вимагають ремонту протягом майже 20 років, в той час як у масляних вимикачах масло при відключеннях забруднюється частинками вільного вуглецю, а ізоляційні властивості масла знижуються через потрапляння в нього вологи та повітря [2]. Це призводить до потреби заміни масла не рідше 1 разу на 4 роки. Дугогасильні пристрої повітряних вимикачів приблизно у такі ж строки потребують очистки. Крім того, у зношених повітряних вимикачів виявляється витік стиснутого повітря з дугогасильного пристрою, що виключає можливість нормального оперування.

Дугогасильні пристрої вакуумних та елегазових вимикачів поміщені в герметичні оболонки та їх внутрішня ізоляція не підлягає взаємодії із зовнішнім середовищем. Електрична дуга при відключеннях у вакуумі або в елегасі також практично не знижує властивостей дугогасильного та ізолюючого середовища.

Не дивлячись на доведену практикою експлуатації нешкідливість елегазових вимикачів при нормальних режимах роботи, екологічні проблеми виникають при ремонті та утилізації відпрацьованих нормативний ресурс вимикачів.

Вакуумні вимикачі ідеальні з екологічної точки зору, мають високу надійність, великий комутаційний ресурс та можуть працювати при температурах до -60°C .

Розробка вакуумних вимикачів 110 – 220 кВ неодноразово обговорювалася у доповідях та матеріалах Міжнародного симпозіуму по розряду та електричній ізоляції у вакуумі, що, безперечно, вказує на інтерес розробників та виробників вакуумної комутаційної техніки до високих класів напруг.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белкин Г.С., Вариводов В.Н. Перспективы развития коммутационной аппаратуры высокого напряжения.

2. Назарычев А., Суоров А., Чайка В., Таджибаев А. Перспективы применения вакуумных выключателей 110 – 220 кВ.

Наукові керівники: І.Ю. Литвин, О.А. Машенко

6. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШНМ ТИПУ БАГАТОШАРОВИЙ ПЕРСЕПТРОН ДЛЯ КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ СУМАРНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМИ

В.О. Мірошник

Національний університет харчових технологій

В умовах переходу об'єднаної електроенергетичної системи (ЕЕС) України від ринку єдиного покупця до ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку електричної енергії необхідне підвищення ефективності вирішення задач планування режимів ЕЕС. Вихідною інформацією для цих задач є результати короткострокового прогнозування сумарного електричного навантаження (СЕН). Таким чином, підвищення точності та надійності результатів короткострокових прогнозів СЕН є досить актуальним.

Нелінійність, висока узагальнююча здатність та простота застосування штучних нейронних мереж дає змогу суттєво спростити розв'язання даної задачі [2]. В якості еталонної моделі для порівняння ефективності використання багатосарового перцептронного прийнято адитивну математичну модель (АММ) розроблену у відділі моделювання електроенергетичних об'єктів і систем Інституту електродинаміки НАН України. В [1] детально розглянуто саму модель та алгоритм її використання при короткостроковому прогнозуванні СЕН ЕЕС.

Враховуючи те, що задача прогнозування може бути представлена, як частковий випадок регресійного аналізу, було сформовано вектор вхідних змінних для навчання (корегування вагових коефіцієнтів) мережі, який складається з таких елементів:

1. Значення потужності в час віддалений від точки прогнозу на 24, 25, 26, 48, 49, 50, 168, 169, 170 год.

2. Номер дня в тижні, який кодується одним вхідним нейроном і може приймати значення від 1 до 7.

3. Відхилення ефективної температури між прогнозною годиною та 24, 168 год назад. Розрахунок ефективної температури проводився з урахуванням певної затримки впливу температурного фактору на графік навантаження [1].

4. Тип погоди закодовано одним вхідним нейроном, який може приймати значення 1 — без опадів, 2 — дощ, 3 — сніг.

5. Сезонність поведінки графіка навантаження, а також астрономічний фактор було враховано шляхом введення додаткового вхідного нейрона на який подається значення тривалості світлового дня у вигляді десятинного числа.

За допомогою автоматичного пошуку оптимальної архітектури мережі програмного пакету STATISTICA, який проводиться шляхом перебору мереж з різним числом нейронів прихованого шару та видом активаційних функцій, було вибрано модель багатосарового перцептронного MLP 14-25-1. Ця мережа дає найбільшу точність на прогнозному періоді. В якості активаційних функцій, як для прихованого шару так і вихідного, було прийнято експоненціальну функцію:

$$y(x) = e_x$$

Навчання мережі проводилось з використанням алгоритму Бройдена — Флетчера — Гольдфарба — Шанно, який відноситься до класу так званих квазіньютонівських методів оптимізації. Ці методи використовують інформацію другого порядку (про кривизну) про поверхню функції похибки, не обчислюючи точних значень матриці Гессіана[2].

Результати прогнозування СЕН ЕЕС на період з 18.02.08 по 24.02.08

Всі дні	ШНМ	ІЕД
Середня похибка, MAPE %	1,95	1,88
Максимальна похибка, %	8,1	5,51
Кількість похибок більше 5 %, %	7,1	2,4

Відповідно наведених результатів, запропонована ШНМ поступається за точністю адитивній математичній моделі СЕН, розробленій в ІЕД. Найбільш суттєві похибки моделі на основі ШНМ припадають на вихідні дні, що свідчить

про недостатнє врахування нейронною мережею тижневої нерівномірності СЕН ЕЕС. Однак, беззаперечною перевагою моделі прогнозування СЕН на основі ШНМ є простота її побудови та практичного використання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Черненко П.О., Мартинюк О.В. Врахування впливу зовнішніх факторів у короткостроковому прогнозуванні електричного навантаження енергооб'єднання // Вісник Вінницького політехнічного інституту, Вінниця — 2012, № 1, с. 48 – 53.

2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. — М.: Идательский дом «Вильямс», 2006. — 1104 с.

Науковий керівник: П.О. Черненко

7. ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ

Ю.О. Клименко, Л.О. Копилова

Національний університет харчових технологій

Принцип генетичних алгоритмів полягає в тому, що для певного математичного критерію оцінки якості за допомогою еволюційних механізмів значення параметрів змінюють таким чином, щоб функціонал якості досягав мінімуму [1]. Генетичні алгоритми одночасно працюють з деякою кількістю потенційних рішень, що позначаються особинами, які в підсумку утворюють популяцію. До особин застосовують такі механізми як розмноження, мутація і селекція. Таким чином відбувається схрещування і зміна спадкової інформації від однієї генерації до наступної. Нашадки мають різну конкурентноздатність і знаходяться в постійній конкуренції один до одним. В результаті виживають ті особини, які найкраще адаптовані до навколишнього середовища (принцип еволюції Дарвіна). Спрощена математична модель об'єкта регулювання (наприклад, головного приводу прокатної кліти) враховує механічну систему у вигляді двомасової моделі, систему управління приводним двигуном, а також транспортне запізнювання і нелінійність у формі люфту. Вектор ідентифікованих параметрів θ представимо у вигляді $\theta = [T_M \ k_j \ T_E \ T_A \ T_T \ \Delta\theta]^T$. Придатність дійсного вектора параметрів (генів особини) згідно обмеженням буде визначати за допомогою функціонала якості $Q(\theta)$. При оптимізації параметрів системи управління двомасовою електромеханічною системою у розпорядженні знаходяться — задане значення числа обертів n_u , момент в повітряному зазорі m_z і число оборотів приводу n . В якості вхідної величини моделі використовується уставка частоти n_u . Функціонал якості, задається у

вигляді: $Q(p) = a_1 \sum_{i=1}^l (n_{i,M} - n_{i,Mod})^2 + a_2 \sum_{i=1}^l (m_{z,M} - m_{z,Mod})^2 \rightarrow \min$, де l це кількість

значень вимірів і відповідно моделювання; $n_{i,Mod}$, і $m_{z,Mod}$ відповідно результати моделювання частоти обертання і моменту в повітряному зазорі. За допомогою коефіцієнта a_i зважуються окремі складові наближення частоти обертання і моменту в повітряному зазорі Змінні частоти обертання двигуна і відповідно

моменту в повітряному зазорі у часі переводяться у простір змінних за

$$\text{допомогою передавальних функцій } W_m(s) = \frac{\sum_{i=0}^4 b_{m,i} \cdot s^i}{\sum_{j=0}^5 a_{m,j} \cdot s^j}; \quad W_n(s) = \frac{\sum_{i=0}^3 b_{n,i} \cdot s^i}{\sum_{j=0}^5 a_{n,j} \cdot s^j}$$

Оптимізація параметрів особин виконується за допомогою алгоритмів: рекомбінація, мутація і селекція. Блок-схема ідентифікації лінійної моделі представлена на рис.1. В якості вимірних даних реєструються n_1 , m_z і w . Для кожного розрахованого за допомогою генетичного алгоритму протягом оптимізації вектора параметра θ розраховують функціонал якості. Після розрахунку заданого числа ітерацій оптимізація буде закінчена. Норми мутації, рекомбінації та селекції повинні бути підігнані до чисельності популяції. Занадто велика норма мутації призводить до чисто випадкового пошуку оптимальної величини, а занадто велика кількість розмножень завдає генну бідність в межах генерації.

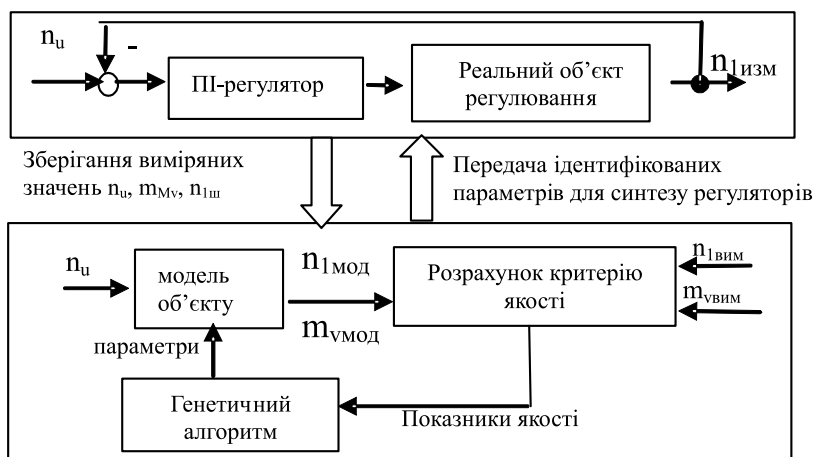


Рис.1. Блок-схема ідентифікації і оптимізації параметрів за допомогою генетичного алгоритму

Ідентифікація для об'єкта регулювання у вигляді двомасової моделі без люфту (лінійна модель) $k_j = 0,05$ проводилася з початковою популяцією з 150 особин. Результати ідентифікації показали, що після 50 генерацій ніякого істотного поліпшення функціоналу якості не відбувається. Ідентифікація параметрів для двомасової моделі, яка містить люфти шириною від 5,32 проводилася із співвідношенням мас $k_j \approx 1$. Вплив великих люфтів чітко проявляється на зміні в часі амплітуди моменту в повітряному зазорі.

Метод ідентифікації параметрів спрощеної двомасової математичної моделі технологічного об'єкту, що заснований на генетичних алгоритмах, дозволяє з достатньою для практичних цілей точністю ідентифікувати механічні параметри ЕМС в складі технологічної установки. Суттєве скорочення часу оптимізації параметрів, що ідентифіковані за допомогою генетичних алгоритмів, може бути досягнуто при первісному визначенні зазначених параметрів за допомогою традиційних методів — найменших квадратів, регресійного аналізу та інших.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Ротштейн Д.П.* Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. — Винница — 1999. — 302 с. Ил.
Науковий керівник: С.М. Балюта

8. ДОСТОВІРИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ОПЕРАТИВНО-ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ АСДУ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ

Л.О. Каплуненко

Національний університет харчових технологій

Питання достовірності телевимірювань (ТВ) завжди є актуальним для задач оперативного управління електроенергетичною системою (ЕЕС). Чим достовірніше вихідна інформація про параметри режиму ЕЕС, тим точніше керування її діяльністю.

Достовірність ТВ стосовно до задачі оцінювання стану (ОС ЕЕС) [1] може проводитися на різних етапах вирішення цього завдання:

- до вирішення завдання ОС;
- під час вирішення завдання ОС;
- після отримання результатів ОС на основі аналізу залишків оцінювання.

Для отримання якісних оцінок дуже важливо, щоб вимірювання, що беруть участь в задачі ОС, були достовірними. Якщо в задачі ОС надходить вихідна інформація, не оброблена блоком достовірності, тобто, якість цієї інформації заздалегідь не перевірена, то наявність помилкових вимірів обов'язково відіб'ється на результатах оцінювання. Тому необхідно проводити апіорну достовірність ТВ.

Одним з методів вирішення цієї задачі є метод контрольних рівнянь (КР). Контрольні рівняння — це рівняння електричного кола, що містять тільки виміряні змінні. Чим більше вимірів мається на схемі ЕЕС, тим вище їх надмірність, тим більше КР можна скласти. Для отримання КУ можуть використовуватися рівняння

- балансу перетоків потужності в лінії;
- балансу потужності в вузлі;
- різниці фаз та падіння напруги по контурах.

Лінеаризувавши рівняння і виключаючи з них невиміряні параметри, ми отримуємо систему лінійних КР. Контрольні рівняння застосовуються для апіорної достовірності вихідних ТВ. Така достовірність полягає в перевірці умови

$$|w_k| < d_k, \quad (1)$$

де w_k — значення нев'язки k -ого КР, обчисленої після підстановки в нього вимірювань, d_k — значення порогу.

На практиці, при підстановці «сирих» телевимірювань в k -те КР рівність нев'язки рівняння нулю практично недосяжно в силу того, що вимірювання містять похибки. Як правило, ці похибки, мають нормальний розподіл [2], не виходять за межі $\pm 3\sigma_y$. Нев'язка КР також має нормальний розподіл (як алгебраїчна сума нормально розподілених величин) з нульовим маточікуванням і дисперсією, яка визначається дисперсіями, що входять в дане КР телевимірювань

$$\sigma_{w_k}^2 = \sum_{k \in w_k} a_{k_i}^2 \sigma_{y_i}^2, \quad (2)$$

де $a_{k_i} = \frac{\partial w_k}{\partial y_i}$. Знаючи дисперсію нев'язки та встановлену ймовірність похибки першого роду, можна визначити порог d_k ,

$$d_k = \gamma_\alpha \sigma_{w_k}, \quad (3)$$

де γ_α — квантіль нормального розподілу.

Таким чином, якщо для КР виконується умова (1), то всі вимірювання, що входять до нього, оголошуються достовірними. Значення вимірювань, що мають грубі помилки, істотно впливають на величину нев'язки. Якщо в КР з великою нев'язкою входять ТВ, всі окрім одного оголошені раніше достовірними, то це єдине ТВ і створює велику нев'язку. Воно вважається поганим, грубим, і його значення замінюється псевдовимірюванням, розрахованим за достовірними вимірами. Якість ТВ, що входять в кілька КР одночасно, може бути перевірено, наприклад, за допомогою логічних правил. Однак, зустрічаються групи з декількох ТВ, які входять тільки в одне КР. Групи, утворені з таких ТВ, називаються критичними. Якщо нев'язка даного КР більше відповідного йому порогу, то всі вхідні в критичну групу вимірювання оголошуються сумнівними. Якість таких ТВ з'ясувати апріорі не вдається.

Крім цього, у схемі можуть бути присутніми ТВ, які не увійшли ні в один КУ. Це неперевірені або критичні вимірювання. Їх оцінки будуть рівні їх значенням, і якщо критичне ТВ містить грубу помилку, то ця помилка вплине на оцінки інших телевимірювань.

Як критичні ТВ, так і критичні групи чинять небажану дію на результати розв'язання задачі ОС, тому дуже важливо постаратися ліквідувати їх безпосередньо перед початком роботи завдання ОС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глазунова А.М., Колосок И.Н. Достоверизация критических измерений и критических групп на основе контрольных уравнений при оценивании состояния ЭЭС // Труды Всероссийской конференции «Энергетика России в XXI веке: развитие, функционирование, управление», Иркутск, 2006. — С. 696 – 704.

2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей. — М., Наука, 1973г, — 365 с.

Науковий керівник: П.О. Черненко

9. МЕТОДИ СИНТЕЗУ СПОСТЕРІГАЧІВ ДВОМАСОВОЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ

Ю.О. Клименко, Л.О. Копилова

Національний університет харчових технологій

Розглянемо модель спостерігача двомасової електромеханічної системи (ЕМС). Для системи регулювання частоти обертання ЕМС використовуються вимірне число обертів привідного двигуна ω_1 і обчислене значення обертаючого моменту двигуна M_M . Спостерігач стану, який повинен відтворювати кут

скручування валу $\Delta\theta$ і частоту обертання навантаження ω_H , синтезуємо як спостерігач збурення. Спостерігач збурення для вихідної системи може бути синтезований у вигляді спостерігача повного порядку з чотирма змінними стану $\tilde{X} = [\tilde{\omega}_1 \ \tilde{\Delta\theta} \ \tilde{\omega}_2 \ \tilde{M}_H]^T$ і вимірюваною величиною частоти обертання двигуна ω_M на виході об'єкта регулювання і у вигляді скороченого спостерігача [1].

При синтезі повного спостерігача ЕМС вхідними величинами є детерміновані змінні уставки моменту M_u і момент навантаження M_H . Для оцінки величин використовуємо спостерігач Люінбергера, який описується рівнянням $\dot{\hat{x}} = (A - LCT)\hat{x} + Bu + Ly$ [2].

Невимірний момент навантаження відтворюється на основі припущення про постійність зміни функції моменту навантаження на окремих ділянках $\frac{d\tilde{M}_H}{dt} = 0$.

Спостерігач описує об'єкт управління у вигляді $\frac{d}{dt}\tilde{X} = \tilde{A}\tilde{X} + \tilde{B}\cdot u$.

Узгодження розрахункової моделі спостерігача з результатами вимірювань реального об'єкта регулювання проводимо за допомогою вектора зворотного зв'язку $L = [I_{\omega} \ I_{\Delta\theta} \ I_{\omega H} \ I_{M_H}]^T$, який формується шляхом завдання положення власних значень матриці $(\tilde{A} - L \cdot \tilde{C}^T)$. Демпфуючі властивості і динаміка спостерігача, задаються за допомогою постійної часу спостерігача T_H ($T_H > 0$) і коефіцієнта демпфування спостерігача K_H , які є коефіцієнтами заданих полюсів спостерігача: $\chi_{H1,2} = -\frac{\sqrt{2}K_H}{2T_H} \pm j\frac{\sqrt{2}}{2T_H}$; $\chi_{H3,4} = -\frac{K_H}{2T_c} \pm j\frac{1}{T_c}$.

Вектор зворотного зв'язку повного спостерігача має вигляд:

$$L = \begin{bmatrix} l_{\omega 1} \\ l_{\Delta\theta} \\ l_{\omega 2} \\ l_{M_H} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2k_H \left(\frac{\sqrt{2}}{2 \cdot T_H} + \frac{1}{T_c} \right) - \frac{D_{12} \cdot J_{\Sigma}}{J_1 \cdot J_2} \\ -\frac{J_1}{C_{12}} \left[(k_H^2 + 1) \left(\frac{1}{2T_H^2} + \frac{1}{T_c^2} \right) + \frac{4k_H^2}{\sqrt{2}T_H T_c} \right] + l_{\omega 1} \frac{J_1 D_{12}}{J_2 C_{12}} + L_{\omega 2} \frac{D_{12}}{C_{12}} + \frac{J_{\Sigma}}{J_2} \\ \frac{J_1 k_H (k_H^2 + 1)}{C_{12} T_H T_c} \left(\frac{1}{T_H} + \frac{\sqrt{2}}{T_c} \right) - \frac{J_1 l_{\omega 1}}{J_2} - \frac{D_{12}}{C_{12} J_2} l_{M_H} \\ \frac{(k_H^2 + 1)^2 J_1 J_2}{2C_{12} T_H^2 T_c^2} \end{bmatrix}$$

Для редукованого спостерігача ЕМС порядок знижується в результаті відмови від спостереження вимірюваної частоти обертання двигуна ω_1 . Виходимо із стандартної форми стану об'єкта управління $\dot{\underline{x}} = \underline{A} \cdot \underline{x} + \underline{B} \cdot \underline{u}$, а вектор змінних представимо у вигляді вимірних величини стану k та величини стану g ,

які відтворюються в спостерігачі $\underline{x} = [g \quad k]^T$. Для виключення похідною від вимірних величин k , замінимо цю змінну через вектор шуканих величин g і оцінене значення нового додаткового вектора стану $\tilde{\gamma}$: $\tilde{g} = \tilde{\gamma} + L \cdot k$. Вектор зворотних зв'язків редукованого спостерігача при відсутності загасання формується за наступним рівнянням:

$$L_{SH} = \begin{bmatrix} -\frac{J_1}{C \cdot T_C} K_H \frac{(2T_H + T_C)}{T_H} \\ J_1 \left[-\frac{K_H}{C \cdot T_H T_C} \left(2K_H + \frac{1}{J_2} \right) \right] \\ \frac{K_H (K_H^2 + 1) J_1 J_2}{T_H T_C^2} \frac{1}{C} \end{bmatrix}$$

Порівняння різних спостерігачів стану, що проводилося за допомогою оцінки перехідних процесів для замкнутої системи управління станом зі спостерігачем повного порядку і редукованим спостерігачем, показало, що редукований спостерігач частоту обертання навантаження відновлює з затримкою в часі в межах декількох мілісекунд, а спостерігачеві повного порядку для цього потрібно приблизно десять мілісекунд.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Толочко О.І.* Аналіз та синтез електромеханічних систем зі спостерігачами стану. — НОРД-ПРЕСС. — Донецьк., 2004. — 352 с
2. *Балюта С.М.* Частотнорегульовані електромеханічні системи з інтелектуальним керуванням в системах автоматизації технологічних процесів. Київ: НУХТ, 2005. — 281 с.

Науковий керівник: С.М. Балюта

10. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ У ПОБУТІ

В.В. Софілканич, В.В. Софілканич

Національний університет харчових технологій

Загально відомим фактом є те що мережа постійного струму має ряд переваг перед мережею змінного струму, основні з яких:

- зменшення втрат при передачі енергії;
- підвищення рівня електробезпеки, так як мінімальний поріг напруги при змінному струмі рівний 2В, при постійному струмі 8В;
- по ЛЕП мережі постійного струму при відсутності трансформаторів можливо передавати деякі види сигналів (таких як кабельне телебачення, телефонний зв'язок та ін.).

Але основним недоліком мережі постійного струму є неможливість трансформації напруги, тобто для того щоб підвищити або знизити в багато разів напругу потрібно спочатку перетворити її в змінну, а після трансформації знову в постійну. Цей недолік, на думку багатьох, поки що переважає над перевагами.

Перехід енергетичної системи одразу на постійний струм економічно неможливий, так як для цього потрібно буде переобладнати вже існуючу систему з мережею змінного струму. Тобто заміну генераторів змінного струму на генератори постійного струму. Поки що можливий варіант використання мережі постійного струму при автономному енергопостачанні.

При автономному побутовому електропостачанні за допомогою систем генерації з відновлювальних джерел енергії таких, як сонце, вітер та вода економічно ефективніше буде використовувати мережу постійного струму. Основні її переваги в деяких системах генерації відновлюваними джерелами енергії [1]:

- при застосуванні сонячної електричної системи, генерується постійний струм не потрібно використання інверторів, що вже зменшує втрати майже на 20 %;

- застосовуючи вітрові електричні системи, генерується змінний струм, але ж можливий варіант генерації постійного струму. При відсутності вітру мережу живлять акумуляторні батареї, це той же постійний струм, вартість батарей займає майже половину вартості всієї системи, тобто ми позбудемось інвертора, чим зменшимо втрати і тим самим кількість акумуляторних батарей для системи;

- при використанні міні-гідроелектростанції система може генерувати як змінний, так і постійний струм.

Головною перевагою мережі постійного струму є можливість виготовлення і використання побутових приладів постійного струму. При цьому споживання електроенергії можливо знизити, так як зараз в багатьох побутових приладах, які живляться від мережі змінного струму, напругу понижують і випрямляють для імпульсного трансформатора. Тому за рахунок використання низької напруги постійного струму, тобто 24, 42, 126, 220В можна зменшити витрати матеріалів і втрати на перетворення за рахунок виключення необхідності використання деяких деталей. Прикладом є телевізор, комп'ютер, освітлення світло діодами (це найекономніший, -безпечніший та -надійніший вид освітлення), телефони та ін.

Майже всі побутові прилади можуть працювати в мережі постійного струму [2]:

- холодильник — термоелектричні холодильники (при пропусканні постійного струму через термоелемент, що складається з двох провідників чи напівпровідників, в місці їх з'єднання виділяється або поглинається деяка кількість теплоти, яка пропорційна силі струму), вони мають високу надійність за рахунок відсутності рухомих частин;

- обігрівачі — резистивні, інфрачервоні (обігрів інфрачервоними променями);

- опалення — використовувати геліосистеми або теплові насоси (що зменшить використання електроенергії в порівнянні з іншими видами енергії);

- вентиляція — вже зараз деякі виробники встановлюють перетворювачі для двигунів вентилятора;

- пральні машини — деякі виробники застосовують лише колекторні двигуни, які можуть працювати при постійному струмі та мають великий пусковий момент, що не потребує попереднього зливу води.

Для зменшення затрат встановлення системи при наявності більше одного будинку поблизу один від одного, доцільніше буде використовувати одну спільну систему генерації.

Вище показано переваги лише трьох систем генерації з відновлюваними джерелами енергії, які економічно ефективніше використовувати в мережі постійного струму, а подібних систем генерації є багато. Ці системи споживають меншу кількість енергії, деякі з них лише за рахунок зменшення величини втрат. Таким

чином, якщо будувати енергосистему з мережею постійного струму в масштабі країни, то, крім вище перерахованої економії, буде ще й зменшення втрат при передачі електроенергії, що підвищить доцільність впровадження таких мереж.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шестеренко В.С. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. — Вінниця: Нова Книга, 2011. — 656 с.
2. Михеев В.П. Контактные сети и линии электропередачи — М.: Маршрут, 2003. — 416 с.

Науковий керівник: В.С. Шестеренко

11. ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ОМАГНІЧЕНОЇ ВОДИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

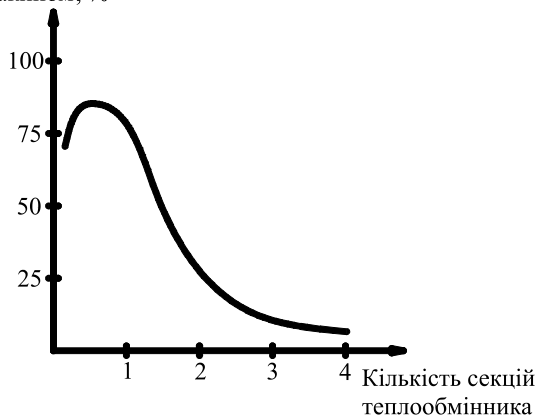
О.О. Лашенко

Національний університет харчових технологій

Помічено, що вода, яка пройшла обробку магнітним полем, володіє незвичайними властивостями [1]. Започаткував впровадження цього ефекту бельгійський інженер Т. Вермайер, який у 1946 році заснував фірму, яка почала випускати прилади для омагнічування води. Магнітна обробка води виявилась дуже ефективною при боротьбі з накипом. Прискорення процесу кристалізації мінеральних домішок в воді, яка пройшла магнітну обробку, приводить до значного зменшення розміру частинок накипоутворюючих солей. В результаті накип практично припиняє осадження на стінках апаратів та труб.

Омагнічена вода використовується не тільки в промисловості, а і в сільському господарстві. Наприклад, п'ятигодинне замочування насіння буряку в магнітній воді, значно підвищує врожай. Полив магнітною водою стимулює зростання кукурудзи, помідорів, соняшника. Досліди проведені в науково-дослідному інституті сільського господарства (м. Москва) показали, що застосування води,

Відсоток трубок в ряду секцій, забитих накипом, %



обробленої в магнітному полі, підвищувало врожайність ячменю, кукурудзи, соняшника на 10 – 15 %. Досліди, які проведені в Московському енергетичному інституті показали, що накопичування накипу у трубах котлів, при використанні омагніченої води зменшилось.

В Москві були проведені роботи по використанню омагніченої води для приготування бетонних сумішей [2 – 4]. Досліди показали, що якість бетону — час затвердіння, міцність та інші. показники значно покращились.

В Московському енергетичному інституті (МЕІ) на кафедрі технології води були виконані досліді по впливу омагніченої води на накипоутворення у теплообмінниках. По ствердженню авторів накипоутворення значно зменшилось і ці досліді легко перевірити на промислових установках. На рисунку наведено графік залежності розповсюдження накипу по секціям теплообмінника. З графіка видно, що найбільший процент накипу випадає на першу секцію теплообмінника.

Ці досліді підтверджені в промисловості, дозволили розробити механізм впливу магнітної обробки води на процеси накипоутворення і корозії у теплообмінних апаратах [5]. Пропонується три технології водообробки:

1. Магнітне фільтрування (сепарація). Тут магнітний апарат поводить себе як магнітний фільтр, затримуючий феромагнітні та колоїдні тнкодисперсні домішки у воді. На цей ефект було отримано патент Німеччини у якому пропонувались магнітні фільтри для вилучення з води продктів корозії, які знаходяться в колоїдній та тонкодисперсній формі;

2. Контактна стабілізація. Тут перед теплообмінником, який хотять захистити від накипу, ставлять фільтр, завантажено мармуровою крішкою, або тим же накипом, який отримано у результаті механічної чистки теплообмінника;

3. Використання затравочних кристалів. Цей спосіб боротьби з накипоутворенням використовується при термічному опріснюванні води.

Так як на підприємствах харчової промисловості широко використовуються процеси теплової обробки, вважаємо доцільним проведення експериментів по впливу намагніченої води на технологічні процеси, а також на якість самої води, що використовується.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Очков В.Ф.* Магнитная обработка воды: история и современное состояние // Энергосбережение и водоподготовка. № 1, 2006 (http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/MO/art_EV).

2. *Martynova O.I., Kopylov A.S., Ochkov V.F.* Mechanism and scale formation control in MSF (Multy Stage Flash Desalination) plant using an electromagnetic apparatus. 3. Proceedings of 6-th Intern. Symposium Flash Water from the Sea, 1978, vol. 2. (http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/Grand_Canaria/index.htm)

3. *Мартынова О.И., Копылов А.С., Тебенихин Е.Ф., Очков В.Ф.* К механизму влияния магнитной обработки воды на процессы накипеобразования и коррозии // Теплоэнергетика, № 6, 1979 г. (http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/MO/art_4_M_K_T_O.htm)

4. *Мартынова О.И., Копылов А.С., Кашинский В.И., Очков В.Ф.* Расчет противонакипной эффективности ввода затравочных кристаллов в теплоэнергетических установках // Теплоэнергетика, № 9, 1979 г. (http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/MO/art_5_M_K_K_O.htm)

5. *Очков В.Ф.* Исследование процессов и разработка технологии магнитной обработки воды в теплоэнергетических установках. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, 1979 г. (<http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/MO/Avtoref.htm>).

Наукові керівники: Д.М. Семко, І.Є. Изволенський

12. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ТУРБОГЕНЕРАТОРІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ КРУТИЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ЧОТИРЬОХМАСОВОГО ВАЛОПРОВОДУ

Ю.В. Куєвда

Національний університет харчових технологій

Більшість аномальних режимів синхронних машин супроводжується значними сплесками перехідних струмів в їх обмотках та демпферних контурах. При раптових коротких замиканнях ударні струми з урахуванням асиметричної складової можуть досягати 10...15-кратного значення від номінального. Особливо великі кратності струмів можуть мати місце у момент несинхронного включення синхронної машини в мережу. В цьому випадку струми можуть бути вдвічі більше за величиною, ніж при коротких замиканнях.

Збільшені струми в синхронній машині небезпечні за своєю тепловою і механічною дією. Максимальні крутильні моменти при аномальних режимах практично можуть мати порядок 7-кратного і більше від номінального.

Сумарний момент, що скручує вал, в таких випадках складається з електромагнітного моменту, моменту турбіни та інерційних моментів, що виникають при крутильних коливаннях. Для вибору діаметрів шийок валу агрегату і фланцевого з'єднання окремих ступіней турбіни з генератором необхідно визначити величини максимальних моментів, що діють в небезпечних перерізах.

Для потужних турбогенераторів крутильні коливання вала можуть бути визначені за допомогою системи диференціальних рівнянь Парка-Горева [2] з урахуванням, наприклад, чотирьохмасового валопроводу (генератор та три ступені турбіни). Схематичну модель валопроводу як системи чотирьох зосереджених мас, які з'єднані безінерційними пружними зв'язками показано на рис. 1.

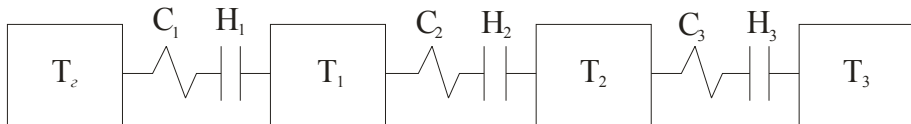


Рис. 1. Модель чотирьохмасового валопроводу турбогенератора

Вказану систему рівнянь запишемо у матричній блочній формі, що є зручною для аналізу та може бути застосована для розв'язання за допомогою чисельних методів, у системі Mathcad:

$$\begin{pmatrix} X & 0 & 0 \\ 0 & T & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} y_i \\ y_s \\ y_\delta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E(y_\delta) - Ry_i + \Psi(y_i, y_s) \\ M(y_i) + Hy_s + Cy_\delta \\ \omega_c y_s \end{pmatrix},$$

де $y_i = (i_d \ i_q \ i_f \ i_{kd} \ i_{kq})^T$, $y_s = (s_2 \ s_1 \ s_2 \ s_3)^T$, $y_\delta = (\delta_2 \ \delta_1 \ \delta_2 \ \delta_3)^T$ — вектори струмів, ковзань та кутів закручування мас відповідно; X, R — матриці само-, взаємодукцій та активних опорів обмоток; $E(y_\delta), \Psi(y_i, y_s)$ — вектор-

функції ЕРС та потокозчеплень обмоток; $M(y_i)$ — вектор-функція моментів, що діють на окремі маси чотирьохмасової системи [1]; T, H, C — матриці механічних сталей, коефіцієнтів демпфування крутильних коливань та жорсткостей ділянок валопроводу; ω_c — кутова частота обертання поля обмотки статора.

Результат комп'ютерного розрахунку у системі Mathcad трьохфазного короткого замикання на зовнішніх затискачах обмотки статора турбогенератора ТГВ-200 за наведеною вище математичною моделлю представлений на рис. 2, де показані залежності моментів (в.о.) у перетинах з'єднувальних муфт окремих мас від часу (с).

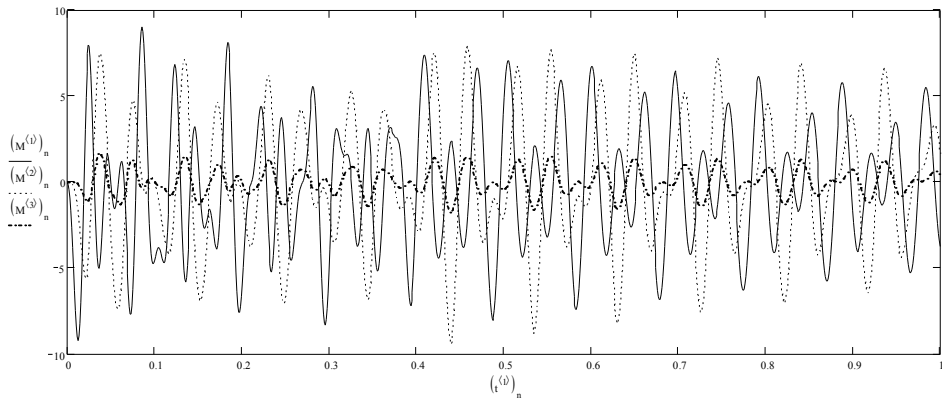


Рис. 2. Моменти, що скручують валопровід ТГВ-200 під час трьохфазного к.з.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чабан А. Математичне моделювання коливних процесів в електромеханічних системах. Монографія — Львів: Видавництво Тараса Сороки, 2008. — 328 с.
2. Казовский Е.Я. Переходные процессы в электрических машинах переменного тока. М. — Л.: Издательство АН СССР, 1962. — 624 с.

Науковий керівник: С.М. Балюта

13. РОЗРОБКА РОЗРАХУНКОВОГО МОДУЛЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ З ВИКОРИСТАННЯМ БАЗ ДАНИХ

С.В. Телегін

Національний університет харчових технологій

Одним із проблемних напрямків у сучасній економіці є поліпшення використання трудових ресурсів і робочого часу задіяних робітників та спеціалістів, зокрема і в галузях наукової розробки та проектування, а також в галузі освіти і науки.

Одним із дієвих способів вирішення поставленої задачі, зазначеної вище, є впровадження та розробка сучасних технологій автоматизації праці, яка ґрунтується на

використанні ЕОМ та сучасних програмних розробок, які створюються та постійно поліпшуються з метою покращання продуктивності праці та полегшення роботи для дуже великої кількості напрямків та галузей сучасної економіки.

Проектування та реконструкція систем електропостачання промислових підприємств вимагають від розробників проведення об'ємних розрахунків та трудомісткої обробки одержаних результатів. Також даний вид діяльності вимагає використання значної кількості довідникових матеріалів та літератури, спеціальних таблиць, графіків та інш., що зазвичай розміщується в різних друкованих джерелах.

В наш час на ринку присутня достатня кількість програм, що дозволяють вирішувати задачі проектування електричних мереж.

При проектуванні систем електропостачання використовуються групи програм EeleciriCS [1], E³series [2], Energycs [3]. Системи призначені для автоматизованого проектування систем електропостачання промислових підприємств і інших організацій. Однак, в програмах не передбачено коригування вже існуючих, створених в САПР креслень, відсутня можливість зміни існуючих креслень та доповнень. Неможлива також автоматизація визначення розрахункової потужності підприємства, створення картограм навантажень, не передбачено використання баз даних електроспоживачів технологічного обладнання харчових підприємств. Неможливе виведення супроводжуючої інформації, що пояснює користувачу хід розрахунків та скеровує його дії.

Розроблений програмний комплекс призначений для розробки електротехнічної робочої документації на стадії проекту.

Функції користувача при проектуванні силового і освітлювального електроустаткування з використанням комплексу полягають у прийнятті рішень про структуру і конфігурацію проєктованих електричних мереж (джерела живлення, типи розподільних пристроїв, засоби прокладки мереж).

Комплекс вирішує такі задачі:

- формування графічного зображення розподільних мереж електропостачання різноманітної конфігурації з використанням будівельних креслень;
- автоматизовано введення початкової інформації, що стосується потужностей споживачів електричної енергії, з використанням розроблених баз даних споживачів електричної енергії технологічного обладнання підприємств харчової промисловості;
- автоматизовано вибір розподільних пристроїв;
- розрахунок електричних навантажень розподільних пристроїв;
- автоматизовано процес прокладання кабелю із зазначенням способу прокладки кабелю шляхом вибору із бази даних;
- передбачено довідникову інформацію для полегшення вибору способів прокладки кабелів;
- розрахунок і вибір електроустаткування, провідникових і монтажних матеріалів розподільної мережі і мережі живлення;
- формування проєктної документації — принципів однолінійних схем живлення і розподільних ланцюгів, розрахунково-монтажних таблиць цих мереж, планів розміщення розподільних пристроїв і мереж.

У основу алгоритмів покладені методики, вимоги і рекомендації нормативних документів по проектуванню силового й освітлювального електроустаткування.

Структура комплексу надає користувачу можливість налагоджування локальної бази даних на застосування необхідного електроустаткування.

Програмний комплекс розроблено на базі Autocad з використанням алгоритмічної мови Visual Lisp [4].

ЛІТЕРАТУРА

1. http://www.arcada.com.ua/info/po/elektrika/electrics_adt.html
2. <http://www.asutp.ru/?p=40319>
3. <http://www.csoft.ru/catalog/sot/energycs-electrica/energycs-elektrika-3.html>
4. *Н.Полещук*. Visual LISP и секреты адаптации AutoCAD/2. \ \ БХВ-Петербург. —2001, с. 576.

Науковий керівник: Ю.А. Чорний

14. АНАЛІЗ РОЛІ ТРАНСФОРМАТОРІВ НАПРУГИ ПРИ ФЕРОРЕЗОНАНСНИХ ПРО- ЦЕСАХ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 10 – 35 кВ

О.Г. Костюк, Є.О. Корольов

Національний університет харчових технологій

Актуальність досліджень даного питання зумовлена відповідальною роллю вимірювальних трансформаторів напруги (ТН), які забезпечують живлення систем автоматики, контролю ізоляції сучасних електромереж 6 – 35 кВ, а також вимірювань, обліку електроенергії, роботи улаштувань сигналізації, релейного захисту з однієї сторони, а також недостатньо високою надійністю ТН — з іншої [2]. Метою даної роботи є аналіз опублікованих результатів досліджень причин виникнення, методів усунення та запобігання ФРП в електричних мережах напругою 10 – 35 кВ з вимірювальними трансформаторами напруги для можливого подальшого використання результатів аналізу при проектуванні нових та реконструкції старих електричних мереж. В Україні, країнах Співдружності незалежних держав та у багатьох інших країнах світу пересилання електроенергії в основному здійснюється по електричних мережах напругою 10 – 35 кВ з Ізольованою нейтраллю. Згідно ПУЕ їх відносять до мереж з малими струмами замикання на землю [1]. Одним з недоліків таких мереж є виникнення в них ферорезонансних процесів при яких спочатку виходить з ладу трансформатор напруги (ТН), а потім і інше електрообладнання підстанцій та мереж. ТН пошкоджуються внаслідок виникаючих в їх обмотках термічних перевантажень при ферорезонансних процесах (ФРП), які розпочинаються в основному при обрывах ліній, однофазних замиканнях на землю, при включеннях ТН на ненавантажені шини та ін.. Справа полягає в тому, що для контролю стану електричної ізоляції, електричних вимірювань, обліку електричної енергії, роботи улаштувань сигналізації, релейного захисту та автоматики в основному встановлені ТН типів НТМИ та ЗНОМ. У НТМИ три обмотки вищої напруги з'єднують за схемою зірки, нейтральна точка якої заземлюється. У ТН типу ЗНОМ заземлюється кожна фаза окремо, тому такі мережі ще називають мережами з умовно Ізольованою нейтраллю. По суті нейтраль мережі в дійсності заземлена через велику нелінійну індуктивність ТН, оскільки потужність ТН невелика, до 1кВА (для напруг 10 – 35 кВ). ТН названих типів після обриву «землі» в мережі, за певних співвідношень параметрів ТН та мережі можуть викликати незатухаючі ФРП небезпечні для самих ТН.

Для запобігання ФРП застосовують різні заходи. Основні з них:

- розробка та впровадження в експлуатацію улаштувань захисту від пошкоджень ФРП;
- розробка та впровадження не резонуючих ТН типів НАМИ та НАМИТ;
- реконструкція існуючих мереж з ізольованою нейтраллю в мережі з глухо заземленою.

Результати досліджень, виконаних та опублікованих вченими національного університету «Львівська політехніка», харківської національної академії міського господарства та фахівцями АК «Харківобленерго» дають підставу для наступних висновків та рекомендацій [1, 2].

Для «зриву» ФРП в ТН типів НТМИ — 10 чи ЗНОМ-35, які широко поширені в експлуатації, доцільно застосовувати антирезонансні улаштування, які виявляють резонуючий ТН і на короткий, до 1 с, час вводять в коло вторинних обмоток ТН, з'єднаних за схемою розімкненого «трикутника», низькоомний резистор з опором 5 – 25 Ом.

З урахуванням високої вартості впровадження ефективних способів та засобів захисту ТН, та наявності загальних закономірностей пошкоджень ТН з'явилася гіпотеза про необхідність враховування параметрів електромережі різних рівнів номінальної напруги при виборі відповідних заходів для підвищення надійності роботи ТН.

Заміна ТН типу НТМИ на не резонуючі типів НАМИ та НАМИТ зменшила кількість аварій, але не забезпечила повної гарантії виникнення ФРП при зміні параметрів електричної мережі. Окрім того було встановлено, що визначальними для появи ФРП в мережі є ТН типу НТМИ незалежно від кількості не резонуючих ТН. Не до кінця з'ясованим залишається питання виникнення ФРП при появі перекидних дуг в електромережах з ТН типів НТМИ та ЗНОМ. Узагальнюючи викладене можна рекомендувати в нових проектах електричних мереж з напругою 10 – 35 кВ використовувати тільки не резонуючі ТН, а при реконструкції існуючих електромереж замінювати ТН типів НТМИ та ЗНОМ сучасними нерезонуючими.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Правила устроювання електроустановок / Минэнерго СССР.* — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 648 с

2. *Журахівський А.В., Яцейко А.Я., Масляк Р.Я.* Режими роботи трансформаторів напруги в електромережах з ізольованою нейтраллю. \ \ ЕЛЕКТРОІНФОРМ. — 2009 — № 1. с. 8 – 11.

Науковий керівник: О.В. Данько

15. ОПЕРАТИВНА ОЦІНКА СТАЦІОНАРНОГО РЕЖИМУ ЕНЕРГООБ'ЄДНАННЯ В УМОВАХ ЕНЕРГОРИНКУ УКРАЇНИ

І.В. Сидорчук

Національний університет харчових технологій

Дослідження методів обробки інформації про режим електроенергетичної системи (даних телевимірювань та зареєстрованих даних) для оцінки стаціонарного режиму енергооб'єднання є досить актуальним питанням. Вирішення цього

питання дозволяє збільшити надійність управління системою, покращити якість інформації, яку отримує диспетчер, забезпечує достатньо надійне прогнозування умов роботи електроенергетичної системи.

Дослідження даного питання відбувається на основі досліджень вчених Інституту електродинаміки НАН України.

Важливість цієї теми на даний час полягає в тому, що на сучасному етапі розвитку електроенергетичної системи в зв'язку з політикою розвитку енергетичного ринку України потребує відповідного технічного та програмного забезпечення. Для забезпечення надійної та економічно ефективної роботи Об'єднаної енергосистеми України та інших енергооб'єднань необхідно вдосконалення автоматизованих систем диспетчерського управління (АСДУ) електроенергетичною системою. Однією з початкових та головних задач являється задача оцінювання стану енергосистеми, оскільки вона є базовою для вирішення більшості задач АСДУ, які використовуються для планування режимів та оперативного управління.

Зараз в Україні створено оптовий ринок. Оптовий ринок електроенергії України можна характеризувати як ринок одного покупця, що функціонує за правилами Англійського ПУЛУ. В перспективі буде створений ринок прямих товарних поставок електроенергії, що функціонує на основі двосторонніх договорів купівлі-продажу електроенергії між виробником електроенергії і споживачами. Тому задачі оцінки стаціонарного режиму енергооб'єднання за даними телеметрії набувають велику актуальність.

В роботі розглядається шлях виконання робіт по рішенням задачі оцінки стану. Наводиться огляд робіт вчених як ближнього, так і дальнього зарубіжжя, в частині наукові статті рідоначальників цього напрямлення професорів Ф. Швелпе [1], Р. Ларсона [2], Ф. Допазо, а також професорів А. Гамм, В. Прихно та П. Черненко.

Базовою програмою при рішенням більшості задач оперативного управління є оцінювання стану або оперативний розрахунок стаціонарного режиму енергооб'єднання за даними телеметрії. На цій основі створюють модель стаціонарного режиму електроенергетичної системи. Модель сталого режиму формується в результаті вирішення наступних підзадач: синтезу розрахункової схеми; перевірки спостережності режиму; відбраковування помилок у завданні топології; відбраковування грубих помилок у вимірах; розрахунку режиму у відповідності з прийнятим критерієм оцінювання.

В роботі розглядаються основні аспекти проблеми і описані методичні та алгоритмічні питання вирішення перерахованих підзадач.

Завдання синтезу розрахункової схеми вирішується на основі використання попереднього опису топології основної мережі та окремих енергооб'єктів (електричних станцій і підстанцій). Синтез розрахункової схеми починається з оброблення описів схем первинних комутацій і дозволяє отримати безліч вузлів і гілок.

При цьому використовують дані телеметрії за наступними параметрами: напруга, активна та реактивна потужність генерації, рідше, перетоки потужності у вузлах та напругу у вузлах.

Ефективність управління енергооб'єднанням, аналіз і планування його режимів істотно залежать від повноти, своєчасності та достовірності одержуваної інформації про параметри режиму і стан обладнання. У той же час для енергооб'єднання України, як, втім, і для інших країн колишнього СРСР, характерним є невисока оснащеність енергооб'єктів засобами телемеханіки та сучасними каналами зв'язку, що забезпечує додаткові труднощі при організації

системи диспетчерського управління. Це створює нестачу телеметричної інформації. В таких випадках використовують псевдовиміри.

Для вирішення завдання оцінювання стану використовується метод зважених найменших квадратів (МЗНК), що припускає мінімізацію функції

$$F(u) = [Z - Z(u)] T \cdot D \cdot [Z - Z(u)],$$

де Z і $Z(u)$ — вектора відповідно вимічених і розрахованих параметрів режиму; u — вектор змінних стану, який задається при проведенні розрахунків у вигляді дійсних і уявних і складових вузлових напружень (при проведенні розрахунків у прямокутних координатах); D — діагональна матриця вагових коефіцієнтів, яка відображає точність вимірювань.

В результаті вирішення задачі оцінювання стану розраховується потужність в електричній мережі.

Отже, задача оцінки стану за даними телеметрії (телевимірювань, телесигналів) являється однією з головних для нормального існування електроенергетичної системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Schweppe F.C., Wildes J.* Power system static-state estimation. — «IEEE Trans. Power Apparatus and Systems», 1970, PAS-89, №1.

2. *Larson R.E., Tinney W.F., Peschon J.* State estimation in power system. — «IEEE Trans. Power Apparatus and Systems», 1970, PAS-89, №3.

Науковий керівник: П.О. Черненко

16. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГЕС В УМОВАХ РИНКОВИХ ВІДНОСИН В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Ю.П. Підгорний

Національний університет харчових технологій

В структурі українського національного виробництва енергетика є однією з основних галузей економіки. Це обумовлено високою енергоємністю виробництв, що складають основу валового внутрішнього продукту і експорту країни: гірничої, металургійної, хімічної. Крім того, попит споживачів на електричну потужність в об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України має нерівномірний характер, що проявляється в добових, тижневих та сезонних коливаннях навантаження. Зазначене вимагає від ОЕС пошуку варіантів зменшення вартості виробництва електричної енергії, а також забезпечення високої маневреності її генеруючих агрегатів [1].

Виходячи із сучасної структури генеруючих потужностей енергетичної галузі вирішення зазначених питань можливе шляхом збільшення частки та підвищення ефективності функціонування гідроелектростанцій, які відіграють важливу роль під час регулювання частоти та покриття графіка електричного навантаження в енергосистемі, що пояснюється мобільністю роботи гідротурбін у змінних режимах і винятковій оперативності керування гідроагрегатами, обумовлених їхньою повною автоматизацією.

Значна частина гідроагрегатів була введена у 50-х роках ХХ ст., коли кількість ГЕС становила 956. 107 або 11 % з них не працюють, на інших застаріле

обладнання, а отже вони працюють не на повну потужність. Тобто значний потенціал гідроенергетики України не використовується.

Стратегії розвитку гідроенергетики на найближчі два десятиліття передбачає: проведення другої черги реконструкції Дніпровського каскаду із завершенням її до 2012 року; введення в експлуатацію незавершених об'єктів Дністровської та Ташликської ГАЕС, які мають високу ступінь будівельної готовності; будівництво нових ГЕС у басейнах рік Тиси і Верхнього Дністра в комплексі з протиповеневими заходами; відновлення роботи непрацюючих МГЕС.

Не менш важливим питанням при здійсненні реконструкції та модернізації обладнання є забезпечення реалізації заходів з енергозбереження та впровадження системи енергоменеджменту на цих об'єктах.

Аналізу підлягає процес розробки і впровадження системи енергоменеджменту згідно ISO 50001 (ISO 50001) на об'єктах гідроенергетики, а саме: аналіз поточного стану енергетичного менеджменту на об'єктах, підготовка кадрів; формування та затвердження енергетичної політики на об'єктах гідроенергетики; організація структури енергоменеджменту і інформаційної системи його функціонування; проведення енергоаудиту з оцінкою фактичної енергоефективності підприємств і розробкою рекомендацій щодо зниження енергетичних і фінансових витрат; розробка і реалізація комплексної програми з енергозбереження і раціонального використання ПЕР; організація фінансування інвестиційних енергозберігаючих проектів; здійснення постійного контролю за енергоспоживанням і ефективністю використання ПЕР, енергетичний моніторинг; створення системи стимулювання енергозбереження і раціонального використання ПЕР.

Крім того, ринок електричної енергії України очікує, що внаслідок уведення у дію Закону України «Про електроенергетику» (в частині стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії) №5485-VI будуть створені передумови для збільшення частки електроенергії, виробленої з відновлювальних джерел енергії, в енергобалансі України, результатом чого буде зростання конкуренції у сфері виробництва електричної енергії, що позитивно вплине на цінову й тарифну політику в електроенергетиці.

Збільшення коефіцієнту «зеленого тарифу» дасть змогу розвивати занедбані малі греблі та гідроелектростанції, які зараз не є економічно привабливими через малий прогнозований виробіток.

З іншого боку питання розвитку малої гідроенергетики потребує ретельного аналізу та оцінки з боку екологів, оскільки гідроенергетика на перший погляд один із найпривабливіших альтернативних джерел енергії. Але це тільки на перший погляд оскільки існує ряд проблем які не дозволяють розвиватися цьому виду енергетики в Україні.

В цій ситуації саме ефективне використання існуючих потужностей гідроелектростанцій, створення належних умов роботи обладнання власних потреб у тому числі з використанням можливостей енергозбереження дасть можливість забезпечення балансу екологічних інтересів держави і необхідності подальшого розвитку гідроенергетики в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Насибян С.Л.* Выбор оптимальных режимов работы ГЭС с переменным напором в энергетической системе. 20 стр. 2002 г.

Науковий керівник: А.І. Замулко

17. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ

О.А. Кропива

Національний університет харчових технологій

На сьогоднішній день значна частина генеруючого обладнання в об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України (більше 70 %) та електричних мереж (близько 50 %) зношені, відпрацювали свій розрахунковий технічний ресурс та використовується з низьким рівнем ефективності, що призводить до перевитрати палива, зменшення робочої потужності та погіршення екологічних показників на електростанціях, а також не дає можливості гарантувати споживачу забезпечення належного рівня електропостачання. Тому, питання оновлення технічної бази як генеруючих потужностей, так і електричних мереж, підвищення ефективності їх роботи є одними з актуальних питань енергетичної галузі, які найбільш гостро постають в умовах реформування відносин в галузі та її переходу до використання ринкових умов господарювання.

Проведення зазначеного оновлення технічної бази електричних мереж повинно реалізовуватися в рамках впровадження новітніх технологій і обладнання в нове будівництво, реконструкцію та технічне переоснащення [4], забезпечувати інноваційний розвиток (надійну, безпечну та ефективну роботу) як складовою інноваційного процесу в ОЕС. В свою чергу, інноваційний процес в електричних мережах — це комплекс послідовних дій, унаслідок яких технічні інновації матеріалізуються в конкретні обладнання, технології та матеріали.

Базові питання організаційного характеру щодо впровадження новітніх технологій і обладнання вирішуються нормативним документом «Порядок впровадження новітніх технологій і обладнання в нове будівництво, реконструкцію та технічне переоснащення електричних мереж. Настанова», затвердженого наказом Міненерговугілля України від 21 грудня 2012 року № 1079 [1].

Настанова спрямована на забезпечення відповідності і реалізації у галузевих інвестиційних програмах пріоритетних напрямів інноваційної діяльності, визначенню пріоритетних напрямів розвитку електричних мереж ОЕС, організації інформування та надання роз'яснень щодо здійснення державної політики у паливно-енергетичному комплексі в частині впровадження новітніх технологій, а також проведення конкурсних відборів інвестиційних проектів з розвитку електричних мереж.

Водночас, поряд з організаційними питаннями постають питання проведення оцінки ефективності реалізації інноваційного процесу, а також визначення переліку заходів, які необхідно передбачати в межах того або іншого інноваційного проекту. Зазначені оцінки можуть бути проведені з використанням маркетингових підходів до аналізу, а також використанням сучасних програмних засобів [2].

Важливим є створення методології проведення порівняльного аналізу технологічного та інноваційного рівня на базі методології бенчмаркетингу з використанням наступних етапів: вибір переліку компаній-аналогів для проведення порівняльного аналізу; визначення переліку показника ефективності (ПЕ) діяльності розглянутих компаній; визначення значень ПЕ технологічного та

інноваційного рівня компаній-аналогів; оцінювання рівня розвитку інноваційної діяльності на основі виділених ПЕ зарубіжних компаній; порівняльний аналіз інноваційного рівня по відношенню до компаній-аналогів на основі виділених ПЕ; визначення цільових значень ПЕ інноваційної діяльності [4].

Приймати рішення про впровадження новітніх технологій необхідно проводити з урахуванням ризиків: ризик помилкового вибору інноваційного проекту, ризик недостатнього фінансування інноваційного проекту, ризик невиконання угод, ризик недостатнього рівня кадрового забезпечення, ризик неможливості забезпечення права власності на інноваційний проект [3].

При цьому, впроваджуване новітнє обладнання не повинне погіршувати досягнуті показники надійності електричних мереж, має відповідати вимогам прогресивних технічних рішень, які унормовано вимогами технічної політики щодо побудови та експлуатації електричних мереж. Крім того, системність новітніх технологій і обладнання потрібно розглядати як їх властивість забезпечувати системний ефект (інтегральний ефект, що перевищує суму інтегральних ефектів від впровадження окремих зразків).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Порядок* впровадження новітніх технологій і обладнання в нове будівництво, реконструкцію та технічне переоснащення електричних мереж. Настанова, затверджений наказом Міністерства енергетики України від 21 грудня 2012 року №1079.

2. *Енергетичні стратегії* України на період до 2030 р в галузі електроенергетики.

3. *Баркан Я.Д.* Эксплуатация электрических систем: Учеб. пособие. — М.: Высшая школа, 1990. — 304 с.

4. *Шестеренко В.С.* Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств: Підручник для студ. вищих навч. закл. / Національний ун-т харчових технологій. — Вінниця: Нова Книга, 2004. — 656 с.

Науковий керівник: А.І. Замулко

18. ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ДОПОМІЖНИХ ПОСЛУГ ЯК СЕГМЕНТУ ОПТОВОГО РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ

О.Д. Гуртовий

Національний університет харчових технологій

На сьогоднішній день оптовий ринок електроенергії (ОРЕ) України функціонує за перехідною моделлю[1], основою якої є часткове розв'язання задачі економічної диспетчеризації [2]. Основні напрямки подальшого розвитку ОРЕ України — це: впровадження повноцінного ринку «на добу наперед», балансуєного ринку, ринку двосторонніх договорів та ринку допоміжних послуг (ДП). В магістерській роботі зосереджуватиметься увага виключно на питаннях впровадження ринку допоміжних послуг.

Дослідження стану технологічних можливостей енергетичного устаткування на електростанціях України виявило відсутність передумов для формування конкурентного ринку ДП внаслідок недостатності (а в окремих випадках —

відсутності) ресурсів для надання цих послуг. В той же час аналіз досвіду функціонування та розвитку ринків допоміжних послуг різних країн світу засвідчив існування різних підходів до організації цих ринків. Навіть в країнах Європи, де впроваджується єдина нормативно-правова база і здійснюється злиття національних ринків електроенергії у міжнаціональні об'єднання, ще й досі використовуються різні підходи до визначення складу ДП, процедури вибору їх постачальників та форм оплати за надані ДП. Тому особливої актуальності набуває задача узагальнення досвіду формування і розвитку ринків ДП різних країн світу з метою формування концепції впровадження ринку ДП в Україні з урахуванням технологічних можливостей енергетичного устаткування на електростанціях України.

1. Регулювання частоти та активної потужності:

– Загальне первинне регулювання частоти — на сьогоднішній день виконується энергоагрегатами електростанцій та оплачується у формі платежів за маневреність.

– Нормативне первинне регулювання частоти. Відповідно до визначення ENTSO-E, задачею первинного регулювання частоти та активної потужності є відновлення балансу між виробництвом та споживанням електроенергії.

– Автоматичне вторинне регулювання частоти та активної потужності за сигналами частотного регулятора НАК Укренерго — на сьогоднішній день виконують 4 із 5 енергоблоків другого каскаду Дніпровської ГЕС.

– Третинне регулювання. Відповідно до існуючої концепції розвитку ОРЕ України, задачу третинного регулювання частоти та активної потужності планується розв'язувати в межах балансуючого ринку електроенергії.

2. Регулювання напруги та реактивної потужності— на сьогоднішній день є обов'язковою неоплачуваною послугою.

3. Регулювання напруги та реактивної потужності без виробництва електроенергії (режим синхронного компенсатора — СК). Робота в режимі СК вважається економічно обгрунтованою виключно для энергоагрегатів ГЕС. Крім того, режим СК розглядається як базовий стан готовності энергоагрегатів ГЕС до надання послуги із вторинного регулювання частоти та активної потужності.

4. Запуск генератора без зовнішніх джерел живлення. Ця ДП безпосередньо пов'язується з планом відновлення роботи енергосистеми після системних аварій, що призвели до масового чи повного знеструмлення споживачів електроенергії. На ринках ДП різних країн ця ДП називається послугою Blackstart.

Основною проблемою впровадження ринку ДП в Україні є недостатність (а в окремих випадках — відсутність) ресурсів для повноцінного надання ДП. На сьогоднішній день послуги первинного і частково вторинного регулювання частоти для ОЕС України надають енергосистеми Росії. Крім того, внаслідок незацікавленості електростанцій надавати послугу регулювання напруги та реактивної потужності і відсутності нормативної бази з ліцензування виробничої діяльності в електроенергетиці України, яка визначала б технічні вимоги до энергоагрегатів електростанцій, відомі випадки штучного звуження діапазонів регулювання реактивної потужності на електростанціях та відмови оперативного персоналу електростанцій надавати послуги з регулювання реактивної потужності у визначених диспетчерськими центрами обсягах. Технічні ресурси для запуску генераторів електростанцій без зовнішніх джерел живлення в Україні практично відсутні, а план відновлення ОЕС України після системних аварій

передбачає відновлення живлення власних потреб та повернення в роботу електростанцій виключно за рахунок живлення від кількох енергосистем Росії.

Необхідно узагальнити досвід функціонування та розвитку ринків допоміжних послуг в різних країнах, і в першу чергу, в Європі, для вибору стратегії впровадження ринку допоміжних послуг як складової ОРЕ України.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Постанова* Кабінету Міністрів України № 1789 від 16 листопада 2002 р. «Про схвалення Концепції функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України»

2. *Постанова* НКРЕ № 921 від 12.09.2003 «Про затвердження Правил Оптового ринку електричної енергії України в редакції, затвердженій Радою ринку від 4 вересня 2003 р.»

Науковий керівник: Є.В. Парус

19. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ТЕРМОКОМПЕНСАЦІЇ СТІЛ ПРОВИСАННЯ ПРОВОДІВ ЛЕП

О.В. Терещенко

Національний університет харчових технологій

Термокомпенсація стріл провисання виконується за допомогою силових елементів, що кріпляться до проводу і діють на нього. Зараз застосовують вантажні, пружинні та гідропневматичні термокомпенсатори [1]. Створити термокомпенсуючий пристрій для ПЛ, що міг би задовольнити вимогам експлуатації, можливо лише за умов наявності елементів з негативним температурним подовженням. Ці сплави можуть бути використані як активні термокомпенсуючі пристрої для компенсації температурних стріл провисання проводів ПЛ. При цьому теплова енергія середовища (повітря) буде перетворюватися в механічну в робочому елементі, виконаному з матеріалу з пам'яттю форми (ЕПФ). Використовуючи унікальні властивості матеріалу з ЕПФ, можна мати нульове або від'ємне подовження проводу ПЛ при підвищенні температури. Характеристика деформацій термокомпенсатора із матеріалу з ЕПФ: при температурі початку та закінчення мартенситного перетворення відповідно 282 °К, 278 °К, і початку та закінченню зворотного мартенситного перетворення відповідно 285 °К, 306 °К.

При підвищенні температури повітря довжина проводу збільшується, тяжіння T уздовж проводу падає. Коли температура середовища досягає температури початку зворотного мартенситного перетворення термокомпенсатора, він починає змінювати свою довжину, підтягуючи провід. При подальшому збільшенні температури провід продовжує збільшувати свою довжину, а термокомпенсатор — скорочуватися. У точці термокомпенсатор повністю поновлює свою форму. При зниженні температури термокомпенсатор за рахунок наявності гістерезиса продовжує зберігати свою форму. Зниження температури до точки початку прямого мартенситного перетворення (точка викликає деформацію термокомпенсатора).

Для ділянки характеристики матеріалу з ЕПФ $t \leq A_s$ компенсатор суттєво не впливає, рівняння стану проводу не відрізняється від рівняння без термо-

компенсатора: $\sigma - \frac{v^2 El^2}{24\sigma^2} = \sigma - \frac{v^2 El^2}{24\sigma_0^2} - aE(t - t_0)$.

На ділянці характеристики $t \leq A_f$ спрацьовує термокомпенсатор і поновлює свою форму. При цьому збільшується тяжіння в проводі і зменшується стріла провисання. Рівняння стану проводу для даного діапазону:

$$\sigma - \frac{v^2 El^2}{24\sigma^2} = \sigma - \frac{v^2 El^2}{24\sigma_0^2} - aE(t - t_0) - \frac{l_k a_k E}{l}(t - A_s)$$

У діапазоні $t \leq A_f$ температура проводу знижується, проте габарити термокомпенсатора залишаються незмінні внаслідок гістерезису характеристики матеріалу з ЕПФ. Рівняння стану проводу на даній ділянці:

$$\sigma - \frac{v^2 El^2}{24\sigma^2} = \sigma - \frac{v^2 El^2}{24\sigma_0^2} - aE(t - t_0) + \frac{\Delta l_k E}{l}$$

У діапазоні $t \leq M_s$ термокомпенсатор втрачає свої пружні властивості та під дією тяжіння в проводі подовжується. Рівняння стану проводу набуває вигляду:

$$\sigma - \frac{v^2 El^2}{24\sigma^2} = \sigma - \frac{v^2 El^2}{24\sigma_0^2} - aE(t - t_0) - \frac{l_k a_k E}{l}(t - M_s)$$

Основна вимога для роботи термокомпенсатора з ЕПФ: довжина ділянки проводу, паралельно якому кріпиться термокомпенсатор, повинна дорівнювати довжині термокомпенсатора в ненавантаженому стані, збільшеній на величину максимально допустимої деформації компенсатора в площині паралельній проводу, а величина максимально можливої деформації термокомпенсатора повинна дорівнювати абсолютному подовженню проводу в заданому температурному діапазоні.

Оскільки максимальне допустиме подовження матеріалу з ЕПФ ξ , то довжина термокомпенсатора: $l_k = \frac{100\Delta l}{\xi}$.

Другою основною вимогою роботи термокомпенсатора є тотожність зусилля, що генерується термокомпенсатором P_k , і тяжіння вздовж проводу ПЛ:

$$P_k = F_k \sigma_k$$

Коефіцієнт корисної дії термокомпенсатора.

Вводячи поняття теплоти перетворення (Дж/Н), одержимо вираз для ККД:

$$\eta = \frac{\Delta Q \cdot \ln\left(1 + \frac{\Delta T_\phi}{T}\right)}{Cm \cdot \frac{\Delta T_\phi}{T} \cdot (T - T_\phi)} \cdot T - T_c$$

Механічна напруга, що генерується в термокомпенсаторі:

$$\frac{\rho \Delta Q}{\varepsilon_t} \ln \frac{A_f}{A_s}$$

ЛІТЕРАТУРА

1. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств: Підручник для студ. вищих навч. закл. / Національний ун-т харчових технологій. — Вінниця: Нова Книга, 2004. — 656 с.

Науковий керівник: В.Є. Шестеренко

15.3. ПІДСЕКЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Голова підсекції — проф. О.Г. МАЗУРЕНКО
Секретар підсекції — ст. викл. Д.П. КОЛОМІЄЦЬ

Ауд. Ж-718 к

1. УСТАНОВКА СИСТЕМНОГО ТЕРМІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕПЛОТИ ВИПАРОВУВАННЯ ВЕЛИКОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

Н.С. Дубовікова

Інститут технічної теплофізики НАНУ

Т.О. Роман

Національний університет харчових технологій

Конвективна сушка зернових і зернобобових продуктів вважається одним з найефективніших прийомів підготовки до тривалого зберігання. Вона покращує хлібопекарські, борошномельні та інші товарні якості зерна, значно скорочує витрати з перевезень, підвищує продуктивність переробних підприємств та зменшує знос обладнання, а, отже, і вартість переробки.

На сьогоднішній час сушка зернових і зернобобових культур широко застосовується в промисловості при виробництві харчової, кормової і технічної сировини. Сушка забезпечує тривале зберігання продукту без істотної втрати його якості.

У результаті дії таких факторів, як погодні умови та особливості ґрунтів, вологість та хімічний склад зібраного зерна може варіюватися. Виходячи з цього, при виборі технології сушіння, потрібно враховувати особливості конкретної партії зерна, що дозволить підібрати для даного продукту оптимальний режим обробки.

Для цієї мети може бути успішно застосований калориметричний метод, який дозволяє детально вивчити теплофізичні властивості зернових, що, в свою чергу, дозволяє аналітичним шляхом визначити оптимальне співвідношення енергетичних витрат на обробку сировини і необхідних характеристик готового продукту. В якості основних теплофізичних факторів, що характеризують інтенсивність теплопровідності в процесі сушіння, застосовують значення відомих критеріїв Коссовіча і Ребіндера [1]. При кожному режимі сушіння матеріалу його вологість може бути легко визначена, якщо відомі такі фізичні властивості, як питома теплота випаровування і питома теплоємність.

В даний час подібні вимірювання можуть бути проведені за допомогою існуючої установки ДМКІ-1, розробленої в Інституті технічної теплофізики НАН України в 2006 р. [2]. Для визначення питомої теплоти випаровування в процесі сушіння в ДМКІ-1 застосовується метод синхронного термічного аналізу [3], заснований на безперервному одночасному вимірюванні зменшення маси і кількості теплоти, які витрачаються на випаровування вологи з матеріалу в процесі сушіння, при цьому температура зразка за допомогою ізотермічного джерела теплоти підтримується рівною температурі навколишнього середовища. Калориметрична платформа, що застосовується в установці, не дозволяє проводити дослідження великодисперсних або сипучих об'єктів, так як внаслідок високого термічного опору даного матеріалу

коректне визначення питомої теплоти випаровування в плоскому відкритому контейнері неможливе. Для вирішення цієї проблеми у відділі теплотрії ІТТФ НАН України було спроектовано і створено спеціалізовану калориметричну платформу, яка встановлюється в якості змінного вимірювального блоку в уже існуючу установку ДМКІ-1.

Таку платформу може бути змонтовано на вже існуючу установку, завдяки чому стало можливо значно розширити сферу застосування ДМКІ-1, не витрачаючи на це істотних ресурсів. Витягнута циліндрична форма комірок платформи дозволяє вимірювати густину теплового потоку, який проходить не тільки через дно комірки, а й по периметру стінки, що забезпечує можливість отримання повної інформації про теплообмін зразка незалежно від ступеня його дисперсності.

Платформа для вимірювання питомої теплоти випаровування та теплоємності великодисперсних і сипучих матеріалів включає в себе температуровирівнюючий корпус з намотаним на нього електронагрівником. У корпусі передбачено два отвори, в яких вмонтовані робоча й контрольна комірки, виконані у формі склянки. По периметру осередків розташовані датчики ПТП циліндричної форми. До торця корпусу приєднаний фланець, що дозволяє підвести дроти електронагрівача та виводи датчиків до роз'єму. Для полегшення конструкції в корпусі передбачено два глухих отвори.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Дульнев Г.Н.* Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре: Учебник для вузов по специальности: «Конструирование и производство радиоаппаратуры». — М.: Высшая школа. — 1984. — 247 с.

2. *Патент України № 84075 МПК G01N 25/26, G01N25/28/.* Калориметричний пристрій для визначення питомої теплоти випаровування вологи і органічних рідин з матеріалів /Снежкін Ю.Ф., Декуша Л.В., Дубовікова Н.С., Грищенко Т.Г., Воробйов Л.Й., Боряк Л.А. — Заявка № а2006 13266 від 15.12.2006.

3. *Уэндландт У.* Термические методы анализа. — М.: Изд-во «Мир». — 1978. — 526 с.

Наукові керівники: О.Г. Мазуренко, Л.В. Декуша

2. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ГРИБІВ

Т.О. Роман

Національний університет харчових технологій

Гриби — дуже поживний і цінний продукт, що містить білок, залізо, фосфор, калій, цинк, марганець, йод, вітаміни РР, С, D. Найлегший і зручний спосіб зберегти все краще, що є в грибах — від аромату до корисних речовин — їх сушіння. Проте, сушіння грибів — досить складний теплофізичний процес, адже дослідний об'єкт є капілярно-пористим матеріалом і волога в ньому міцно зв'язана. Тому для її випаровування необхідно підведення теплоти від агента сушіння спочатку до поверхні гриба, а далі до його центру. При цьому переміщення вологи відбувається у зворотному напрямку: при початковому підведенні теплоти волога випаровується в першу чергу з поверхні гриба, а вже потім з середини.

При вчасному та правильному проведенні процесу сушіння грибів підвищується їх стійкість до зберігання і покращуються продовольчі якості, поліпшуються технологічні властивості. Волога в грибах має велике значення для їх

зберігання і технологічної вартості. Підвищена вологість гриба не тільки призводить до його псування, але й за рахунок підвищеної інтенсивності дихання втрачається маса гриба, отже одержуємо матеріальні витрати. Волога є важливим фактором зберігання грибів. Від початкової вологості залежить вихід готової продукції, її якість, витрати питомої енергії при переробці.

Для аналізу процесу сушіння зручно користуватися сумішним графіком (рис. 1) кривих сушіння 1, швидкості сушіння 2 та температурної кривої 3 [1, 2]. Тут середня вологість і температура матеріалу та швидкість сушіння зображено як функції часу.

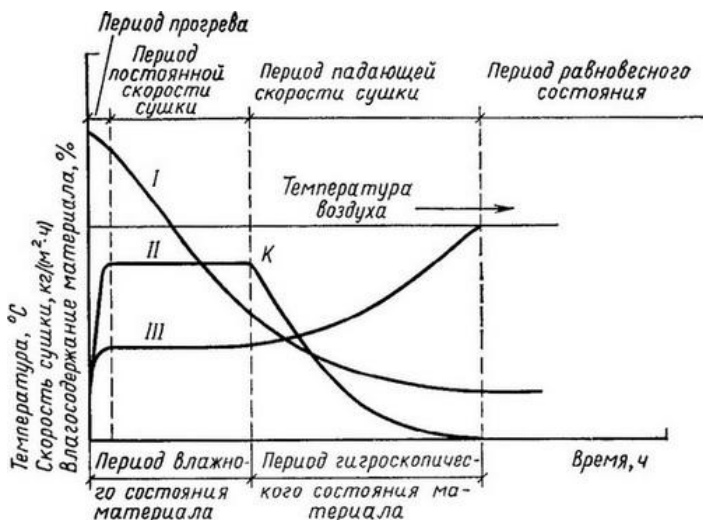


Рис. 1. Типові криві сушіння (1), швидкості сушіння (2) і температурна крива (3)

У стадії прогрівання матеріалу теплота, що підводиться до нього агентом сушіння, витрачається, в основному, на нагрівання продукту. Його температура різко підвищується і зростає також швидкість сушіння.

На початку I періоду температура матеріалу t_r досягає температури t_m мокрого термометра, а швидкість сушіння — свого максимального значення. Період характеризується сталою швидкістю сушіння, при цьому вологість матеріалу змінюється за прямою лінією, а його температура залишається постійною і дорівнює t_m .

Така закономірність зміни температури характерна для матеріалів капілярно-пористої структури, а весь процес видалення вологи подібний до процесу її випаровування з вільної поверхні води. Для більшості колоїдних капілярно-пористих тіл, до яких належать і гриби, температура навіть у I періоді безперервно збільшується.

Інтенсивність випаровування вологи у період сталої швидкості сушіння пропорційна різниці парціальних тисків водяної пари на поверхні гриба й у навколишньому середовищі. Швидкість сушіння при цьому залежить від параметрів агента сушіння (температури, вологості та його швидкості) й визначається умовами зовнішньої дифузії вологи в навколишнє середовище. Але вже в цьому періоді для деяких матеріалів, зокрема грибів, складаються умови, які порушують закономірності зовнішньої дифузії вологи, а спричиняються вони недостатнім підведенням вологи із внутрішніх частин матеріалу до поверхні та поглибленням зони випаровування, отже безперервно підвищується температура матеріалу.

З експериментальних результатів випливає, що теплота випаровування майже не змінюється зі зменшенням вологості і вища за теплоту випаровування води приблизно на 9 %. Отримані результати свідчать про те, що вільна та зв'язана волога випаровується одночасно, а не почергово, як вважалося, а теплота випаровування майже не залежить від тривалості процесу сушіння. Середнє значення теплоти випаровування становить $r \sim 2500$ кДж/кг.

В даній роботі було розглянуто процес сушіння грибів, які є лабільним продуктом, що значно ускладнює їх переробку та зберігання. Взагалі, процес сушіння грибів малодосліджений, а тому необхідно визначити теплофізичні та фізико-хімічні показники даного лабільного продукту і цим самим вдосконалити процес його сушіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Казанский М.Ф.* Анализ форм связи и состояния влаги, поглощенной дисперсным телом, с помощью кинетических кривых сушки, 1960. — Т.130, № 5.
2. *У. Уэндландт.* Термические методы анализа. — М.: Изд-во «Мир». — 1978. — 526 с.

Науковий керівник: О.Г. Мазуренко

3. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ГРИБІВ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СПОЖИВЧОГО ПРОДУКТУ

Т.О. Роман, А.С. Дубівко, В.В. Захаров, О.С. Бибич
Національний університет харчових технологій

Гриби (лат. Fungi або Mycota) — царство живої природи, що об'єднує еукаріотичні організми, що поєднують в собі деякі ознаки, як рослин, так і тварин.

У грибів є клітинна стінка яка на 80-90 % складається з азотистих і безазотистих полісахаридів, у більшості основним полісахаридом є хітин. Також до складу клітинної стінки входять білки, ліпіди та поліфосфати. В середині знаходиться протопласт, оточений цитоплазматичною мембраною. Протопласт має будову типу еукаріотів. Є запасні вакуолі, що містять волютин, ліпіди, глікоген, жирні кислоти (в основному ненасичені) та інші речовини.

Основа тіла грибів — міцелій (грибниця) — система тонких розгалужених ниток — гіф. Гіфи ростуть апікально та рясно гілкуються. При утворенні органів спороношення, а іноді і вегетативних структур вони щільно переплітаються, утворюючи помилкову тканину плектенхіму. Особливі видозміни міцелію називаються склероціями, з них розвивається новий міцелій, або органи плодоношення. Грибниця зазвичай має велику загальну поверхню, так як через неї осмотичним шляхом всмоктується їжа.

Саме тому гриби мають властивість накопичувати канцерогени та важкі метали. Канцерогени найчастіше накопичуються в тих грибах, які мають під шляпкою пористу тканину, що з виду нагадує губку. Це найцінніші і смачні білі гриби, масляки, підберезники, підосиновики. Гриби містять ферменти всіх класів. Деякі з них, зокрема гідролази, є факторами патогенності.

Природні канцерогени являють собою метаболіти живих організмів, або виникають абіогенно. Біогенні канцерогени — метаболіти мікроорганізмів, нижчих і вищих рослин.

Окремі види грибів утворюють сильні токсини (афлатоксини, фаллотоксини, мускарин та ін.). У молодих грибів у м'якоті присутній концентрований вугле-

вод — полісахарид, або так званий грибний цукор. В старих грибах він вже не зустрічається, оскільки розкладається на прості цукри: глюкозу і маніт. Це пов'язано з активізацією роботи внутрішніх ферментів, які ділять складні речовини на складові частини. Зі старінням гриба, або при його висушуванні відбувається повне окислення грибного цукру.

Серед хімічних канцерогенів найбільш відомі нітрати. Наявність нітратів можна визначити шляхом простої хімічної реакції. Гриби слід замочити у теплій воді, потім додати суміш $H_2SO_4 + FeSO_4$. В результаті отримуємо розчин від фіолетового до коричневого кольору (реакція бурого кільця).

Якщо піддати плодове тіло, або грибницю будь-якого гриба повному згоранню, то отримаємо твердий залишок — золу і деяку кількість газоподібних речовин: вуглецю, кисню і азоту. Газоподібні речовини являють собою продукти окислення органічних сполук. У грибних тканинах, таким чином, є неорганічні мінеральні склади і органічні, які складаються з чотирьох названих елементів у різних комбінаціях. У старих перезрілих їстівних грибах відбувається накопичення продуктів розпаду білків і особливо небезпечної речовини — холіну.

Холін має лужну реакцію і легко з'єднується з кислотами, утворюючи солі. Це надзвичайно токсична речовина. Він утворюється у всіх грибів у більшій, або меншій кількості. Кількість його завжди зростає зі старінням плодового тіла гриба. Холін завжди є супутником гнилої тканини, тому загниваючі і зіпсовані гриби досить небезпечні для використання в якості харчових продуктів.

Типовим грибним алкалоїдом є мускарин. Мускарин є не що інше, як продукт окислення холіну, який сам собою представляє отруйну речовину. Відмітимо, що мускарин є у багатьох шапкових грибів, але у мізерних дозах, отже не представляє небезпеки отруєння.

Висновок. Метою даних досліджень було встановлення залежності між структурою грибних тканин та вмістом в них різних отруйних хімічних сполук. Отже ми встановили, що вміст шкідливих органічних сполук у тілі молодого шампінйона набагато менший, ніж у перезрілого, вирощеного у тих самих умовах. Тому необхідно слідкувати за терміном росту, зберігання та часом доставки свіжих грибів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Велика Радянська енциклопедія, 3-й випуск, 1978 р., том 30.
2. *Попова Н.О.*, *Медведкова І.І.*, «Зміна вмісту холестерину та креатину в свіжих шампінйонах на різних стадіях зрілості.», Донецьк 2011.

Науковий керівник: О.Г. Мазуренко

4. ПЕРСПЕКТИВИ ПОЯВИ НОВОГО КЛАСУ ТРИКОНТАКТНИХ КОНДУКТИВНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

К.В. Рудик

Київський кооперативний інститут бізнесу і права

М.М. Галушко, Т.О. Хоменко

Національний університет харчових технологій

Електроємнісні системи електродів з «перехресними» ємностями зараз є найбільш точними, стабільними та перешкодозахищеними з усіх електричних вимірювальних

перетворювачів [1]. На їх основі побудовані найточніші, серед усіх електричних, державні еталони ємності передових країн світу й ці еталони є первинними для відтворення одиниць вимірювання решти з пасивних електричних величин. Ємність подібних вимірювальних перетворювачів вперше залежить не від трьох просторових координат, а тільки від однієї з них, і не залежить від форми електродів. На вихідний сигнал такого вимірювального перетворювача не впливають помірні перекози електродів, а також тонкі плівки окислів та бруду на них, що ставить їх поза конкуренцією при побудові електричних первинних вимірювальних перетворювачів (датчиків) для систем технологічного контролю самих важких, за умовами роботи, промислових виробництв [2–4].

Якщо зважити на властивість дуальності в ряді аспектів електромагнітних явищ, то очевидно є підстави очікувати на певну можливість існування подібних властивостей і в суміжній області — кондуктометрії. Звичайно це може бути реальним за умови створення відповідних конструктивних систем. Але побудова кондуктивних систем, аналогічних ємнісним, не є очевидною, зважаючи на характер розподілу електричного поля між електродами ємнісного перетворювача та струмами провідності в провіднику. Хоча створення робочого простору для «перехресних» провідностей видається принципово можливим. Робочий простір перетворювача буде обмежений тільки його геометричними розмірами — без впливу необмежених крайових електричних полів між електродами як в конструктивно ідентичному ємнісному вимірювальному перетворювачі з двома «перехресними» ємностями. А це буде суттєвою перевагою кондуктометричних вимірювальних перетворювачів над ємнісними при збереженні, як можна очікувати, інших суттєвих переваг систем з «перехресними» ємностями. І тут, на відміну від ємнісних, однаково успішними у використанні будуть як системи з трьома, так і системи з двома «перехресними» провідностями саме за рахунок практичної відсутності впливу цих крайових полів.

Ефект нечутливості до появи паразитних плівок на поверхнях електродів тут, очевидно, якщо і буде мати місце, то актуальним виявлятиметься не часто. Зате виникне необхідність дослідження впливу плівок бруду на відкритих торцях об'єктів контролю в системах з двома «перехресними» провідностями. Тобто ефект дуальності, як видно і в цьому випадку, буде проявлятися не в усьому. Але основні переваги «перехресних» систем тут, можна сподіватись, повинні зберегтись і також проявитись.

Треба підкреслити, що при реалізації на практиці подібних конструкцій систем з двома та, тоді цілком однозначно, і з трьома «перехресними» провідностями слід чекати появи класу принципово нових кондуктивних систем з унікальними метрологічними та функціональними можливостями в плані точності, чутливості, стабільності та перешкодозахищеності при інтегральному та диференціальному контролі параметрів об'єктів.

Отже можна зробити висновок, що поява нового класу триконтактних кондуктивних систем з двома та трьома «перехресними» провідностями, як слід очікувати, дозволить отримати кондуктивні перетворювачі, опір яких буде залежати не від трьох просторових координат, а тільки від однієї з них, а також не буде залежати від форми електродів та помірних їх перекозів, тонких плівок окислів та бруду на них у випадку порожнинних датчиків. Це поставить їх поза конкуренцією серед кондуктивних первинних вимірювальних перетворювачів (датчиків) та відповідних вбудованих у вторинний вимірювальний перетворювач (вимірювальний міст) зразкових мір для вимірювальних інформаційних систем технологічного контролю промислових виробництв.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тарасенко С.Д., Мазуренко О.Г. Високостабільні триконтактні зразкові міри з мікроємностями// Придніпровський науковий вісник. Технічні науки (№ 43 (110)). — Дніпропетровськ: Наука і освіта, 1998. — С. 61 – 63.

2. Тарасенко С.Д., Мазуренко О.Г. Електроємнісний контроль властивостей речовин у трубопроводі// Розробка і впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість: Тези доп. II ВНТК, 17 – 20 жовтня 1995. — К.: УДУХТ, 1995. — С. 428.

3. Тарасенко С.Д., Мазуренко О.Г. Завадозахищений ємнісний датчик контролю складу речовин// Розробка і впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість: Тези доп. II ВНТК, 17 – 20 жовтня 1995. — К.: УДУХТ, 1995 – С. 430.

4. А.с. №815783 СССР, МКИ H01G 4/00. Расчетный образцовый конденсатор / Грохольський А.Л., Тарасенко С.Д. — Опубл. 23.03.81, Бюл. №11. — 3 с.

Наукові керівники: С.Д. Тарасенко, В.П. Шуліка

5. ЄМНІСНИЙ ТЕНЗОДАТЧИК

К.В. Рудик

Київський кооперативний інститут бізнесу і права

М.Ю. Лобжинська, С.М. Холодзько

Національний університет харчових технологій

Відомі тензодатчики для вимірювання ваги, сили, тиску, напружень та прогнозування руйнування механічних об'єктів [1] звичайно складаються з планарного проволоченого, або напівпровідникового електроду на клеєвій основі, який закріплюють на діелектричному носії на поверхні тестованого об'єкту.

Але вони не забезпечують достатньої точності та достовірності вимірювань деформацій об'єкту з-за нелінійної повзучості та гістерезисної й температурної залежності опору тензорезистора, а також з-за суттєвого впливу на вихідний сигнал датчика зміни геометричних розмірів контрольованого об'єкту в ортогональному, до контрольованого, напрямку. Тому такий пристрій не може забезпечити пропорційність вимірюваної деформації зміні його опору. При цьому також під час серійного виготовлення питомий опір і опір кожного окремого тензорезистора помітно варіюються та зовсім не можуть бути передбачені й точно виготовлені та потребують перед вимірюваннями калібрування.

Для підвищення точності та достовірності вимірювань деформацій

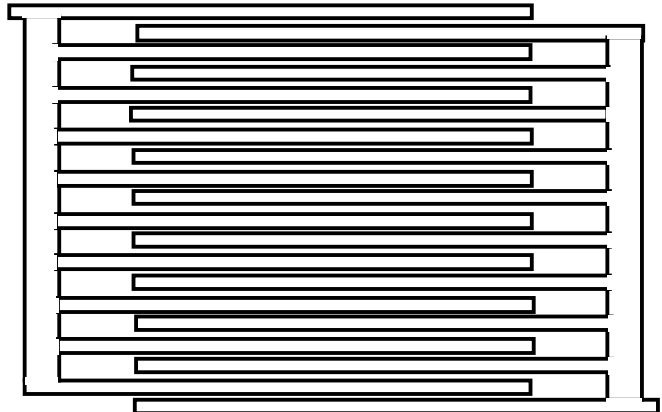


Рис. 1. Схема ємнісного тензодатчика

об'єкту на основі виключення впливу цих недоліків було запропоновано ємнісний тензодатчик, який складається [2] з двох гребінкоподібних вимірювальних електродів посеред провідної площини (заземленого електроду у триконтактній схемі вимірювання ємності конденсаторів), нанесених на ізоляційну поверхню контрольованого об'єкту (рис.1). Вимірювані зміни ємності між двома електродами тензодатчика внаслідок змін їх довжини при змінах вимірюваного лінійного розміру поверхні контрольованого об'єкту зовсім не залежать від опору електродів (і, відповідно, всіх його негативних впливів — нелінійної повзучості та гістерезисної й температурної залежності опору такого тензодатчика, впливу на опір провідного матеріалу електроду зміни геометричних розмірів контрольованого об'єкту в ортогональному, до контрольованого, напрямку). Ємність нового тензодатчика не залежить від змін ширини електродів (а тільки від їх взаємного відношення, яке при цьому не змінюється), його не треба калібрувати та підстроювати перед вимірюваннями, так його ємність чітко розраховується лише за ϵ_r і геометрією електродів — без врахування складу і стану провідного матеріалу провідників (вплив змін тиску повітря на ϵ_r складає лише 5×10^{-9} на Паскаль, а для виключення впливу інших параметрів у більш агресивних умовах можна використати інший аналогічний перетворювач не в режимі датчика у суміжному плечі вимірювального мосту).

При жорсткому з'єднанні електродів з поверхнею контрольованого об'єкту зміна її розмірів викликає однозначну зміну розмірів електродів, а отже і ємності між ними.

Ємність між двома плоскими смугоподібними електродами, оточеними третім заземленим електродом, за умови, що один із них набагато довший за інший (на практиці це означає довший за $(s+b_1+b_2) \times 5$), визначається довжиною l і складає (1):

$$C_{AB} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r l}{\pi} \ln \left[\frac{(s+b_1)(s+b_2)}{s(s+b_1+b_2)} \right] \quad (1)$$

Можна показати, що для двох гребінкоподібних вимірювальних електродів, з кількістю N смугоподібних електродів («зубців») в кожному, посеред провідної заземленої площини (третього електроду), у триконтактній схемі вимірювання ємності, за умови практичного виконання вищезгаданої умови, і коли прийняти

$$r = b/s \quad (2)$$

де b — це рівні між собою b_1 і b_2 , а також із врахуванням впливу на загальну ємність також і часткових ємностей між усіма парами смугоподібних електродів протилежної полярності обох електродів, загальна ємність конденсатора складає

$$C_{TOT} = \sum_{i=1}^n (2N - 2i + 1) \frac{\epsilon_0 \epsilon_r l}{\pi} \ln \left(\frac{(2i-1)^2 (r+1)^2}{[(2i-1)(r+1)]^2 - r^2} \right) \quad (3)$$

Як видно з останнього виразу, такий тензодатчик вперше виявляється чутливим до вимірюваних мікрозмін розмірів l об'єкту тільки вздовж його смугоподібних елементів електродів і не залежить від змін розмірів об'єкту в ортогональній площині, бо зміна ширини електродів при цьому, як видно із (3), не впливає на вихідну ємність датчика, а залежить тільки від їх взаємного відношення r , яке тут реально залишається незмінним. Крім того, такий тензодатчик, на відміну від існуючих, зовсім не споживає енергії при вимірюваннях.

ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 30129-96. Міждержавний стандарт. Датчики ваговимірвальні тензорезистивні. Загальні технічні умови. 1996, 5 с.

2. Тарасенко І.В., Тарасенко С.Д. Ємнісний тензодатчик. Позитивний висновок про видачу патенту на корисну модель

Наукові керівники: С.Д. Тарасенко, В.П. Шуліка

6. ГЕНЕРУВАННЯ НАПРУГИ НА ВЕРТИКАЛЬНО РОЗТАШОВАНИХ ФОТОЕЛЕКТРОПЕРЕТВОРЮВАЧАХ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

І.С. Поплавська, О.Д. Коломієць, Т.О. Лухтан
Національний університет харчових технологій

За постійного подорожчання традиційних енергоносіїв системи комбінованого генерування електрики та тепла за рахунок сонячного випромінювання з кожним днем набувають більш широкого застосування. Основним недоліком таких систем енергопостачання є сезонна й добова нерівномірність надходження енергії сонячного випромінювання на активні поверхні сонячних колекторів і фотобатарей. Зважимо, що за обсягами споживання та робочими потенціалами більшість приймачів електроенергії чи тепла не відзначаються регулярністю. Тому узгодження роботи «джерело-споживач» таких систем є актуальною задачею, яка в певній мірі вирішується за рахунок використання, наприклад, апаратів прямого електричного нагрівання [1]. З метою вибору параметрів режимів функціонування систем сонячного комбінованого енергопостачання у якості джерела було використано сонячні батареї типу СБ 1, схема вертикального розміщення яких на висоті приблизно 20 м від поверхні землі у вікнах будівлі (НУХТ, корпус Ж), показана на рис. 1. Безпосередньо батарея складається із 224 фотоелектроперетворювачів, площею 0,00180 м² кожен, та має номінальну напругу 18 В і струм короткого замикання 2 А. Генеровану ЕРС батарей в режимі холостого ходу вимірювали вольтметром типу Щ 4300. Одночасно на території ІТТФ АНУ (вул. Желябова, 8) за допомогою приймача теплового випромінювання РАП-12. Д, сигнал якого переводили в значення сумарної густини теплового потоку випромінювача, вимірювали величину потоку сонячної радіації (рис. 2).

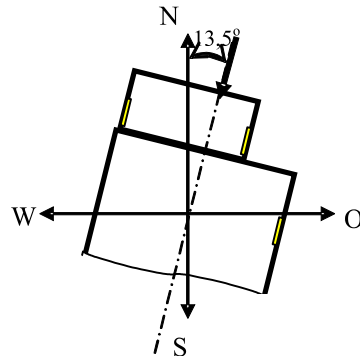


Рис.1. Орієнтація будівлі та схема розміщення сонячних батарей

На рис. 3 наведені результати вимірювань ЕРС батарей для погодних умов 11 (рис. 3, а) та 12 (рис.3, б) липня 2012 р., з яких видно, що величина ЕРС батарей істотно залежить від типу хмар та ступеню захмареності неба. При сильній захмареності ЕРС обох батарей майже однакова, тобто орієнтація батарей практично не впливає на генерацію ЕРС. За-за ясної погоди різниця у генерованих ЕРС різноорієнтованих батарей може сягати 30 %.

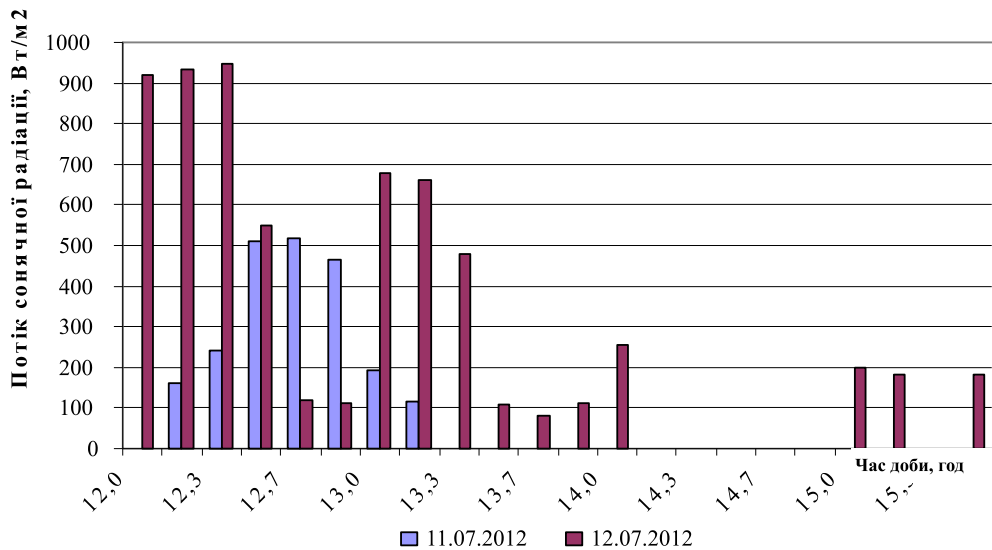


Рис. 2. Густина теплового потоку сонячного випромінювання

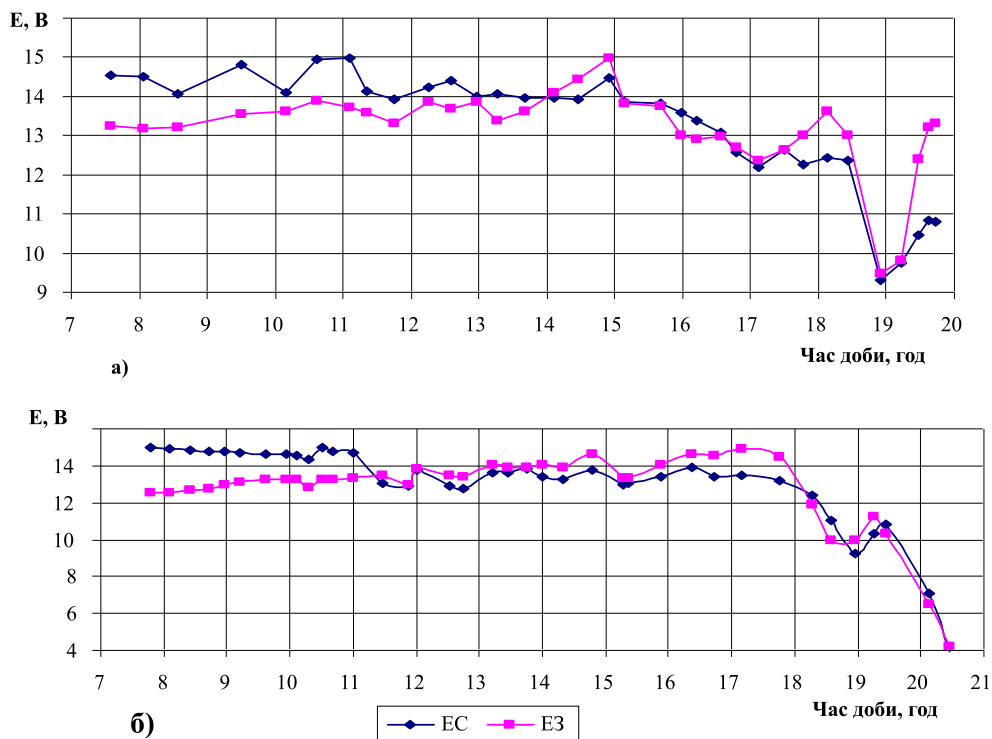


Рис. 3. Напряга холостого ходу батарей СБ 1, орієнтованих на схід (О) та захід (W) для погодних умов 11 (а) та 12 (б) 07.2012

ЛІТЕРАТУРА

1. Коломиец А.Д., Кучинский В.П. и др. Комбинированное управление температурными режимами активными и пассивными систем солнечного энергосбережения. Відновлювана енергетика XXI століття. Матеріали VII міжнародної конференції. — Крим. 2006. — С. 119 – 120.

Наукові керівники: Д.П. Коломієць, П.М. Кандибка

7. ФОТОЕЛЕКТРОПЕРЕТВОРЮВАЧ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ — ДЖЕРЕЛО ТЕПЛОТИ

О.Д. Коломієць, Д.Е. Аманова

Національний університет харчових технологій

Наведений у таблиці витяг офіційних даних погодних умов під час досліджень [2], свідчить про значну змінну хмарність, яка істотно впливала на потік сонячної радіації.

Зміна хмарності 11.07.2012 за даними сайту [2]

час	N	Nh	H	Cm	Ch	VV
18	90 < 100 %	70 – 80 %.	600-1000	Высококучевые просвечивающие, расположенные на одном уровне.	Перистых, перисто-кучевых или перисто-слоистых нет.	20.0
15	70 – 80 %.	50 %.	600-1000	Высокслоистые просвечивающие.	Перистых, перисто-кучевых или перисто-слоистых нет.	20.0
12	70 – 80 %.	50 %.	1000-1500	Высококучевые просвечивающие, расположенные на одном уровне.	Перистые нитевидные, иногда когтевидные, не распространяющиеся по небу.	20.0
9	90 < 100 %	40 %.	600-1000	Высококучевые, просвечивающие или плотные в двух или более слоях или высококучевые плотные в одном слое, не распространяющиеся по небу, либо высококучевые с высокслоистыми или слоисто-дождевыми.	Перисто-кучевые одни или перисто-кучевые, сопровождаемые перистыми или перисто-слоистыми, либо те и другие, но перисто-кучевые преобладают среди них.	20.0

На рис. 1 наведені результати одночасних вимірювань ЕРС та температури внутрішніх поверхонь батарей для погодних умов 13.07. 2012 р., які свідчать, що

навіть з-за неоптимальних умов орієнтації батарей та погодних умов, температура цих поверхонь може бути достатньо високою.

Оскільки з ростом температури напруга холостого ходу фотоелектроперетворювача зменшується, то налаштування охолодження батареї за рахунок природної чи вимушеної циркуляції холодоносія дасть можливість не тільки підвищити ККД батареї [1], а й отримати додатково певну кількість теплоти, яку доцільно використати, наприклад, для підігріву живильної води електродного апарата системи сонячного енергозбереження.

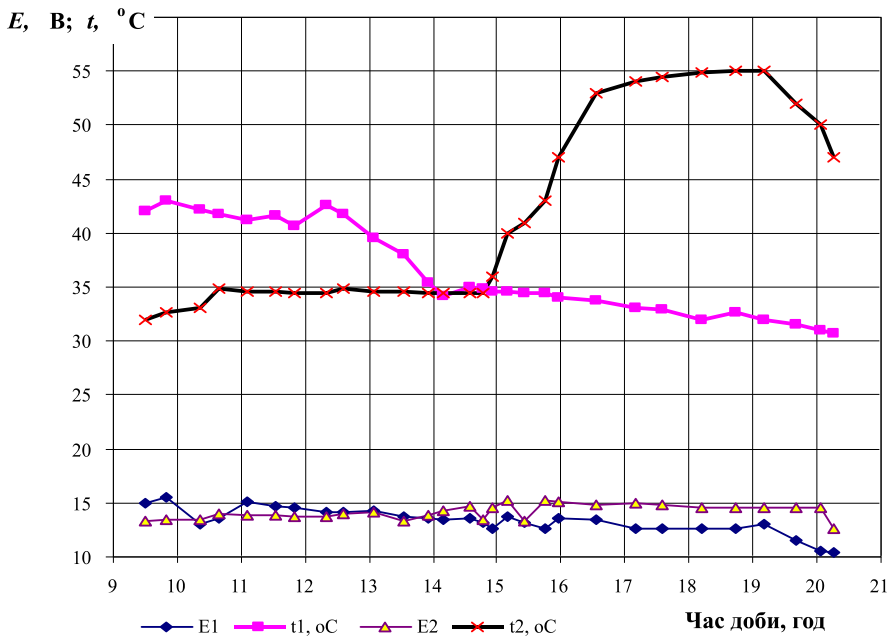


Рис. 1. Зміна ЕРС та температур внутрішніх поверхонь батарей східної (1) та західної (2) орієнтації (для погодних умов 13.07.2012)

ЛІТЕРАТУРА

1. Гусейнов Я.Ю., Шакурова В.Д. Преобразование концентрированного солнечного излучения в многослойных фотоэлементах. — Проблемы энергетики. №1 – 2, 2006.
2. Сайт gp5.ua. Расписание погоды.

Наукові керівники: Д.П. Коломієць, П.М. Кандибка

8. ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ДОСКОНАЛОСТІ ТЕПЛОВІДВІДНОЇ ПАНЕЛІ ФОТОТЕРМІЧНОГО МОДУЛЯ

Л.Л. Харченко, О.О. Момот, І.С. Карнюк

Одним з основних показників техніко-економічної ефективності сонячних енергетичних установок є собівартість теплової і електричної енергії, одержу-

ваної як окремо (сонячний колектор СК або фотобатарея ФБ), так і сумісно (фототермічний модуль ФТМ).

Для досягнення мінімальних вартісних показників одержуваної енергії раціональним і економічно виправданим є проектування та виготовлення СК і ФТМ не з технологічно й теоретично можливим, а з меншим ККД, якщо при цьому собівартість електричної й теплової енергії, а, отже, строк окупності установки істотно знижується. При цьому слід зазначити, що основними факторами, що впливають на собівартість одержуваної енергії, є витрати на матеріали та комплектуючі, технологію виготовлення, монтаж і експлуатацію. Вартість відомих СК, у конструкції яких використовуються дорогі кольорові метали (мідь, алюміній), перебуває в діапазоні 60 – 150 у.о. за 1 м². Строки окупності таких СК (особливо при їхньому сезонному використанні) тривалі і можуть виходити за рамки штатної експлуатації (більше 10 – 15 років). Основним шляхом здешевлення СК є застосування недорогих і технологічних композитних і полімерних матеріалів. Такий підхід може забезпечити окупність витрат на створення й обслуговування СК і ФТМ у межах одного-двох експлуатаційних сезонів.

Для фототермічного модуля досить технологічно складною є організація відбору теплової енергії. Це обумовлено тим, що матеріал тепловідвідної панелі, з одного боку, повинен мати високий коефіцієнт теплопровідності, а з іншого боку — забезпечувати низькі значення електропровідності. Остання вимога необхідна для виключення замикання електричного кола фотоперетворювачів на активні поверхні ФТМ і елементи гідравлічного контуру охолодження, які, як правило, виготовляються з металевих (мідь, алюміній) матеріалів. Крім того, для збільшення кількості перетвореної електроенергії й істотного зниження таким чином її вартості доцільно використовувати концентрацію сонячного випромінювання [2]. Однак це можливо лише при організації технологічно простого й ефективного примусового охолодження ФТМ.

Для визначення ступеня досконалості тепловідвідної панелі у ФТМ і СК варто знати коефіцієнт ефективності, що характеризує нерівномірність температурного поля в поперечному перерізі ФТМ (СК). Він залежить [1] головним чином від матеріалу й конструкції тепловідвідної панелі і являє собою відношення фактично поглиненої корисної енергії Q_m до корисної енергії $(Q_n)_{\max}$, поглиненої у випадку, коли температура теплоприймальної (теповідвідної) панелі дорівнює локальній (базовій) температурі рідини, тобто

$$F^{\circ} = Q_m / (Q_n)_{\max} \leq 1. \quad (1)$$

Максимальна корисна енергія $(Q_n)_{\max}$, що входить у вираз (1) визначається за формулою:

$$(Q_n)_{\max} = 2 \cdot b [S - k_n (T_T - T_A)] \quad (2)$$

де T_A — температура довкілля; T_T — локальна температура рідини в трубках; S — щільність потоку сонячної енергії; k_n — загальний коефіцієнт теплопередачі для верхньої й нижньої поверхні ФТМ.

У роботі [1] розглянуті десять варіантів конструкцій СК із рідким і газоподібним теплоносієм, а також наведені отримані аналітичними шляхом вирази для коефіцієнтів ефективності F° . Впливу теплофізичних і конструктивних параметрів на величину F° проводився на основі встановлення та виявлення одномірного температурного поля в поперечному перерізі тепловідвідної панелі СК. Для цього

оптимізувались розміри та розташування трубок для теплоносія. Оскільки, наприклад, матеріалом тепловідвідної панелі типу «лист-труба» служив лист металу з високою теплопровідністю, то відношення відстані між трубками з рідиною b до товщини листа було h_k , як правило, $b/h_k \leq 50$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Даффи Дж.Ф., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. — М.: Мир, 1977. -420 с.

2. Сафонов В.А., Кувшинов В.В. Фотоэлектрические модули с плоскими концентраторами Відновлювана енергетика. — 2008. — № 4 (15). — С. 28 – 33.

Наукові керівники: В.Ф. Рєзцов, П.М. Кандибка

9. ФОТОТЕРМІЧНИЙ МОДУЛЬ З ТЕПЛОВІДВІДНОЮ ПАНЕЛЛЮ З КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

М.П. Ільчук, М.М. Лихачова

Національний університет харчових технологій

О.М. Суржик

Інститут відновлювальної енергетики НАН України

Принципова схема конструкції ФТМ зі скляним покриттям в один шар та тепловідвідною панеллю з композиційного матеріалу [1, 2] показана на рис. 1, де 1 — скляне прозоре покриття; 2 — пластини фотоперетворювача; 3 — тепловідвідна панель із композита; 4 — трубка для прокачування теплоносія; 5 — теплоізоляція нижньої стінки ($h_{и} = 50$ мм).

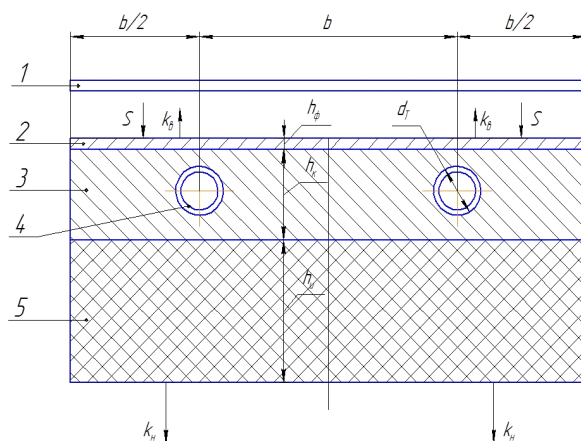


Рис. 1. Фрагмент поперечного перерізу модуля з односкляним покриттям

Товщина пластини фотоперетворювача h_{ϕ} становить 0,35 мм, що істотно менше товщини тепловідвідної панелі з композита h_k (8-20 мм), а коефіцієнт теплопровідності матеріалу фотоперетворювача (кремній ВЧ) $\lambda_{\phi} = 156$ Вт/(м К). Він може на два порядки перевищувати коефіцієнт теплопровідності композита. Тому постановка завдання та розрахунок основних теплових характеристик ФТМ може проводитися без обліку параметрів пластин фотоперетворювача. Це пов-

ністю збігається з аналогічними розрахунками традиційних СК гарячого водопостачання з тепловідвідною панеллю з композита.

У конструкції ФТМ, показаній на рис. 1, з-за відносно низької теплопровідності композита, для одержання високих значень $F' > 85$ відношення b/h_k необхідно вибирати в межах $4 \leq b/h_k \leq 16$. При таких геометричних параметрах для одержання достовірних значень коефіцієнта F' його визначення необхідно проводити на основі двовимірного температурного поля в поперечному перерізі тепловідвідної панелі.

У сталому режимі стаціонарне температурне поле із внутрішніми (поверхневими) джерелами тепла описується рівнянням:

$$\operatorname{div}(\lambda \operatorname{grad} T) + S = 0. \quad (1)$$

У декартовій системі координат —

$$\lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + S = 0, \quad (2)$$

де λ — коефіцієнт теплопровідності композита, Вт/(м К); T — температура, К; S — внутрішнього (поверхневого) джерело тепла, Вт/м².

Для розрахункової області (рис. 1) на верхній і нижній границях, а також у трубках, задаються граничні умови III-го роду, що враховують теплообмін поверхні з навколишнім середовищем за законом Ньютона-Ріхмана:

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = k[T - T_A] \quad (3)$$

де k — коефіцієнт теплопередачі для верхньої k_v , нижньої k_n поверхні панелі та трубки k_r , Вт/(м К); n — модуль вектора нормалі до поверхні розділу середовищ. На бічних поверхнях виконується умова теплової симетрії: $dT/dn = 0$.

Рішення диференціального рівняння (2) із зазначеними граничними умовами можна виконати чисельним методом кінцевих елементів (МКЕ). За основу методики розрахунку прийняті теоретичні положення, викладені в роботі [3].

По МКЕ рівняння (2) вирішується, виходячи з енергетичної концепції. При цьому у двовимірній постановці для ізотропного середовища енергетичний функціонал має вигляд:

$$\chi = \iint \left\{ \frac{1}{2} \lambda \left[\left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)^2 \right] - S \cdot T \right\} dx dy + \int_l k \left(\frac{T^2}{2} - T_A T \right) dl \quad (4)$$

де l — довжина границі, на якій задані умови охолодження; T_A — температура охолодного середовища на границі.

Рішення (2) по МКЕ еквівалентне знаходженню функції T , що задовольняє умовам на границі та мінімізує функціонал (4). При цьому кожний з кінцевих елементів характеризується координатами вершин i, j, m у декартовій системі координат, властивостями матеріалу (коефіцієнтами: теплопровідності, тепломності, тепловіддачі тощо) і, крім того, тепловиділенням у даному елементі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кучинський В.П., Резцов В.Ф., Суржик О.М. Комбінований фото і термічний модуль. Деклараційний патент України на корисну модель № 51073, Н01L31/058, 2010. (Бюл.№ 12 2010).

2. Кучинський В.П., Суржик О.М., Шевчук В.І. Характеристики композиційних тепловідводів фотобатарей та сонячних колекторів Відновлювана енергетика. — 2005. — № 3 – 4. — С. 16 – 19.

3. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. — М.: Мир, 1979. — 392 с.

Наукові керівники: В.Ф. Резцов, Д.П. Коломієць

10. РІШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ФУНКЦІОНАЛУ ДЛЯ ФОТОТЕРМІЧНОГО МОДУЛЮ З ТЕПЛОВІДВІДНОЮ ПАНЕЛЛЮ

О.Д. Коломієць, Н.О. Кужиль

Національний університет харчових технологій

О.М. Суржик

Інститут відновлювальної енергетики НАН України

Для рішення енергетичного функціоналу, що має вигляд

$$\chi = \iint \left\{ \frac{1}{2} \lambda \left[\left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)^2 \right] - S \cdot T \right\} dx dy + \int_i k \left(\frac{T^2}{2} - T_A T \right) dl \quad (1)$$

передбачається, що в межах кінцевого елемента температура T є лінійною функцією вузлових температур T_i, T_j, T_m :

$$T = [N_i, N_j, N_m] \cdot \begin{Bmatrix} T_i \\ T_j \\ T_m \end{Bmatrix} = [N]^e \cdot \{T\}^e, \quad (2)$$

де N_i, N_j, N_m — функції форми, що визначаються через координати вузлів:

$$N_i = \frac{1}{2S_T} (a_i + b_i x + c_i y),$$

тут S_T — площа кінцевого елемента; a_i, b_i, c_i — коефіцієнти, пов'язані з координатами вершин; x, y — координати точки, що розглядається, усередині елемента. При цьому:

$$S = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} 1 & x_i & y_i \\ 1 & x_j & y_j \\ 1 & x_m & y_m \end{vmatrix};$$

$$a_i = x_j y_m - x_m y_j; \quad b_i = y_j - y_m; \quad c_i = x_m - x_j,$$

де $x_i, x_j, x_m, y_i, y_j, y_m$ — координати вузлових точок трикутника у декартовій системі координат.

Функції форми N_j, N_m визначаються аналогічно N_i шляхом кругової заміни індексів.

Підстановка (2) в (1) з наступним інтегруванням по площі розглянутого трикутника дає вираз для енергетичного функціонала χ^e . Тут повна теплова

енергія сукупності елементів всієї розглянутої області дорівнює сумі внесків окремих функціоналів:

$$\chi = \sum_e \chi^e . \quad (3)$$

Мінімум χ досягається шляхом мінімізації функціоналів χ^e кожного елемента з врахуванням граничних і початкових умов. Для довільного елемента:

$$\left\{ \frac{\partial \chi}{\partial T} \right\}^e = \left\{ \begin{array}{c} \frac{\partial \chi^e}{\partial T_i} \\ \frac{\partial \chi^e}{\partial T_j} \\ \frac{\partial \chi^e}{\partial T_m} \end{array} \right\} . \quad (4)$$

Процес мінімізації функціонала (1) докладно розглянутий в роботі [2]. В результаті мінімізації одержують матричне рівняння для визначення зміни температури в розглянутій області:

$$\left\{ \frac{\partial \chi}{\partial T} \right\} = \sum_e \left\{ \frac{\partial \chi}{\partial T} \right\} = [H] \cdot \{T\} - \{R\} = 0, \quad (5)$$

де $[H]$ — матриця коефіцієнтів теплопровідності; $\{R\}$ — вектор теплових джерел розглянутої області.

Рішення матричного рівняння (5) із заданими граничними умовами виконувалося чисельно методом кінцевих елементів за допомогою програмного пакета COMSOL 3.3 [1]. Для налагодження й усунення можливих методологічних помилок при використанні зазначеного пакета програм попередньо розглядалося тестове завдання, що має аналітичне рішення [3]. Вихідні дані для тестового завдання наведені на рис. 1.

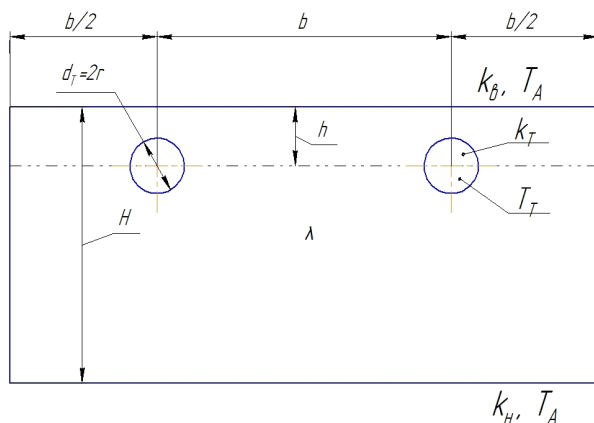


Рис. 1. Розрахункова область і граничні умови тестового завдання

При аналітичному методі рішення розглядається напівобмежений ізотропний масив з однакових, рівномірно розташованих поруч, циліндричних каналів

(трубок) з однієї й тією ж температурою рідини T_r , що протікає в них, і коефіцієнтом теплопередачі k_m . На верхній границі масиву задається температура довкілля T_A і коефіцієнт тепловіддачі k_b .

ЛІТЕРАТУРА

1. COMSOL 4.3a Release Highlights Released October 1st, 2012 www.comsol.com.
2. Platabo N. Transient heat conduction problems in power cables solved by the finite element method // IEEE Trans. — 1973. — V. PAS-92. — N.1. — P. 56 – 63.
3. *Теоретические основы теплотехники: Справочник* / Под. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. — М.: Энергоатомиздат, книга 2, 1988. — 560 с.

Наукові керівники: В.Ф. Рєзцов, Д.П. Коломієць

11. ВИЗНАЧЕННЯ ПОВНОГО ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ ТЕПЛОВІДВІДНОЇ ПАНЕЛІ ФОТОТЕРМІЧНОГО МОДУЛЯ

О.В. Гоя, І.С. Карманова

Національний університет харчових технологій

О.Д. Коломієць

Інститут відновлювальної енергетики НАН України

Для тестового завдання напівобмежений масив замінюється розрахунковою областю, у якій величина $H \ll h$, де $h = h_k/2$. Тоді, згідно [2] вираз для повного термічного опору R_a , віднесеного до площі $F = b \cdot L$, має вигляд:

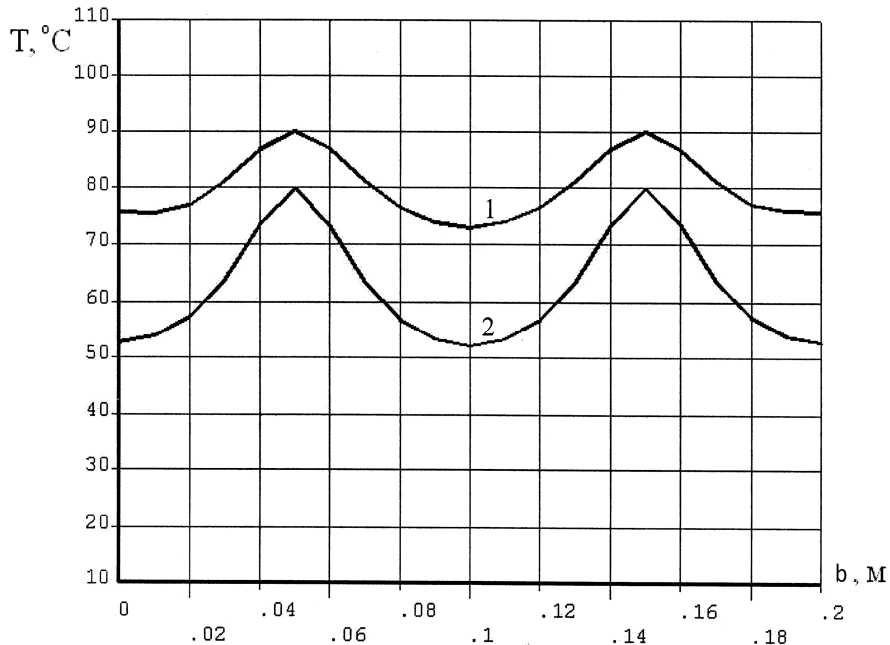


Рис. 1. Розподіл температури на верхній границі (крива 1) і на глибині $2h$ (крива 2) дослідного зразка фототермічного модуля

$$R = \frac{1}{2\pi L} \left\{ \frac{1}{k_T r} + \frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{b}{\pi r} \operatorname{sh} \left(2\pi \frac{h + \frac{\lambda}{k_B}}{b} \right) \right] \right\}. \quad (6)$$

де L — довжина каналу в напрямку потоку рідини.

Порівняння результатів розрахунку повного термічного опору R_a з використанням аналітичного методу та для тестового завдання R_q , розв'язаного чисельним методом МКЕ [1], проводилося при наступних геометричних і теплофізичних параметрах:

відстань між каналами b , м	0,1
діаметр каналів $d_t = 2r$, м	0,02
відстань між верхньою границею розрахункової області та віссю каналів $h = h_k/2$, м	0,015
температура довкілля T_a , °C	10
температура рідини в каналах T_r , °C	100
коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² К):	
– зверху k_a ,	30
– знизу k_n	8
– у каналах k_t	1500
коефіцієнт теплопровідності матеріалу цементно-піщаної суміші λ , Вт/(м К)	1,2

Після підстановки вказаних параметрів у вираз (1) маємо величину повного термічного опору $R_a = 5,63 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

При розрахунку тестового завдання чисельним методом визначався розподіл температури (рис.1) у зразку, а також теплові потоки в каналах Q_t , на верхній Q_v і нижній Q_n границях розрахункової області. Співвідношення $H/h \geq 100$ вибиралося таким чином, щоб величина Q_n становила менш 1 % від Q_v .

При виконанні зазначеної умови значення повного термічного опору в тестовому завданні становило $R_q = 5,69 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$, що практично збігається (різниця близько 1 %) з раніше отриманою величиною R_a . Це дозволяє на практиці використовувати прийняту методику чисельного розрахунку теплофізичних і геометричних параметрів СК і ФТМ із тепловідвідною панеллю із композита.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Сегерлинд Л.* Применение метода конечных элементов. — М.: Мир, 1979. — 392 с.
2. *Теоретические основы теплотехники: Справочник / Под. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина.* — М.: Энергоатомиздат, книга 2, 1988. — 560 с.

Наукові керівники: В.Ф. Рєзцов, Д.П. Коломісць

12. ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ ТЕПЛОВІДВІДНОЇ ПАНЕЛІ ФОТОТЕРМІЧНОГО МОДУЛЯ

А.М. Бідюра, Н.В. Баляс

Національний університет харчових технологій

О.М. Суржик

Інститут відновлювальної енергетики НАН України

Для порівняння результатів розрахунку коефіцієнта ефективності F' , отриманих аналітичним методом з використанням одномірної моделі [1] і чисельним (МКЕ) [3], розглянуто ділянку поперечного перерізу фототермічного модуля (ФТМ), геометричні та теплофізичні параметри якого наступні:

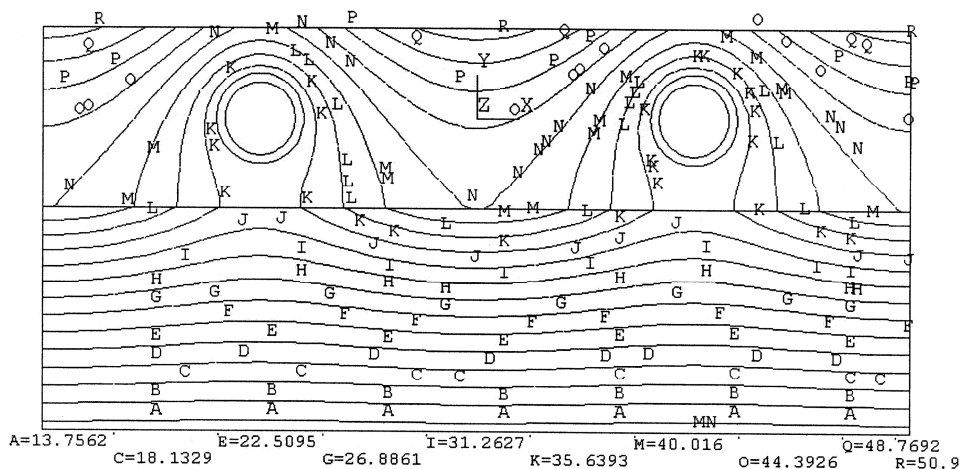


Рис. 1. Температурне поле тепловідвідної панелі фототермічного модуля:
A-R — мітки ліній ізотерм, °C

товщина шару композита $h_k = 2h$, мм	40
товщина шару теплоізоляції h_{iz} , мм	50
коефіцієнт теплопровідності λ_{iz} теплоізоляції, Вт/(м К)	0,042
товщина стінок мідних трубок, мм	2
коефіцієнт теплопровідності міді λ_m , Вт/(м К)	390
коефіцієнт теплопередачі (втрат), Вт/(м ² К):	
– на верхній границі k_b	4
– на нижній границі k_n	8
– усередині трубок k_T	300
тепловий потік сонячної радіації S , Вт/м ²	740
локальна температура рідини в трубках T_T , °C	30

Параметри b , d_T , λ дорівнюють відповідним значенням, прийнятим для тестового завдання. Згідно даним роботи [1], для СК із тепловідвідною панеллю типу «лист-труба» при відстані між трубками $b = 0,1$ м, коефіцієнтом тепловіддачі усередині трубок $k_T = 300$ Вт/(м² К), повним коефіцієнтом теплопередачі $k_n = 4$ Вт/(м² К) і комплексом $\lambda \cdot h_k = 1,2 \cdot 0,04 = 0,048$ Вт/К коефіцієнт ефективності F' дорівнює 0,95, а для $k_n = 8$ Вт/(м² К) – $F' = 0,9$.

На рис. 1 представлено температурне поле в зазначеній розрахунковій області, отримане при чисельному рішенні завдання з використанням МКЕ. При проведенні розрахунків також визначалася кількість теплової енергії, що пішла на нагрівання води в трубках $Q_T = 113,5$ Вт/м (корисна енергія), а також втрати тепла через верхню ($Q_B = 30,14$ Вт/м) і нижню ($Q_H = 4,4$ Вт/м) поверхні. Величина максимальної корисної енергії $(Q_{II})_{\max} = 132$ Вт/м, ефективність колектора: $F' = Q_T / (Q_{II})_{\max} = 113,5 / 132 = 0,86$. Для коефіцієнта теплопередачі $k_n = 8$ Вт/(м² К) ця ефективність знижується: $F' = 89,7 / 116 = 0,77$. Таким чином, похибка у визначенні F' може бути істотною (від 10 до 17 % при $T_T = 30^\circ\text{C}$ і від 12 до 19 % при $T_T = 40^\circ\text{C}$), що є підставою для застосування при практичних розрахунках чисельних методів.

Аналіз впливу різних технологічних і конструктивних параметрів на величину F' для СК і ФТМ із тепловідвідною панеллю з композита було проведено з використанням ряду параметрів експериментального зразка ФТМ з тепловідвідною металевою панеллю типу «лист-труба» [2], який мав:

геометричні розміри, мм	1212 x 530	відстань між трубками b , мм	67
товщина листа (мідь), мм	0,8	кількість трубок n , шт.	8
діаметр трубок, мм: зовнішній d_t	6	ефективність F'	0,96
внутрішній d_b ,	4		

При зміні швидкості течії в трубах від 0,05 до 0,020 м/с (число $Re < 2300$ — ламінарний режим руху) коефіцієнт тепловіддачі в трубках α_T визначали так:

$$\alpha_T = 3,66 \lambda_v / d_b = 3,66 \cdot 0,612 / 0,004 = 560 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)},$$

де λ_v — коефіцієнт теплопровідності води, Вт/(м К).

ЛІТЕРАТУРА

1. Даффи Дж.Ф., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. — М.: Мир, 1977. — 420 с.
2. Кучинский В.П., Синицын Н.П., Суржик А.Н., Шевчук В.И. Методика определения тепловых характеристик фототермических модулей // Відновлювана енергетика. — 2006. — 4 (7). — С. 44 – 47.
3. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. — М.: Мир, 1979. — 392 с.

Наукові керівники: В.Ф. Рєзцов, Д.П. Коломієць

13. ЗАЛЕЖНІСТЬ КОЕФІЦІЄНТА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВІДВІДНОЇ ПАНЕЛІ ФОТОТЕРМІЧНОГО МОДУЛЯ ВІД СКЛАДУ КОМПОЗИТУ

С.С. Шкабура, О.В. Драненко

Національний університет харчових технологій

Коефіцієнт теплопровідності композита λ_k з металевим наповнювачем сферичної форми за умови $\lambda_m / \lambda_c \gg 1$ визначався відповідно до виразу, отриманому в роботі [2]:

$$\lambda_k = \lambda_c (1 + 3 v_m)$$

На рис. 1, а представлені графіки, що визначають залежність величини F' від відносної відстані між трубками b/d_T для двох значень λ_k композита — без наявності сталевго дробу (0 %) — $\lambda_k = 1,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ та його вмісті 40 % — $\lambda_k = 2,5 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Коефіцієнт теплопередачі на верхній поверхні λ_v приймався рівним $6 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, що відповідає односкляному покриттю при середній температурі тепловідводної панелі 30°C і температурі навколишнього середовища 20°C . Коефіцієнт теплопередачі на нижній поверхні (теплоізоляції) $\lambda_n = 8 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ відповідає умовам природної конвекції в повітрі. Зазначені залежності побудовані для трьох значень h_k/d_T , що визначають відносну товщину композита в тепловідвідній панелі.

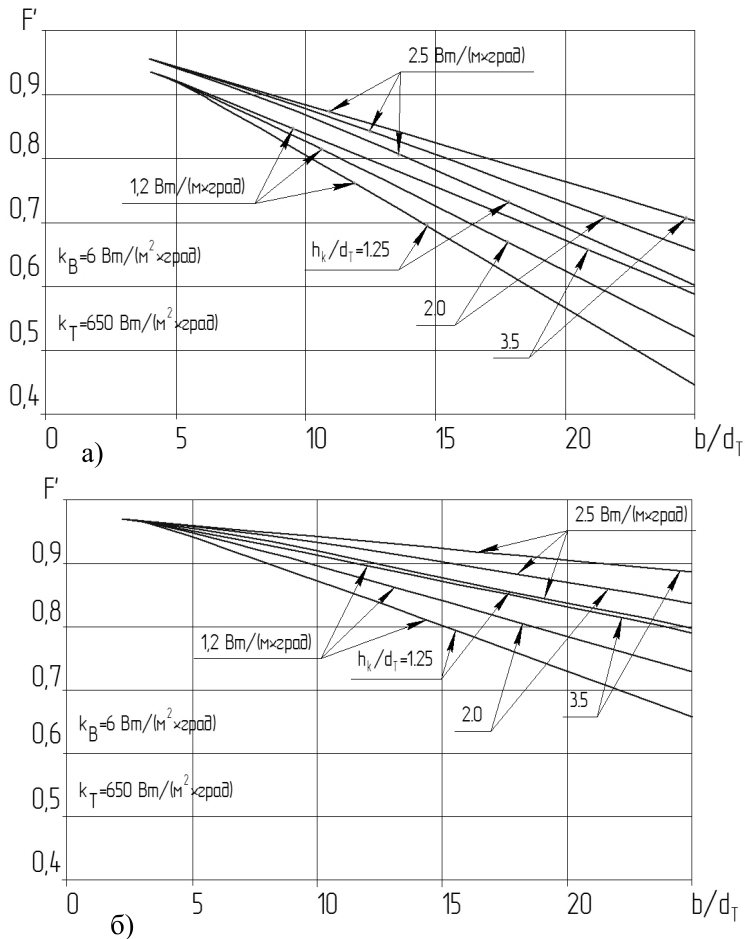


Рис. 1. Залежність величини F' від відносної відстані b/d_T між трубками з теплоносієм

На рис. 1, б побудовані графіки при тих же основних параметрах ФТМ, прийнятих у розрахунку кривих на рис. 1, а, тільки при меншій величині коефіцієнта теплопередачі на верхній поверхні $k_B = 2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, що відповідає селективній поверхні тепловідвідної панелі [1].

Сучасний комбінований фототермічний модуль (ФТМ), що призначений для одночасного отримання теплової та електричної енергії за рахунок використання та перетворення широкого діапазону електромагнітного випромінювання Сонця і оснащений системою охолодження робочої поверхні за рахунок примусової течії теплоносія в гідравлічних каналах, має хороші технічні показники та широкі можливості:

Номинальна потужність фотоелектричної частини, Вт — 60 (при потоці питомої сонячної радіації 1000 Вт/м^2).

Напруга постійного струму U_{xx} , В — 18.

Величина струму $I_{кз}$, А — 1,75.

Номинальна потужність теплової частини — до 60 літрів гарячої води (до 50°C) за добу. Розмір, мм: 1250x600

Висновки.

1. На підставі проведених розрахункових досліджень із використанням методу кінцевих елементів показано, що застосування композитів у тепловідвідній панелі дозволяє домогтися високих значень коефіцієнта ефективності F' ($0,85 \div 0,94$) при технічно досяжних на практиці технологічних і конструктивних характеристиках СК і ФТМ.

2. Для прийнятих у розрахунках відносних товщин композита h_k/d_T (від 1,25 до 3,5) наявність у структурі композита металевих включень (дробу) у кількості 40 % при значеннях співвідношення $b/d_T > 8$ більше ніж на 25 % збільшує величину F' .

3. Оскільки в проведених розрахункових дослідженнях величина ефективної теплопровідності визначалася в основному з теоретичних передумов з обмеженою формою й відносним об'ємним змістом металевих включень, необхідно додатково провести ряд експериментальних досліджень із різними сполуками композита, включаючи технологічно можливі та перспективні шаруваті структури.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Даффи Дж.Ф., Бекман У.А.* Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. — М.: Мир, 1977. — 420 с.

2. *Кучинский В.П., Синицын Н.П., Суржик А.Н., Шевчук В.И.* Методика определения тепловых характеристик фототермических модулей // Відновлювана енергетика. — 2006. — 4 (7). — С. 44 – 47.

Науковий керівник: Д.П. Коломієць

14. УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ ТЕПЛОВІДВІДНОЇ ПАНЕЛІ

І.В. Довбня, К.О. Ярош

Національний університет харчових технологій

О.Д. Коломієць

Інститут відновлювальної енергетики НАН України

При проектуванні та створенні фотобатарей (ФБ) і сонячних колекторів (СК) з тепловідведенням з композитних матеріалів одним з визначальних параметрів ефективності їх роботи є величина коефіцієнта усередненої (ефективної) тепло-

провідності композитного матеріалу λ_k . У роботах [1,2] для визначення λ_k запропоновано розрахунковий метод, що заснований на моделі середовища у вигляді діелектричної матриці (сполучний матеріал) і наповнювача з металу у вигляді витягнутих циліндрів або сферичних гранул. Однак отримані вирази для λ_k мають обмеження, обумовлені величиною співвідношення коефіцієнтів теплопровідності наповнювача λ_2 і сполучного матеріалу λ_1 , тобто λ_2/λ_1 . Варто також урахувати, що величина λ_2 істотно залежить від об'ємної концентрації наповнювача v_2 .

Метою даної роботи було експериментальне підтвердження та уточнення розрахункового методу визначення λ_k композитів з металевим наповнювачем сферичної форми.

Дослідні зразки із композита 1 (рис.1) мали форму паралелепіпеду (квадратні плитки) габаритами $L \times L \times h$ відповідно $197 \times 197 \times 10$ мм, у яких для протікання теплоносія були встановлені дві мідні трубки 2. Вони розташовувалися паралельно та симетрично щодо центральної осі плитки на відстані $l = 67$ мм одна від одної. Розміри трубок — зовнішній діаметр $d = 6$ мм; товщина стінки 1 мм; довжина 450 мм.

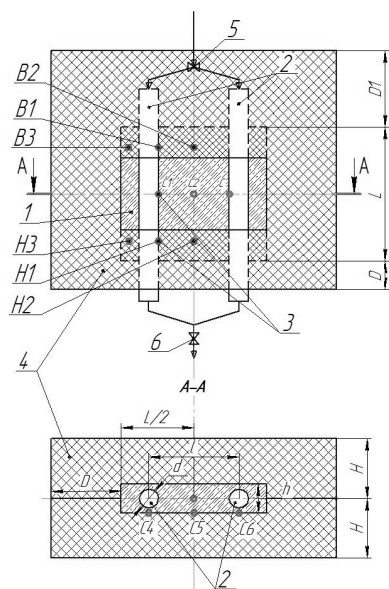


Рис. 1. Схема дослідного зразка тепловідвідної панелі та розміщення ТЕПТ

Дослідження проводилися для трьох ідентичних зразків, що відрізнялися між собою складом композита: перший — тільки цементно-піщана суміш у співвідношенні 1:3; другий і третій — з об'ємною часткою наповнювача відповідно 20 % і 40 %. Як наповнювач використовували однорідний сталевий дріт середнім діаметром $d_{cp} = 1,8$ мм.

Над дослідним зразком була встановлена теплоізолювана ємність з теплоносієм, в якості якого використовували гарячу воду, нагріту до температури кипіння за нормальних умов, тобто приблизно 100 °С. По трійнику 5 вода подавалася одночасно в обидві трубки 2. Аналогічний трійник із затискачем 6 (для регулювання витрат теплоносія) були розміщені у нижній частині зразка.

Для контролю симетрії температурного поля зразка, яка досягалася за рахунок стабілізації подачі теплоносія в трубах, у кожному зразку на трьох його рівнях було змонтовано від 12 до 14 мідь-константанових ТЕПТ (термопар) 3 (на рисунку позначені буквами В, С, Н та індексами 1,2,3...),

виготовлених з термоелектродного дроту діаметром 0,2 мм і покритих ізоляцією емаль-шовк. Три термопари (індекс 1) були зафіксовані (підпаяні) на бічні поверхні однієї із трубок (на рис. розташована ліворуч). Ще три термопари (індекс 2) установлювалися по осі симетрії зразка в середині зразка (композитної плитки). По середньому (С) рівні зразка на зовнішній поверхні плиток були встановлені термопари С4, С5 і С6, а термопара С3 була підпаяна до трубки, що на рисунку розташована праворуч від осі симетрії. Крім того, були встановлені

термопара безпосередньо в теплоізолюваний ємності з теплоносієм (для контролю температури теплоносія на вході в трубки) та ряд дублюючих термопар. Верхній (В) і нижній (Н) рівні монтажу термопар розташовувалися на глибині 10 мм від відповідних границь зразка.

Оснащення термопарами та формування зразків до затвердіння сполучного матеріалу проводилося в спеціальному каркасі. Далі підготовлені зразки розміщували в теплоізолюючий корпус, утворений із двох плит пінополістиролу 4, товщиною $H = 50$ мм і розмірами 320x550 мм кожна. При цьому товщина D теплоізоляції з трьох торців експериментального зразка становила 60 мм, а зверху (D_1) — 290 мм.

Вимірювальне коло складалося із термопар, які через загальний клемник і пакетний перемикач (ПТМ) по черзі підключали до високоточного мультиметра MASTECH MS8050 з чутливістю при вимірюванні напруги 1 мкВ. При цьому була передбачена можливість послідовного збереження в пам'яті мультиметра всіх повідомлень, що виводилися на екран у процесі вимірювання (кількість комірок пам'яті — 30).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Васецький Ю.М.* Електродинаміка. Основні поняття, потенціальні та квазістационарні поля. — К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. — 160 с.
2. *Кучинський В.П., Суржик О.М., Шевчук В.І.* Характеристики композиційних тепловідводів фотобатарей та сонячних колекторів. Відновлювана енергетика — 2005. — № 3 – 4. С. 16 – 19.

Наукові керівники: В.Ф. Рєзцов, Д.П. Коломієць

15. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ТЕПЛОВІДВІДНОЇ ПАНЕЛІ З КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ

О.Д. Коломієць, Т.В. Никитюк

Національний університет харчових технологій

О.М. Суржик

Інститут відновлювальної енергетики НАН України

Для дослідження температурного поля зразків, що були, по суті, фрагментами конструкції композитної тепловідвідної панелі ФБ і СК і складались із двох ідентичних мідних тепловідвідних трубок, розміщених у композиті, була проведена їх оснастка термоелектричними перетворювачами температури (термопарами).

Досліди проводилися у два етапи. На першому — фіксувалася температура довкілля t_d і визначалася початкова температура зразка. Витрата теплоносія — гарячої води температурою t_r , виставлялася таким чином, щоб час проведення експерименту при безперервному протіканні його в трубках зі швидкістю біля 0,25 м/с становив 600 – 720 с. На другому етапі за тих самих умов за зазначений період часу з інтервалом часу від 30 (початок експерименту) до 120 – 180 с проводили 4 – 5 вимірів термоЕРС, які фіксувалися в комірках пам'яті мультиметра. При цьому в кожному такому вимірюванні, що тривало не більше 5 с, були задіяні 5 – 6 термопар, які показували зміну температури як по довжині трубок, так і в середині поперечного перерізу композитного зразка. У проміжках між

зазначеними вимірами візуально контролювали та фіксували в спеціальних таблицях показання інших термопар.

Оскільки в експерименті окремі термопари безпосередньо підпаювались до бічної поверхні трубок, то для цієї області приймалися граничні умови першого роду, тобто задавалися отримані з експерименту значення температури стінки трубки $t_m(\tau) = f(\tau)$ у середньому поперечному перерізі зразка.

Розрахунки проводили по методу кінцевих елементів (МКЕ) за допомогою програмного пакета COMSOL3.3 [1].

Для налагодження та усунення можливих методологічних помилок при використанні зазначеного пакета програм попередньо розглядалося тестове завдання, що має аналітичне рішення [2]. В ньому (завданні) розглядається напівобмежений ізотропний масив з однакових рівномірно розташованих поруч циліндричних каналів (трубок) з однієї і тією ж температурою рідини $t_{ж}$, що протікає в них, і коефіцієнтом теплопередачі $k_{ж}$ при заданих на верхній границі масиву значеннях температури довкілля $t_{о.с.}$ і коефіцієнта тепловіддачі $\alpha_{о.с.}$.

На рис. 1 показано температурне поле в середньому поперечному перерізі дослідного зразка, отримане з використанням МКЕ. Тут 1 — фрагмент тепловідвідної панелі на основі композита із 40 % об'ємною часткою сталевого дробу; 2 — мідна трубка для теплоносія; 3 — термопари C1 і C2; 4 — теплоізоляційний кожух з пінополістиролу. Вихідні дані та результати розрахунку відповідають наступним параметрам: коефіцієнт ефективної теплопровідності $\lambda_{к} = 2,5$ Вт/(м К); $t_{д} = 17,5$ °С; тривалість протікання гарячої води $\tau = 600$ С; $t_{Т} = 83,5$ °С; температура композита в середній точці зразка (Z) дорівнює 56,5 °С.

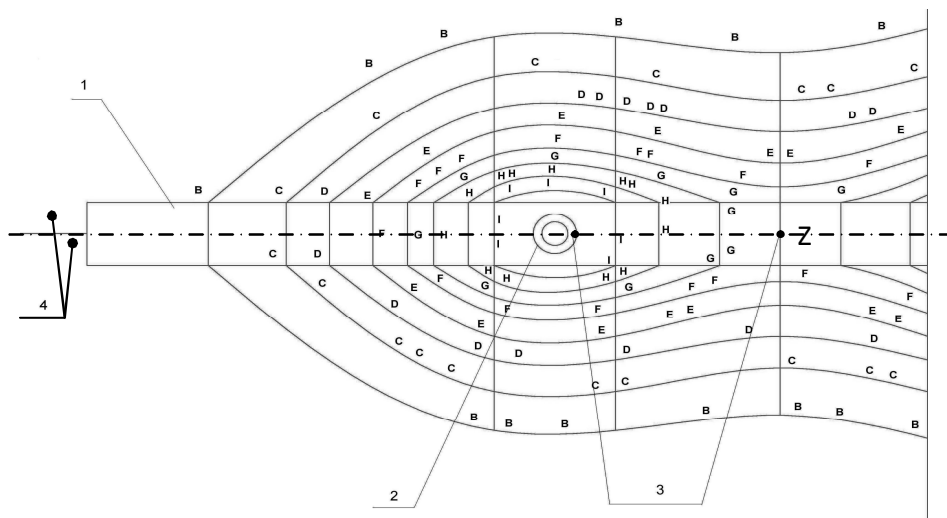


Рис. 1. Лінії ізотерм зразка тепловідвідної панелі, °С:

A — 20,1; B — 26,5; C — 32,8; D — 39,2; E — 45,5; F — 50; G — 58,2; H — 64,5; I — 71

Порівняння результатів розрахунку зазначеного завдання з використанням аналітичного методу і тестового завдання, розв'язаного методом МКЕ, вказує на практично повний збіг значень (різниця окремих значень не більше 1 %). Це дає можливість пропонувати прийнятну методику для чисельного розрахунку теплофізичних параметрів тепловідвідної панелі з композитів з різними наповнювачами.

ЛІТЕРАТУРА

1. COMSOL 4.3a Release Highlights Released October 1st, 2012/ www.comsol.com
2. *Теоретические основы теплотехники: Справочник / Под ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. — М: Энергоатомиздат, книга 2, 1988. — 560 с.*

Наукові керівники: Д.П. Коломієць, В.Ф. Рєзцов

16. ГРАФІКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ ТЕПЛОВІДВІДНОЇ ПАНЕЛІ

О.М. Хома, А.В. Рибачок, М.О. Ротай

Національний університет харчових технологій

В основу дослідження покладено експериментально-розрахунковий метод визначення ефективної теплопровідності λ_k на зразках. При проведенні досліджень відпрацьовувалася методика визначення λ_k композитів з різними сполучниками на основі здатних до самозатвердіння полімерних і асфальтобетонних сумішей при використанні металевих наповнювачів неоднорідної форми та розмірів (подрібненої металевої стружки тощо).

Для визначення коефіцієнта ефективної теплопровідності композита λ_k кожного зразка експериментально-розрахунковим методом була використана розрахункова модель двомірного нестационарного температурного поля в середньому поперечному перерізі зразка, оточеного шаром теплоізоляції з пінополістиролу. Правомірність такої постановки підтверджується експериментальними показами контрольних термопар верхнього (В1) та нижнього (Н1) перерізів — за прийнятої витрати теплоносія поздовжній градієнт температури не перевищував 2,5 % температурного градієнта в середньому поперечному перерізі зразка. На зовнішній границі теплоізоляційного корпусу задавалися граничні умови третього роду, за яких теплообмін поверхні з довкіллям вираховують за законом Ньютона-Ріхмана. Тому коефіцієнт тепловіддачі приймався за умов природної конвекції і становив $\alpha_d = 8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$. Інші початкові та граничні умови бралися з експерименту.

На рис. 1 подані графіки для визначення коефіцієнта ефективної тепло провідності λ_k зразка з композита із 40 % об'ємною часткою сталевого дробу експериментально-розрахунковим методом. Побудовані розрахункові криві температури 1,2,3 для точки (Z) у середньому поперечному перерізі зразка за інших рівних умов відрізняються лише прийнятими значеннями λ_k рівного відповідно 2,5; 1,8 та 3 Вт/(м К). При цьому мітками (4) позначені експериментальні дані, отримані перед проведенням серії розрахунків методом послідовних наближень. Як бачимо, температурна крива 1, що має $\lambda_k = 2,5 \text{ Вт}/(\text{м К})$, практично збігається з експериментальними точками.

У такий же спосіб визначали значення коефіцієнта λ_k для всіх експериментальних зразків. За збігу розрахункових і експериментальних кривих нагрівання середньої точки Z зразка з композитом із цементно-піщаної суміші без наповнювача коефіцієнт λ_k дорівнює 1,15 – 1,2 Вт/(м К), що практично відповідає довідковим даним [4]. Для зразків, композити яких містили 20 % металевого дробу, величина λ_k становила 1,8 Вт/(м К).

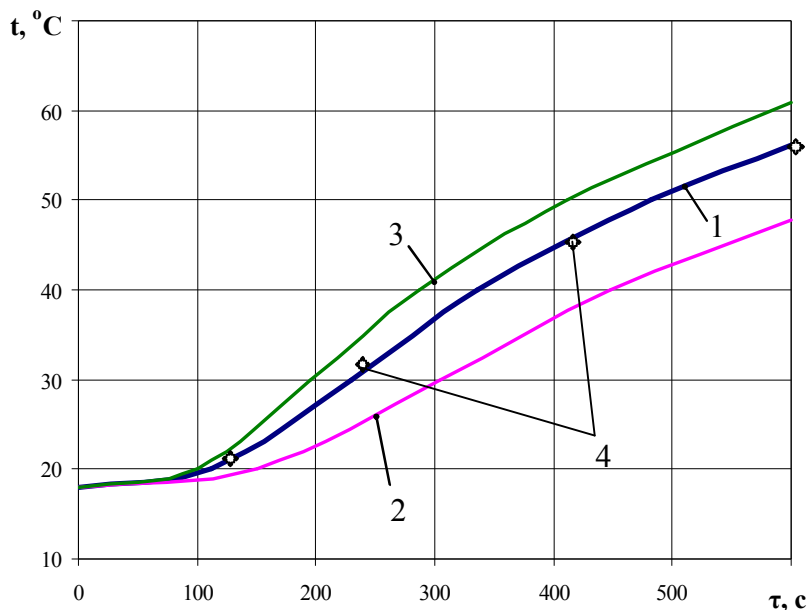


Рис. 1. Криві зміни температури в центрі зразка при різній теплопровідності композита

Висновки. 1. Отримані експериментально-розрахунковим методом значення λ_k достатньо точно збігаються з результатами розрахунків, отриманих з відповідних виразів, наведених у роботах [1, 2], для композитних сумішей при об'ємній концентрації наповнювача v_2 не більше 40 %. Розбіжності значень перебували в межах припустимої точності розрахунків і експерименту та не перевищували 3 — 5 %.

2. Запропонована методика дозволяє визначати значення λ_k композита при використанні металевих наповнювачів неоднорідної форми й розмірів, наприклад роздробленої металевої стружки тощо

ЛІТЕРАТУРА

1. *Теоретические основы теплотехники: Справочник* / Под ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. — М: Энергоатомиздат, книга 2, 1988. — 560 с.

Науковий керівник: Д.П. Коломієць.

17. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БЮВЕТНОЇ ВОДИ В ЕЛЕКТРОДНИХ АПАРАТАХ СИСТЕМ СОНЯЧНОГО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

В.В. Колесник, Т.О. Лухтан, О.Д. Коломієць
Національний університет харчових технологій

ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання», в якому введено поняття класу якості води джерел централізованого питного

водопостачання є якісно новим документом, що регламентує вміст різноманітних речовин в питній воді. Тут за токсикологічними показниками передбачається контроль вмісту 25 неорганічних хімічних елементів і сполук та розрізняється чотири основні класи якості води: 1 — відмінна, бажана якість води; 2 — добра, прийнятна якість води; 3 — задовільна, прийнятна якість води; 4 — посередня, обмежено придатна, небажана якість води. Крім того, ГДК міді, на відміну від діючих норм, перенесено з органолептичних показників до токсикологічних [1].

Питна вода київського регіону, отримана на Дніпровській і Деснянській водоочисних станціях за рядом параметрів (рівнем вмісту марганцю, мутності та ін.) має значні відхилення від нових норм ДСанНіП 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», що набрали чинності з серпня 2010 р. Ще менш кондиційною у розрізі нових норм є вода підземних водоносних горизонтів, яку використовують як в системах централізованого водопостачання, так і у окремих джерелах питної води (бюветні комплекси, свердловини, криниці тощо).

Зокрема стосовно бюветної води київського регіону відмічається, що в ній міститься занадто багато амонію, заліза, кремнію, марганцю тощо. Тому переважна більшість (203 із 209 існуючих) цих бюветів повинні бути або закриті, або з метою покращання якості вода з них повинна бути додатково оброблена. Очевидно, що у останньому випадку вона (вода) буде відпускатись населенню не безкоштовно (орієнтовна ціна — 0,45 0,8 грн/л).

Зміна електричної потужності електродного апарата при нагріванні води різних водоносних горизонтів

Температура, °С	Місцезнаходження джерела води								
	вул. Ентузіастів	парк Шевченка	просп. Маршала Рокосовського,	вул. Зоологічна-Дехтярівська,	вул. Велика Васильківська	вул. Подвійського (метро Сирель)	м.Бориспіль	Святошин, водоносний горизонт 15 м	Голосіївський парк
	Потужність, Вт/дм ³								
0	439	532	429	247	417	420	509	1112	247
20	833	1002	665	738	922	1075	1075	1568	524
40	1224	1461	968	1135	1414	1606	1606	2201	803
60	1647	1915	1313	1501	1875	2102	2102	2916	1077
80	2137	2369	1674	1895	2286	2557	2557	3619	1340
100	2729	2827	2026	2379	2629	2971	2971	4218	1588

Разом з тим, як показали дослідження (див. таблицю), маючи більшу інтенсивність нагрівання в електродних апаратах, свердловинна вода (особливо у випадку повної непридатності для пиття) може з успіхом бути використана в системах локального гарячого та оборотного водопостачання, зокрема у випадках використання *систем сонячного теплопостачання* з застосуванням електродних апаратів у якості автономних джерела теплоти [2].

Доцільність використання електродних теплових апаратів (ЕТА) ґрунтується на перевагах електроенергії як джерела теплоти та проблемах експлуатації ТЕНових апаратів (зокрема утворення накипу). Разом з тим, при використанні ЕТА при ізобарному нагріванні води струмами промислової частоти слід враховувати, що зменшення питомого електричного опору води в процесі нагрівання, супроводжується зростанням електричної потужності (струму) апарата і, отже, зростанням інтенсивності нагрівання.

З наведених в таблиці даних бачимо, що найбільша потужність споживається при нагріванні води з водоносного горизонту глибиною 15 м (ж.м. Святошин), а менша (понад 2,5 рази) — води із свердловини Голосіївського парку. Це вказує на те, що робочі струми апарата між собою можуть значно відрізнитись (у даному випадку приблизно у чотири рази), що слід враховувати при виборі номінальних параметрів та режимів експлуатації ЕТА.

ЛІТЕРАТУРА

1. Журавков О.В., Подобій О.В., Коломієць Д.П. Небезпечні концентрації неорганічних елементів та їх сполук у харчових продуктах після електроконтактної обробки Харчова промисловість, №9 Київ, НУХТ 2010, С. 163 – 166.

2. Коломієць О.Д., Коломієць Д.П., Мазуренко О.Г. Особливості використання трифазних електродних апаратів для регулювання температури систем сонячного теплопостачання. Відновлювана енергетика XXI століття. Матеріали ІХ міжнародної конференції. — Крим. 2008. — С. 101 – 104.

3. Коломієць О.Д., Кучинський В.П., Пундев В.А., Синицин Н.П., Суржик А.Н., Шевчук В.И. Комбинированное управление температурными режимами активных и пассивных систем солнечного энергосбережения. Відновлювана енергетика XXI століття. Матеріали VII міжнародної конференції. — Крим. 2006. — С. 119 – 120

Науковий керівник: Д.П. Коломієць

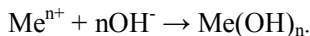
18. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ЕЛЕКТРОАКТИВАЦІЇ ВОДИ

Н.М. Усатюк, К.Ю. Шнайдер, І.П. Бортнікова

Національний університет харчових технологій

При накладенні різниці потенціалів через електроліт починає протікає електричний струм, а об'єм води між електродами піддається впливу електромагнітного поля. В результаті цього системи електричної активації води [1] працюють на принципі індукованого зовнішнім електричним впливом спрямованого відхилення від рівноважного стану активності електронів та іонів у воді, які стають переносниками зарядів через границю розділу фаз « електрод-електроліт» та через напівпроникну мембрану, поміщену в розчин електроліту.

У катодній камері вода збагачується високоактивними відновниками, що приводить до утворення нерозчинних гідроксидів металів, які випадають в осад



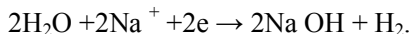
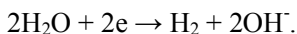
Гідроксиди легких металів (Na, K) не випадають в осад і стовідсотково залишаються в розчиненому виді. Відбувається пряме відновлення багатьох зарядних катіонів (тобто, осадження молекул металів):



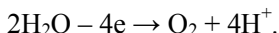
В анодній камері вода насичується високоефективними окислювачами. Відомо, що із всіх процесів руйнування органічних речовин у воді найбільш потужним є електролітичне окислювання на аноді. Розчинені у воді гази (CO_2 , SO_2 , NO_2 , N_2 , H_2S , Cl_2 , O_2 , H_2) виділяються в приелектродній зоні. Особливі форми сполук активного хлору, що утворюються на аноді та беруть участь у реакціях окислювання, виключають утворення токсичних хлорорганічних речовин і забезпечують повну окисну деструкцію диоксинів ($\text{C}_{12}\text{H}_4\text{O}_2\text{Cl}_4$).

При електролізі води, наприклад з інертним анодом (графіт, «Екосил»), на електродах відбувається окислювання та відновлення молекул води відповідно до реакцій:

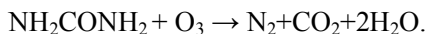
на катоді



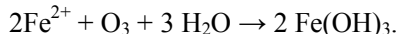
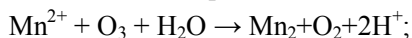
на аноді



При наявності у воді ціанідів відбувається процес їхнього окислювання озоном:

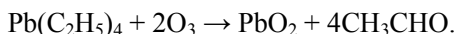


Озон окисляє двовалентне залізо й марганець:

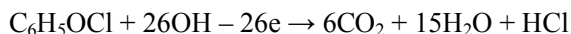


одержуване тривалентне залізо у вигляді гідроокису випадає в осад.

Тетраетил свинцю $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ також окисляється:



Високоактивні окислювачі атакують органічні сполуки й приводять до повної їхньої деструкції (у т.ч. нітратів, нітритів, гербіцидів, ядохімікатів). Наприклад, хлорфенол розпадається відповідно до реакції:



З розчинених сполук кальцію й магнію, що перебувають у вихідній воді, утворюються важко розчинні карбонати цих металів. Вони, як і іони важких металів, що перетворюються в нерозчинні гідроксиди та випадають в осад. Результати електроактивації водопровідної води, проведеної нами у апараті «Ековод-6 Жемчуг», наведені у таблиці.

Фізико-хімічні показники води водопровідної, католіту та аноліту

Хімічний склад	Одиниця вимірювання	ГОСТ2874-82, ДСанПіН383	СанПіН Р* 2.1.4.1116-02	Нормативна документація на методи дослідження	Водопровідна	Католіт	Аноліт
Сухий залишок	мг/дм ³	100 – 1000	100 – 1000	ГОСТ 18164	385	218	165
Водневий показник	од. рН	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	ISO 10523	8	10,2	2,74
Загальна лужність	ммоль/дм ³				4,8	3,55	н/в
Жорсткість загальна	моль/м ³	1,5 – 7	1,5 – 7	ГОСТ 4151	5,6	1,4	1,35
Загальне залізо	мг/дм ³	≤0,3	≤0,3	ГОСТ 18294	н/в	н/в	0,85
NO ₃ ⁻	мг/дм ³	≤45	≤20	ГОСТ 4192	11	5	>130
NO ₂ ⁻	мг/дм ³	≤3,3	≤0,005	ГОСТ 4192	0,003	0,03	н/в
NH ₄ ⁺	мг/дм ³		н/д	ГОСТ 23268.10	0,1	н/в	0,5
Cl ⁻	мг/дм ³		≤350	ГОСТ 4245	23,7	14,2	89,0
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³		≤500	ГОСТ 4389	90	20	130

ЛІТЕРАТУРА

1. Куртов В.Д. Об удивительных свойствах электроактивированной воды. Киев, НПФ «Эковод»: К.: «Издательство ГУИКТ», 2011, -236стр.

Науковий керівник: Д.П. Коломієць

16

СЕКЦІЯ

**ПРИКЛАДНОЇ
МЕХАНІКИ,
ПАКУВАЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ ТА
ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ**

*16.1. ПІДСЕКЦІЯ МАШИН І ТЕХНОЛОГІЙ
ПАКУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ*

Голова підсекції — проф. А.І. СОКОЛЕНКО
Секретар підсекції — доц. В.С. КОСТЮК

Ауд. А-410

**1. ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДОВИХ ПОХИБКИ
ДОЗУВАННЯ СИПКОЇ ПРОДУКЦІЇ
ЛІНІЙНИМИ ВАГОВИМИ ДОЗАТОРАМИ**

А.В. Деренівська

Національний університет харчових технологій

Для забезпечення технологічного процесу пакування сипкої продукції в споживчу тару сьогодні переважно використовуються лінійні вагові дозатори. Конструювання і дослідження таких дозаторів передбачає оцінювання їх метрологічних характеристик і шляхів підвищення точності і продуктивності. За основний критерій ефективності роботи дозатора прийнято точність дозування. Важливим компонентом підвищення точності дозування і продуктивності є раціональне розташування зважувальної місткості відносно робочого органу живильника [1, 2].

Для визначення раціонального розташування зважувальної місткості прийнято такі припущення: сипка продукція — незв'язна, дрібнофракційна, переміщення якої в зважувальну місткість можна розглядати за законами гідравліки; інтенсивність подачі продукції живильником є сталою величиною.

Для більшості лінійних вагових дозаторів застосовують вібраційні та стрічкові живильники, які розташовують горизонтально та під кутом до горизонту (рис. 1).

Раціональне розташування зважувальної місткості відносно робочої поверхні переміщення продукції можна визначати за формулою:

$$y_0 = y_k + (2/3) H. \quad (1)$$

Кінцеве значення рівня шару продукції, що перемістилась в зважувальну місткість, відносно робочої поверхні переміщення продукції для: вібраційного живильника:

$$y_k = \lambda \cdot V_0^2 \cdot \{ \lambda + [(\lambda^2 + \sin^2(\alpha))]^{0.5} \} / g; \quad (2)$$

стрічкового живильника:

$$y_k = (\lambda \cdot V_0)^2 / g + R - \pi \cdot (0,5\pi - \alpha) / (2\pi) \cdot (\delta + 2R) + \quad (3)$$

$$+ \lambda \cdot V_0 \cdot [V_0^2 \cdot (1 + \lambda^2) - 2\pi \cdot g \cdot (0,5\pi - \alpha) / (2\pi) \cdot (\delta + 2R) + 4g \cdot R \cdot \sin^2(0,5\alpha)]^{0.5} / g .$$

де λ — аеродинамічний коефіцієнт опору повітря потоку продукції; V_0 — середня швидкість переміщення продукції робочим органом живильника; α — кут нахилу живильника до горизонту; H — висота зважувальної місткості; R, D — радіус та діаметр приводного барабану стрічкового живильника; δ — висота шару продукції на живильнику; g — прискорення вільного падіння.

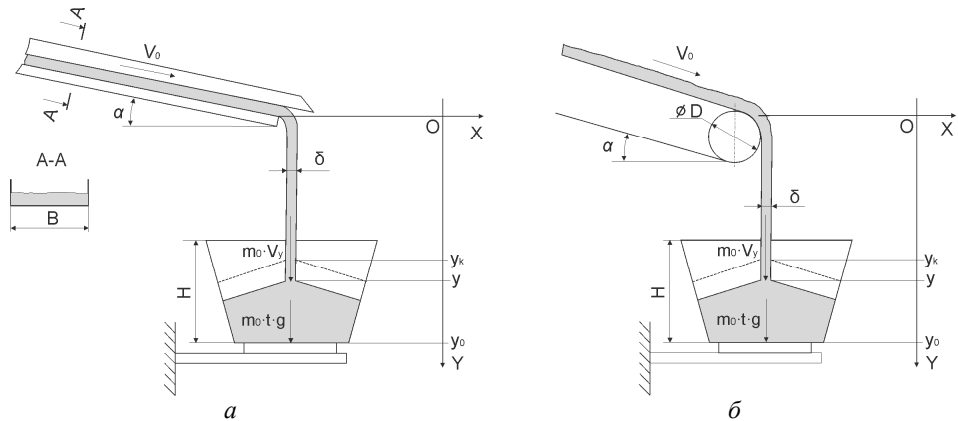


Рис. 1. Схема навантаження датчика вимірювання ваги зважувальної місткості з продукцією для дозатора:
a — з вібраційним живильником; *б* — із стрічковим живильником

Результати дослідження показали, що основним параметром, який визначає раціональне розташування зважувальної місткості, є швидкість руху продукції в момент її сходження з несучої площини живильника.

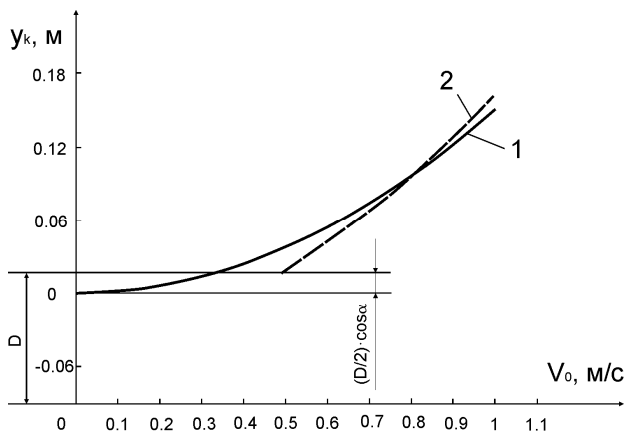


Рис. 2. Кінцеве значення рівня шару продукції, що перемістилась в зважувальну місткість, відносно робочої поверхні переміщення продукції живильником:
 1 — вібраційним; 2 — стрічковим (кут розташування живильників відносно горизонту прийнято $\alpha = 6^\circ$)

У результаті виконаних досліджень встановлено: зменшити до мінімуму вплив однієї із складових динамічної похибки дозування можна за рахунок раціонального розташування зважувальної місткості; одним із технічних рішень для регулювання положення зважувальної місткості відносно поверхні робочого органа живильника може бути встановлення зважувальної системи на приводні рухомі напрямні за допомогою яких здійснюється відповідне керування.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І.* Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / К.: ІАЦ «Упаковка», 2008. — 436 с.
2. *Катальмов А.В., Любартович В.А.* Дозирование сыпучих и вязких материалов / Л.: Химия, 1990. — 240 с.
3. *Овчаренко А.И., Серета А.Д., Шатира М.В.* Погрешность дозирования сыпучих продуктов / Упаковка. — 2007. — № 1. — с. 44 – 47.
4. *Масло М.А.* Вдосконалення вагових дозаторів / Упаковка. — 2003. — № 28. — с. 29.

Науковий керівник: О.М. Гавва

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ В ПРОЦЕСІ ПОДРІБНЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ РОТОРНОЮ ДРОБАРКОЮ

О.І. Горчаков, О.М. Журибеда, К.В. Пашенко
Національний університет харчових технологій

Існуюче обладнання для подрібнення полімерних матеріалів характеризується низьким коефіцієнтом корисної дії, що обумовлено, перш за все, багаторазовим деформуванням частинок матеріалу і їх сукупності, яке супроводжується зовнішнім тертям частинок між собою і об робочі органи, пластичними деформаціями, і лише в малому ступені — власне їх руйнуванням.

Якщо врахувати той факт, що полімерні матеріали мають широкий спектр фізико-механічних властивостей і їх подрібнення супроводжується рядом супутніх процесів, таких як деполімеризація, взаємодія з киснем, деструкція і ін., то стає очевидним низька ефективність експериментально — статистичних методів вдосконалення обладнання для їх подрібнення, а в свою чергу і організація технологічних процесів.

Для успішного подрібнення полімерних матеріалів з різними фізико-механічними властивостями необхідне всебічне вивчення залежності дисперсності, продуктивності і енерговитрат від конструктивних і технологічних параметрів обладнання.

У зв'язку з цим дослідження процесів подрібнення полімерних матеріалів, що забезпечують необхідну дисперсність, і низькі питомі енерговитрати є актуальною задачею.

Метою роботи є дослідження режимів експлуатації дробарки для подрібнення відходів полімерних матеріалів, які дозволяє отримувати вторинну сировину необхідної дисперсності при мінімальних енерговитратах.

Дробарка була умовно розподілена на функціональні зони, які характеризувались характером процесів подрібнення. Це зона завантаження матеріалу, зона

транспортування матеріалу, зона взаємодії матеріалу з робочими органами, які здійснюють його руйнування, і зона видалення кінцевого продукту.

Була розроблена математична модель завантаження і руйнування матеріалу з урахуванням його температури, швидкості і механічних умов деформування та видалення кінцевого продукту з дробарки. Встановлено, що опір, який створює потік подрібненого продукту під час виходу з дробарки суттєво впливає на енергетичні показники процесу подрібнення. Було проаналізовано процес проходження подрібнених частинок через сито дробарки та розроблена розрахункова схем сил, яка представлена на рис. 1. Швидкість руху частинки описується рівнянням 1 і залежить від кінематичних параметрів ротора та геометричних розмірів отворів сита.

$$v_r = \left(r_0 - \frac{F_m}{m\omega^2} \right) \times \left(\frac{\omega d}{R} - \frac{\omega d^2}{R^2} \right) \quad (1)$$

Радіус r_0 знайдемо з рівняння:

$$r_0 = \frac{1}{2} \left(R + \sqrt{R^2 - \frac{m\chi\beta}{\pi\rho L}} \right) \quad (2)$$

де m — маса матеріалу в порожнині дробарки в момент часу t ; χ, β — відповідно коефіцієнти, що враховують залежність насипної густини матеріалу від розміру частинок і нерівномірність розподілу маси матеріалу по порожнині дробарки; r — поточний радіус руху матеріалу уздовж поверхні ножа дробарки; F_m — сила тертя частинки матеріалу об поверхню ножа; ω — кутова швидкість.

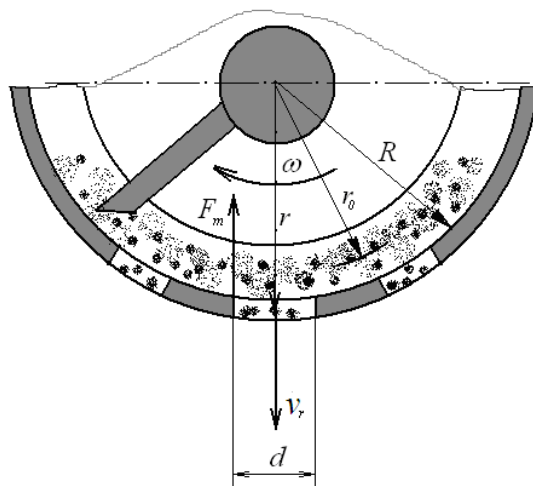


Рис. 1. Схema руху подрібненого продукту скрізь отвори решітки

Використовуючи рівняння (1) і (2) отримані графічні залежності швидкості матеріалу скрізь отвори решітки від конструктивних і технологічних параметрів роторних дробарок рис. 2.

Таким чином отримані результати можна в подальшому використовувати для розробки нових зразків роторних дробарок для полімерних матеріалів.

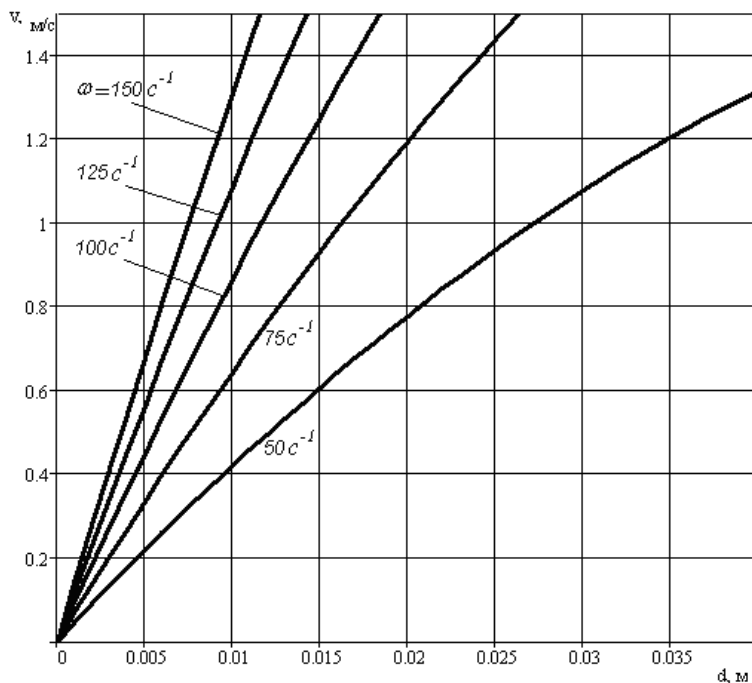


Рис. 2. Залежність швидкості проходження часток матеріалу від діаметра отвору при різних значеннях швидкості ротора

Керівник: М.В. Якимчук

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ СПОЖИВЧОЇ УПАКОВКИ МЕТОДОМ РОЗДУВАННЯ

Я.О. Осадчий

Національний університет харчових технологій

Пляшки з полімерів виготовляють методом видувного формування двома основними способами. У першому випадку, який називають екструзією з роздуванням (ЕР) (рис. 1), полімер розплавляють в спеціально підігріваних шнекових насосах — екструдерах, видавлюють з нього порожній циліндр — трубку заготовку (рис. 2), яка надходить у форму. Розплавлений полімер роздувається повітрям і остигає на холодних стінках прес-форми. В іншому випадку — інжекційно-видувного формування (ІВ) (рис. 1, в) — спочатку методом лиття під тиском виготовляють заготовку у вигляді пробірки — преформу. Преформу нагрівають, поміщають у прес-форму і роздувають стисненим повітрям. Далі готовий виріб остигає на холодних стінках прес-форми. Історично екструзійно-видувне формування пляшок виникло раніше. Однак останнім десятиліттям метод інжекційно-видувного формування значно потіснив перший, і навіть деякі провідні фірми припинили випуск устаткування для екструзійно-роздувного формування. Але в останній час, спостерігається різке зростання інтересу до цього методу виробництва пластмасових пляшок. Десять років тому поліетилентерефталат (РЕТ) — полімер, з якого виготовляють переважну кількість преформ, коштував в 5 разів дорожче

поліетилену, поліпропілену та інших полімерів, і тому тоді більшість пляшок з полімерів проводили методом екструзійно-роздувального формування. Але саме тоді були здешевлені методи синтезу ПЕТ. Машинобудівники відреагували миттєво — відразу ж почалося виробництво устаткування для литва преформ і видування пляшок з ПЕТ. Високопродуктивні агрегати здатні виробляти до 40 тис. преформ на годину і видувати на годину до 24 тис. пляшок. Коефіцієнт капітальних витрат у разі видува пляшок з преформ став нижчий, ніж ККЗ для екструзійно-видувального формування. Чотири-п'ять років тому почався інтенсивний розвиток виробництв ІВ і в Росії. Побудовано кілька потужних заводів по виробництву преформ. Через дешевизну робочої сили в Росії вигідно поставити п'ять-шість дуже дешевих напівавтоматів для видува, ніж один дорогий автомат. Тому швидко виникли фірми — виробники таких напівавтоматів. Найбільша з них — «Поступ». Але, як правило російський споживач набуває один видувний напівавтомат з середньою продуктивністю видува 600 пляшок на годину. Ця величина відповідає середнім показникам продуктивності екструзійно-видувальних агрегатів. За коефіцієнтом капітальних витрат обладнання такої потужності для ЕР програє аналогічного обладнання для ІВ в 1.5 – 2 рази, але цей недолік сторицею окупається завдяки більш широким можливостям методу ЕР. Для того, щоб аргументувати це твердження, розглянемо більш докладно процес видування пляшок методом ЕР в порівнянні з методом ІВ (рис. 1).

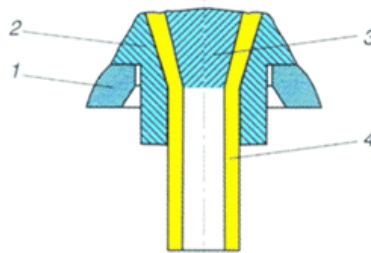


Рис. 1, а. Схема екструзійно-видувального формування:
1 — тіло трубної головки; 2 — мундштук; 3 — дорн; 4 — трубна заготовка

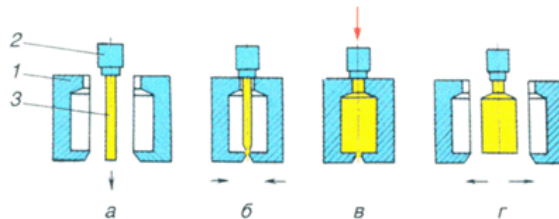


Рис. 1, б. Схема отримання трубної заготовки:
1 — прес-форма; 2 — трубна головка; 3 — трубна заготовка

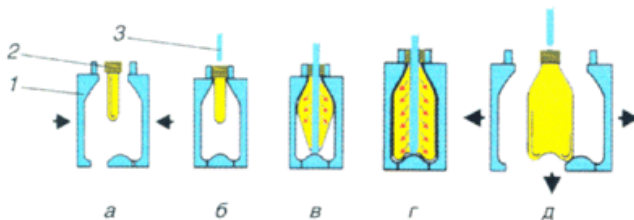
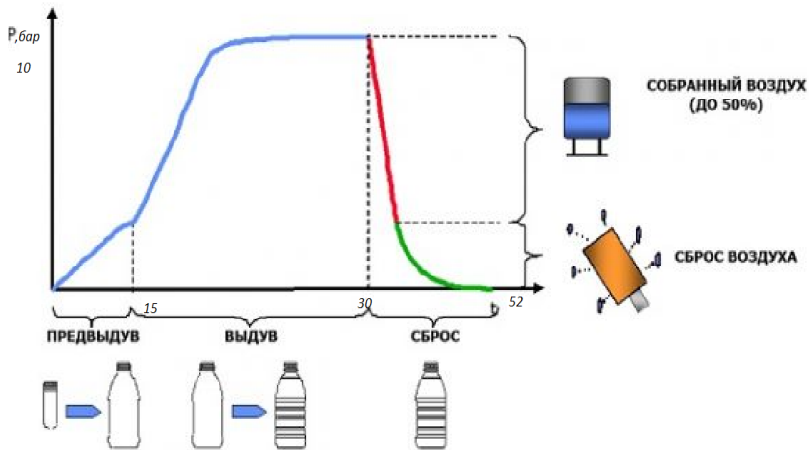


Рис. 1, в. Схема інжекційно-видувального формування:
1 — прес-форма; 2 — преформа; 3 — шток

Найістотнішим є те, що полімер при видуві пляшок різними методами перебуває в різних фізичних станах. При методі ЕР — це рідина, а при ІВ — стан плавлення. Це означає, що в першому випадку деформація заготовки пластична — тиск роздування невелике, і пророблення дрібних деталей пляшки — бордюрів, логотипів, ребер і т.п. — дуже чітке. Коли пляшку формують з преформи деформація заготовки пружна, для якісного видування необхідно значно більший тиск, опрацювання деталей утруднене і, як правило, значно гірше. Інжекційно-видувне формування пляшок має більш низький коефіцієнт капітальних витрат у порівнянні з методом ЕР, якщо користувач закупає преформи у фірм, що спеціалізуються на їх виробництві. Особливості процесів лиття преформ і подальшого видування з них пляшок накладає суттєві обмеження на величини товщин стінок заготовки, а отже, і пляшки.



Науковий керівник: А.І. Волчко

4. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАГРiВАННЯ ПЕТ-ПРЕФОРМ ПЕРЕД ЇХ РОЗДУВАННЯМ

Є.С. Дубовик

Національний університет харчових технологій

ПЕТ — поліетилентерефталат — користується великим успіхом на ринку пакувальних матеріалів. Зараз ПЕТ застосовують у виробництві тари для різноманітних видів харчової, хімічної, косметичної продукції. ПЕТ в багатьох випадках може замінити скло та інші види полімерних пакувальних матеріалів. Поряд з його особливими фізичними властивостями, ПЕТ має ще одну важливу перевагу — прийнятну ціну. ПЕТ використовують в якості матеріалу для пакування харчових продуктів приблизно з початку 1970-х р. Особливою популярністю він став користуватись у 1980-ті р., а в 1995 – 99 р. р. випуск ПЕТ-упаковки для напоїв зріс удвічі. З 1990 по 1998 роки ПЕТ-упаковка збільшила свою долю на ринку пакувальних матеріалів для напоїв з 9 % до 30 %.

Матеріалом для виробництва ПЕТ-упаковки є преформа з гранульованого полімеру-поліетилентерефталату. Після попереднього розігріву преформи з неї розтягуються і видувуються пляшки. Тому важливою частиною видування пляшки є попередній розігрів преформи за допомогою пристрою для нагрівання ПЕТ-преформ яка складається з нагрівальної камери, вертикального конвеєра з гніздами у вигляді штирів та механізму завантаження преформ в гнізда конвеєра та перевантажувача преформ, який складається із зіштовхувача преформ та направляючого апарата.

При нагріванні заготовки треба досягти рівномірного температурного поля заготовки, яке забезпечить рівність фізичних характеристик полімеру в кожній точці заготовки, а тому заготовка обертається навколо своєї осі що і забезпечує досягнення рівномірного температурного поля заготовки. Механізм завантаження преформ (рис. 1.) в гнізда конвеєра споряджено окремими живильниками на кожний паралельний ряд гнізд конвеєра, між живильниками і гніздами під фіксуючим ободком преформ встановлено приводний вильчатий відсікач преформ, а відстань від опорної площини преформи на гнізді конвеєра до края живильника $L = H + \delta$, де H — довжина преформи, δ — технологічний зазор.

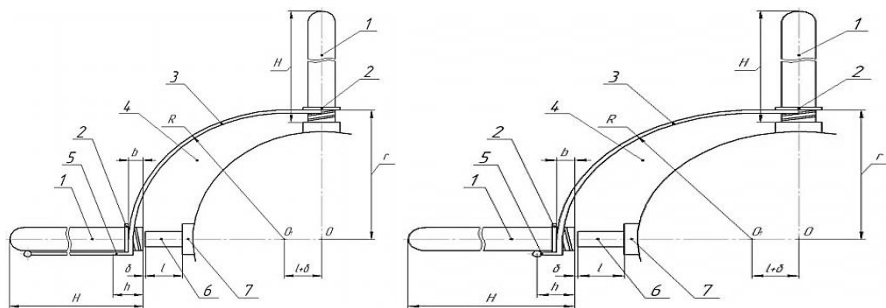


Рис. 1. Механізм завантаження преформ, вигляд спереду

1. Преформа; 2. Фіксуючий ободок; 3. Напрявні сектори;
4. Механізм перевантаження; 5. Упор; 6. Гніздо; 7. Планка

Перевантажувач преформ (рис. 2.) виконано у вигляді щонайменше двох напрямних на кожен преформу, встановлених під фіксуючим ободком преформ, робочий профіль яких виконано у вигляді чвертини сектора радіусом $R = r + l + \delta$, де r — відстань від центра зірочки конвеєра до фіксуючого ободка преформи; l — висота напрямного штиря гнізда; δ — технологічний зазор, і на кожній парі напрямних секторів зі сторони лійок встановлені упори на відстані h ($H - b$), де H — довжина преформи; b — довжина різьбової ділянки преформи. В залежності від вибору відстані h можна орієнтувати заготовку горловиною вверх або вниз.

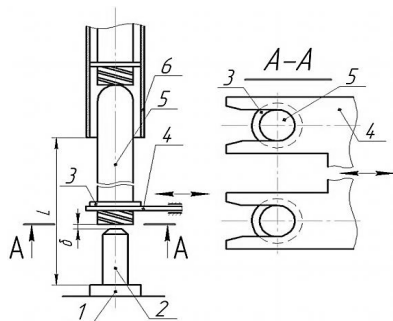


Рис. 2. Перевантажувач преформ

1. Планка; 2. Гніздо;
3. Фіксуючий ободок;
4. Приводний вильчатий відсікач;
5. Преформа; 6. Живильник;

За результатом проведення дослідження подано шість заявок патентів на корисну модель і винаходів, одержано два патента на корисну модель, один на винахід.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І., Кохан О.О. Пакувальне обладнання; Підручник — К. ІАЦ «Упаковка». — 2010 — с.744: іл..

Науковий керівник: А.І. Волчко

5. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПРЕСУВАННЯ ВИКОРИСТАНИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Н.Ю. Рафальська

Національний університет харчових технологій

Пресування використаних пакувальних матеріалів у брикети являється одним із основних методів зменшення об'єму з метою раціонального використання як транспорту, що перевозить відходи, так і технологічного об'єму на об'єктах їх полігонного захоронення. Ущільнені відходи дають меншу кількість газових викидів, при цьому знижується вірогідність виникнення пожеж, ефективніше використовується земельна площа полігону. Усувається вітрове розкидання відходів по поверхні полігону. Завдяки високій щільності брикетів усувається можливість samozapalennya використаних пакувальних матеріалів.

Мета роботи: розробка наукових основ технології пресування брикетів використаних полімерних відходів, що володіють високою якістю, яка необхідна для технологічних операцій транспортування і захоронення брикета.

З метою вирішення проблеми утилізації полімерних відходів були запропоновані два пристрої: ланцюговий прес і пристрій для пресування матеріалу.

Ланцюговий прес складається з нескінченних металевих ланцюгів, які охоплюють приводні і натяжні зірочки. На ланцюгах закріплені пластини з однаковим кроком t по всій дожині ланцюгів. Ланцюги від протилежних приводних валів рухаються із різними швидкостями v .

Ступінь пресування k визначається як $k = v_1/v_2$, де v_1 — швидкість руху ланцюгів одного приводного вала, v_2 — швидкість руху ланцюгів протилежного приводного вала і v_1 більше v_2 .

Таке конструктивне рішення пристрою дозволить спростити його конструкцію, забезпечити максимальне ущільнення матеріалу і реалізувати процес безперервного пресування брикетів матеріалу.

Пристрій складається із завантажувального бункера, камери пресування та пресуючих пластин з приводом. Передбачається виконання щонайменше двох камер пресування, а пресуючі пластини закріпити діаметрально протилежно на приводному валу. Пресуючі пластини пресують матеріал, як при прямому, так і при зворотному ходах.

В процесі пресування може наступити такий момент, коли матеріал буде стискатися, при цьому перша порція матеріалу буде залишатися нерухомою.

Метою проведених нижче досліджень являється отримання розрахункових рівнянь для визначення максимальної зони пресування, мінімального зусилля пресування і допустимої кількості порцій матеріалу.

При переміщенні ряду порцій на кожну порцію буде діяти рушійна сила $P_{руш}$ і сумарна сила опору $P_{оп}$:

$$P_{оп} = fmg + P_{пр} + ma_i, \quad (1)$$

де $P_{пр} = kyc + \Delta y k$ — кількість доз; c — жорсткість матеріалу, що вимірюється в перпендикулярному напрямку; y — попередня лінійна деформація.

$$P_{руш} = f_1 + mg \quad (2)$$

Маючи значення допустимої деформації $[\Delta x]$, можна визначити допустиму кількість порцій:

$$n \leq \frac{\lambda [\Delta x]}{mgf} \quad (3)$$

Довжина зони пресування визначається L , яка необхідна для переміщення першої порції на величину l_1 визначається за формулою:

$$L = l_1 + X_n, \quad (4)$$

де X_n — сумарна деформація n -ої порції.

За результатом проведення дослідження подано вісім заявок патентів на корисну модель і винаходів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Соколенко А.І., Яровий В.Л., Піддубний В.А., Васильківський К.В., Шевченко О.Ю. — Моделювання процесів пакування: Підручник / Вінниця: Нова книга, 2004. — 272 с.

Науковий керівник: А.І. Волчко

6. РОЗРОБКА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ НАГРІВАННЯ ПЕТ-ПРЕФОРМ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ РОБОТИ

С.І. Шулятицька

Національний університет харчових технологій

Пляшки з ПЕТ мають досить поширене використання в харчовій промисловості України, зокрема для фасування в них напоїв та іншої рідкої продукції.

Процес виготовлення ПЕТ пляшки складається з попереднього нагріву ПЕТ преформ з подальшим їх видуванням стисненим повітрям в металевих формах. Якість виготовленої ПЕТ ємкості багато в чому залежить від якості нагрівання ПЕТ преформ перед видуванням. Відомо багато конструкцій пристроїв для нагрівання ПЕТ преформ. Здебільшого такі конструкції мають недоліки, а саме складну конструкцію і підвищені габарити.

Запропонована конструкція пристрою для нагрівання ПЕТ преформ (рис. 1), яка складається з робочого диска 1 з радіальними пазами 2, в яких розміщені заготовки 3 ПЕТ преформ. З обох боків преформ 3 знизу встановлено нагрівальні елементи 4, а зверху диска 1 встановлено напрямну 5, яка фіксує ПЕТ преформи 2 від переміщення в пазах 5 в процесі їх нагрівання.

Після нагрівання заготовок ПЕТ преформ вони виводяться із пазів 2 спеціальною фігурною напрямною (рис. 2), робочий профіль якої описується радіусом

$$R = 0,5c/\sin\alpha,$$

де c — відстань між початковою і кінцевою позиціями преформи у вивантажуючого механізму, α — центральний кут між початковою і кінцевою позиціями преформи у вивантажуючого механізму.

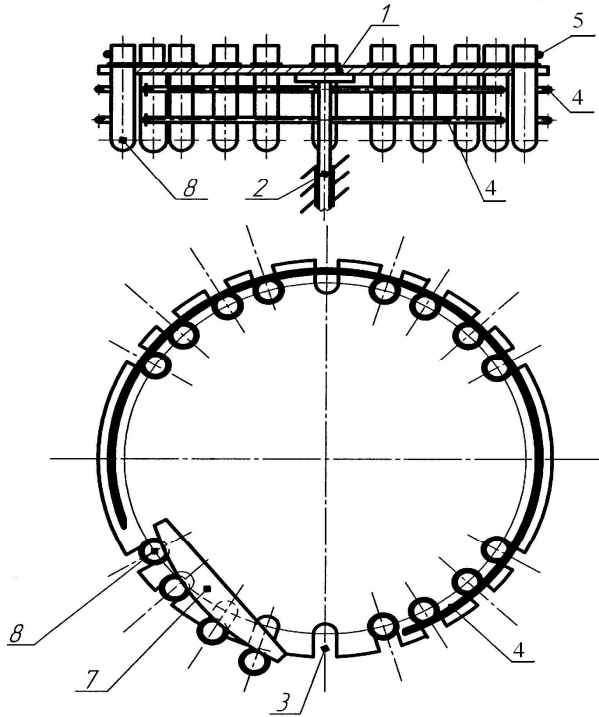


Рис. 1

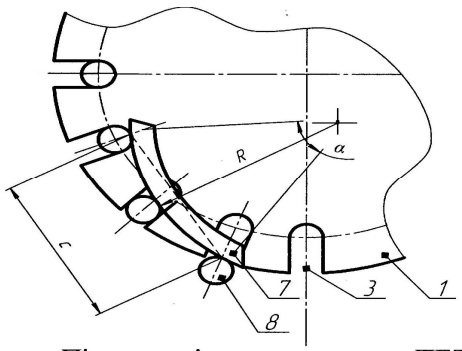


Рис. 2

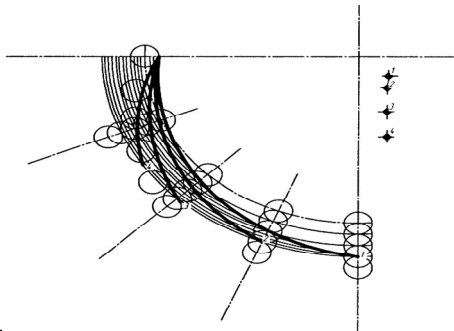


Рис. 3

На рис. 3 показано конструкцію напрямної для варіантів зони вивантаження, яка обмежена відстанню від 2-х до 4-х пазів.

За результатами проведених досліджень показано низку заявок на одержання патентів України на корисні моделі та винаходи.

Науковий керівник: А.І. Волчко

7. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРИБОРІВ ОПЕРАЦІЇ ФОРМУВАННЯ СПОЖИВЧИХ УПАКОВОК З КАРТОННИХ ПЛОСКОСКЛАДЕНИХ ЗАГОТОВОК

І.О. Богославський

Національний університет харчових технологій

На сьогоднішній день значна частка сипкої продукції в різних галузях народного господарства фасується в картонні пачки. Значного поширення набули пакувальні машини, в яких формування картонних пачок здійснюється із плоскоскладених заготовок.

Для захоплення, утримання та переміщення плоскоскладених заготовок найчастіше застосовують вакуумні захоплювальні пристрої. Задача розрахунку вакуумних захоплювальних пристроїв зводиться до визначення необхідної і достатньої сили утримання, яка залежить від ступеня розрідження в порожнині захоплювального елемента, геометричних розмірів заготовки та дії зовнішнього навантаження.

Процес формування споживчих упаковок з картонних плоскоскладених заготовок в пакувальних машинах може здійснюватися за допомогою активних або пасивних робочих органів. У якості активних робочих органів використовують рухомі напрямні з пневмоприводом. Для збільшення продуктивності машин з пневматичним приводом необхідно збільшити швидкість рухомих частин приводу, що зменшить час спрацювання відповідних механізмів. Гальмування рухомих частин в кінці ходу бажано при використанні приводу в якості ударного, оскільки в іншому випадку при ударі поршня по кришці виникають перевантаження конструкції приводу, що викликає руйнування. Тому необхідно проводити розрахунок конструктивних параметрів високошвидкісних пневматичних приводів з гальмуванням в кінці ходу.

Проаналізувавши процес формування споживчих упаковок з картонних плоскоскладених заготовок, можна зробити висновок, що при розкриванні (формуванні) упаковки пневмопривід не сприймає значних навантажень. Отже розрахунок конструктивних параметрів пневмоприводу зводиться до визначення максимальних значень швидкості, прискорення рухомих частин приводу при умові гальмування в кінці ходу, для уникнення руйнування та прискореному зносу приводу.

Обмеження цих максимальних значень необхідно вводити в момент контакту (удару) активної напрямної та бічної грані плоскоскладеної заготовки. Такі обмеження визначають відповідно до значення необхідної і достатньої сили утримання, яка як зазначалося, залежить від дії зовнішнього навантаження, або такі обмеження залежать від міцностних характеристик плоскоскладеної заготовки.

В процесі дослідження пристроїв для формування споживчих упаковок з картонних плоскоскладених заготовок було розроблено дві корисні моделі, на сьогоднішній день отримані позитивні відгуки щодо видачі патенту («Модуль захоплення, розкривання плоскоскладених заготовок з активною напрямною» заявка № u 2012 11182 та «Модуль переміщення вакуум захоплюючого пристрою» заявка № u 2012 07587). Для вирішення цієї задачі на практичному рівні була розроблена та виготовлена експериментальна установка, рис. 1.

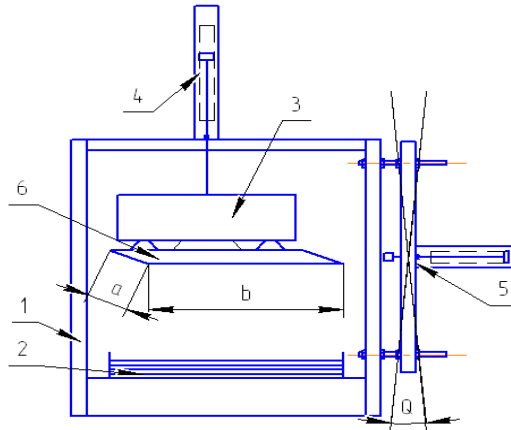


Рис. 1. Схема експериментальної установки

- 1 — рама; 2 — магазин; 3 — платформа; 4 — пневмопривід платформи;
 5 — механізм формування; 6 — плоско складена заготовка;
a — висота заготовки; *b* — ширина заготовки;

В залежності від кута нахилу Q та способу захвату заготовки: за допомогою присоски, фактичну силу утримання знайдемо за формулою (1):

$$P_{\text{ф.ут.}} = m_{\text{заг}} \cdot g + \left[\left(m_{\text{напр}} \cdot \ddot{S} \cdot \cos Q \cdot k_3 \right) + \left(m_{\text{напр}} \cdot \ddot{S} \cdot \sin Q \cdot k_2 \right) \right] \cdot x;$$

де, $m_{\text{заг}}$; $m_{\text{напр}}$ — маса заготовки та напрямної; k_3 , k_2 — коефіцієнти запасу; x — відстань від присоски до точки прикладання сили удару. В загальному вигляді фактична сила утримання:

$$P_{\text{ф.ут.}} = k_1 \cdot (P_a - P_M) \cdot n \cdot s_{\text{еф.}};$$

де k_1 — коефіцієнт що враховує неплоскісність, пористість; n — кількість присосок $n = 4$ або $n = 1$; $s_{\text{еф.}}$ — ефективна площа.

Результатом проведення дослідження є оптимізація процесу формування споживчих упаковок з картонних плоскоскладених заготовок, визначення найоптимальніших значень швидкодії пневмопривода механізму формування споживчої упаковки та відповідно значення фактичної сили утримання.

Науковий керівник: О.М. Гавва

8. СИНТЕЗ СТРУКТУРИ ТА ВИБІР КОМПОНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПАКУВАННЯ ПЛАСТИЧНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ У СПОЖИВЧУ ТАРУ

Я.О. Мирошніченко

Національний університет харчових технологій

Для досягнення максимального економічного ефекту виробникам необхідно постійно забезпечувати відповідності упаковки характеристикам тієї продукції,

яка позиціонується. Сучасні виробники не шукають простих шляхів і ставлять нестандартні завдання, прагнучи випустити продукцію, що перевершує за своїми споживчими якостями представлені на ринку аналоги. Закономірно виникає потреба в оновленні виробництва і кожен виробник приймає рішення, керуючись різними міркуваннями. Але існує перелік загальних вимог, що пред'являються до фасувально-пакувального обладнання. Він включає точність фасування, достатню продуктивність і доступну ціну, високу якість упаковки на виході. За задоволенням перших трьох вимог на світовому ринку лідирують пакувальні машини італійських, німецьких, японських та американських компаній. Але це сучасне високотехнологічне обладнання має суттєвий недолік — високу ціну. Заощадити гроші, не економлячи при цьому на якості, можна купуючи вітчизняне обладнання, виконане у відповідності з європейськими стандартами.

Вимоги сучасних компаній можуть задовольнити швидкісні і високопродуктивні вітчизняні пакувальні автомати, які розроблені з урахуванням інноваційних технологій. Українське ж обладнання купують, в основному, керуючись критерієм дешевизни. До того ж, попитом користується нескладне обладнання з набором робочих органів для виконання простих операцій. Ця проблема актуальна і для сегменту машин для пакування пластичної харчової продукції у споживчу тару.

Пакування пластичної продукції — це складний технологічний процес, який можна представити сукупністю цілого ряду операцій. Кожна із цих операцій, в свою чергу, виконується в кілька прийомів і супроводжується допоміжними операціями та проміжним контролем і блокуванням [1]. Крім цього під час проектування машин необхідно враховувати найважливіші фізико-механічні властивості харчових продуктів. Для науково обґрунтованого врахування цих властивостей необхідна систематизація даних щодо них.

Основні фізико-механічні властивості пластичних продуктів можна класифікувати за характером прикладання до продукту зовнішніх сил і спричинених ними деформаціях: зсувні властивості проявляються при впливі дотичних зусиль, компресійні — при впливі нормальних зусиль і поверхневі — при зсуві або відриві продукту від твердої поверхні.

Способи фасування пластичної продукції можна звести до трьох принципово різних методів:

- випресовування або розвальцьовування продукції у вигляді безперервного бруска, стрічки чи джгута з наступним відрізуванням або виділенням окремих порцій;
- випресовування продукції у проміжні камери (форми) з наступним виштовхуванням або витрушуванням із них відформованих порцій;
- випресовування відміряної порції продукції в попередньо підготовлену тару, яку в подальшому потрібно тільки герметизувати.

За конструкцією машини для пакування пластичних продуктів дуже різноманітні та достатньо повної методики компонування їх не розроблено.

Таким чином можна зробити висновок, що відсутність науково обґрунтованої методики вибору структури пакувального обладнання для пластичних харчових продуктів значно ускладнює роботу по їх створенню, призводить до необхідності перестраховування, тобто прийняття завищених значень деяких параметрів, що негативно впливає на вартість, якість і ефективність розробленої конструкції. Це викликає необхідність у розробці нової методології проектування машин цього типу з використанням відповідного програмного забезпечення, адаптованого до

машин даного типу, яке б дозволило з високою достовірністю здійснити синтез усіх допустимих варіантів компонувань із визначеного набору функціональних модулів, їх оцінку та вибір кращого [2].

Для досягнення поставленого завдання було вирішено такі задачі:

- проведено аналіз існуючих технологічних схем і конструктивних виконань машин для пакування пластичних продуктів у різні види і типи споживчої упаковки;
- проведено аналіз типових функціональних модулів, розглянуто варіанти їх конструктивного виконання;
- розглянуто методи оптимізаційного синтезу обладнання для пакування пластичних продуктів;
- запропоновано систему критеріїв оцінки ефективності роботи машин для пакування пластичних продуктів, які б оцінювали якість конструкції машини.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гавва О.М.* Пакувальне обладнання: в 3-х т. /О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко. — К.: ІАЦ «Упаковка» — 2008. — 1 т.: Обладнання для пакування продукції у споживчу тару. — 436 с.

2. *Гавва О.М.* Модульна система проектування пакувального обладнання для пакування в'язких харчових продуктів / О.М. Гавва, С.В. Токарчук, А.В. Чуприна
Наукові керівники: О.М. Гавва, С.В. Токарчук

9. СИНТЕЗ СТРУКТУРИ ТА ВИБІР КОМПОНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ПАКУВАННЯ В'ЯЗКИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ У СПОЖИВЧУ ТАРУ

А.М. Головач

Національний університет харчових технологій

На сьогоднішній день особливе місце серед пакувального обладнання займають машини для пакування в'язких речовин, оскільки з їх допомогою можна пакувати значний асортимент продукції у багатьох сферах промисловості — харчовій, хімічній, фармацевтичній тощо.

Пакувальні машини даного виду належать до багатопозиційних технологічних машин послідовної та паралельної дії. Їх структура формується на основі модульного принципу як методу побудови різних технічних систем з різноманітними характеристиками шляхом компонування їх з типових модулів для створення матеріальних та енергетичних зв'язків між ними. Порядок розміщення та кількість цих модулів визначається послідовністю виконання технологічної операції пакування та числом робочих позицій, з яких вона складається [1].

Більшість в'язких харчових продуктів, будучи складними багатокомпонентними дисперсними системами, є суцільними середовищами, які не можна описати ні за законом Гука, ні за законом Ньютона, хоча в той же час вони проявляють за певних умов і пружні властивості і властивості в'язкої ньютонівської рідини.

Складність технологічної топології пакування в'язких продуктів у споживчу тару, його багатовимірність як за кількістю складових елементів, так і за кількістю виконуваних функцій, високий ступінь взаємозв'язку та параметричного взаємовпливу зумовлюють певні труднощі дослідного та розрахункового характеру під час

розв'язання задач аналізу та синтезу такого типу обладнання. Особливість розробки обладнання для пакування таких продуктів полягає ще й у тому, що потрібно одночасно вирішувати цілий комплекс питань, в число яких входить:

- забезпечення достатньо високої продуктивності обладнання;
- забезпечення значного варіювання величиною дози при мінімальних витратах часу на переналагодження;
- пакування широкого асортименту продуктів із значним діапазоном в'язкості;
- забезпечення точності дозування продукту;
- використання новітніх пакувальних матеріалів та типів упаковки тощо.

Все вище перераховане викликає необхідність в структурному удосконаленні пакувальних машин для адаптації їх під стрімко зростаючі вимоги виробництва. І саме тому все більш важливою стає проблема створення високотехнологічного обладнання для підвищення ефективності пакування в'язких продуктів.

Протягом тривалого часу провідним напрямком вирішення цих питань була часткова або повна модернізація існуючих пакувальних машин. Однак, такий підхід поступово вичерпує свої можливості.

Використання застарілих методів проектування призводить до зниження ефективності пошуку кращого результату серед можливих альтернатив. Застосування відомих методів оптимізаційного синтезу вимагає невиправдано значних витрат часу для оптимізації конструкції машин складної будови, а автоматизація проектування зводиться в основному до створення електронних моделей машин і має обмежені можливості вибору оптимальної конструкції. На сучасному етапі розвитку пакувальної техніки тільки на рівні вдосконалення методів проектування може бути досягнуто подальше підвищення показників ефективності [2]. Це викликає необхідність у розробці нової методології проектування машин даного типу з використанням відповідного програмного забезпечення, адаптованого до специфіки машин даного призначення, яке б дозволило за максимально короткий строк та з високою достовірністю здійснити синтез усіх допустимих варіантів компонувань із визначеного набору функціональних модулів, їх оцінку та вибір кращого.

Для досягнення поставленого завдання було вирішено такі задачі:

- проведено аналіз існуючих технологічних схем і конструктивних виконань машин для пакування в'язких продуктів у різні види і типи споживчої тари;
- проведено аналіз типових функціональних модулів, розглянуто варіанти їх конструктивного виконання;
- розроблено систему кодування функціональних модулів, метод опису структури пакувальної машини та моделювання компонувань на основі її модульної будови;
- розглянуто методи оптимізаційного синтезу обладнання для пакування в'язких продуктів;
- запропоновано систему критеріїв оцінки ефективності роботи машин для пакування в'язких продуктів, які б всесторонньо оцінювали якість конструкції машини.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гавва О.М.* Пакувальне обладнання: підручник / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І., Кохан О.О. — Київ: ІАЦ «Упаковка», 2010. — 744 с.
2. *Пальчевський Б.О.* Дослідження технологічних машин (моделювання, проектування, оптимізація): навч. посібник / Пальчевський Б.О. — Львів: Світ, 2001. — 232 с.

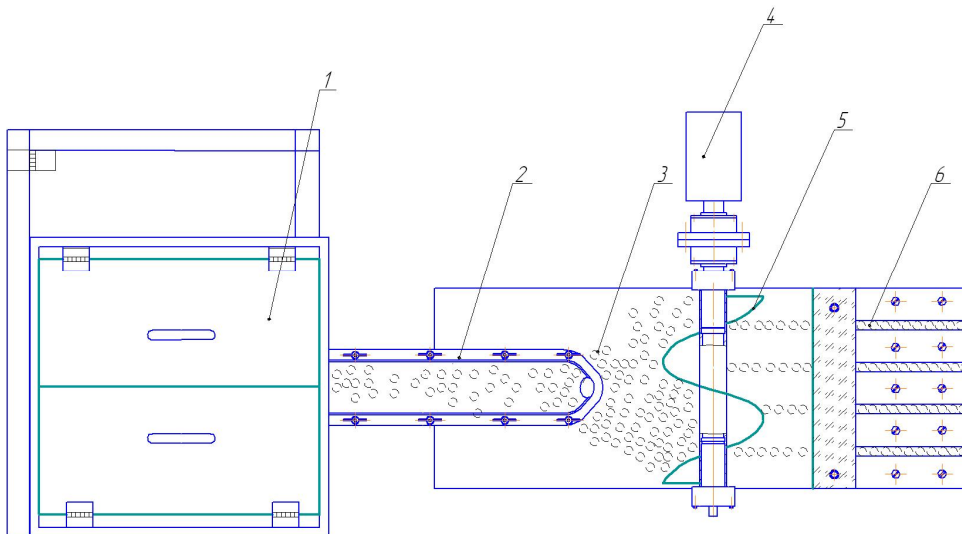
Наукові керівники: О.М. Гавва, С.В. Токарчук

10. РОЗРОБКА РОБОЧОЇ СИСТЕМИ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО БУНКЕРА ДЛЯ БЛІСТЕРНОЇ МАШИНИ

А.В. Легун

Національний університет харчових технологій

Гвинтові конвеєри (шнеки, транспортери) набувають все більшого поширення в різних галузях харчової промисловості. Вони переміщують штучні, сипучі, кускові, в'язко-пластичні та ін. типи продуктів. Широко застосовуються комплексні пристрої, що виконують функції транспортування в поєднанні з технологічними операціями. Техніко-економічна ефективність застосування гвинтових конвеєрів забезпечується їх перевагами простотою пристрою, невисокою вартістю виготовлення, компактністю в поперечному перерізі, можливістю герметизації жолобів, зручністю і простотою завантаження і розвантаження, простотою догляду в процесі експлуатації, а також можливістю вибору виду приводу. Зокрема можливо використання електромеханічного і пневматичного типу приводу. До недоліків можна віднести: відносно високі витрати енергії; необхідність рівномірної подачі продукту; намотування на гвинт і заклинювання його сторонніми предметами, що потрапляють у жолоб з матеріалом. Підвищений знос деталей шнеків, особливо при транспортуванні абразивних матеріалів, сипких мас, різних сумішей. Продуктивність шнека буде залежити від вибору матеріалу зовнішньої поверхні шнека, методу обробки при виготовленні, від кінематичних та динамічних характеристик, що обумовлюють використання такого робочого органу (рис. 1).



**Рис. 1. Загальна схема завантаження фармацевтичних
льодяників в дозувальні канали для блістерної упаковки**

1 — бункер; 2 — завантажувальний стіл; 3 — фармацевтичні льодяники;
4 — пневмопривід; 5 — шнек; 6 — напрямні канали

На прикладі розробки дозуючого бункера для блістерної машини нами було проведено аналіз різних схем зовнішнього навантаження шнеків, що переміщують

штучний продукт (фармацевтичні льодяники) з врахуванням зовнішніх зусиль, прикладених до об'єкта переміщення. Зокрема були складені рівняння руху для системи з похилим шнеком, що приводиться в рух за допомогою поворотного приводу. На базі обробки математичної моделі руху частин (фармацевтичні льодяники) по поверхні шнека отримуємо графічні залежності, які дають можливість розрахувати раціональні і кінематичні параметри переміщення продукту. Розроблена нами модель може бути адаптована для завантажувальної і дозуючої системи, що містить в якості робочого органу шнек.

ЛІТЕРАТУРА

1. Харламов С.В. Практикум по расчету и конструированию машин и аппаратов пищевых производств. — Л.:Агропромиздат. Ленинградское отд-ние, 1991 — 256 с.
2. Інтернет ресурси: <http://www.upakovka.com.ua>
3. <http://www.Findpatent.ru>

Науковий керівник: Л.О. Кривопляс-Володіна

11. ДИНАМІКА АМОРТИЗАТОРІВ З НЕЛІНІЙНИМИ ПРУЖНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ В ЩОКОВИХ ДРОБАРКАХ

Д.В. Дацкевич

Національний університет харчових технологій

Процес подрібнення завжди характеризується інтенсивними вібраціями обладнання, викликаних численними факторами. Великі динамічні навантаження, попадання подрібнюваного матеріалу на робочі органи негативно впливають на роботу в цілому. З однієї сторони, вібрації і динамічні процеси, які їх супроводжують, збільшують інтенсивність руйнування матеріалу, а з другої — виникає зношування і відмова деталей. Приведені негативні фактори призводять до зниження показників надійності роботи обладнання і погіршення процесів подрібнення.

Застосування віброгасильних пристроїв — демпферів дає змогу захистити від небажаних вібрацій робочу систему, підвищити її міцність і довговічність, як в цілому, так і окремих елементів.

Серед обладнання для переробки використаної упаковки, окрему частину займають дробарки. Для яких актуальним є питання застосування простих і надійних пристроїв віброгасіння. Розглядаючи ряд конструкцій дробарок скляної некондиції, був відокремлений клас щокрових дробарок — як найбільш проблемне обладнання з точки зору наявності вібрацій. В якості подрібнюваного матеріалу було розглянуто: скляне сміття, скляний бій. Що в подальшому переробляється в дрібну фракцію — гранулят, для переплавки в спеціальних скловарних печах.

Аналізуючи конструкцію щокрових дробарок, побудована фізико — математична модель для дробарки зі складним і простим рухом щоки. При проведенні досліджень нами було створено лабораторну систему, яка дозволила відобразити процес взаємодії між робочими органами дробарки і амортизаційним модулем, який дозволяє гасити вібрації в робочому режимі.

На базі проведених досліджень були здійснені розрахунки по: знаходженню динамічних впливів в робочій системі (рис. 2), побудові амплітудо частотної характеристики амортизатора, знаходженню коефіцієнта тертя в робочій системі.

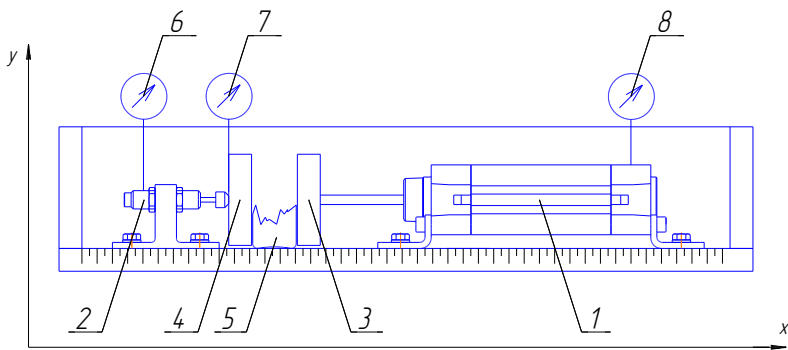


Рис. 1. Схема лабораторної установки:

1 — Пневматичний циліндр; 2 — Гідро-амортизатор; 3 — Рухома шочка; 4 — Нерухома шочка; 5 — Подрібнюваний матеріал; 6 — Манометр; 7 — Динамометр; 8 — Манометр

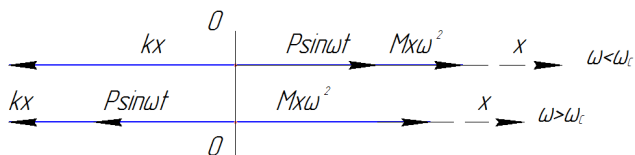


Рис. 2. Сили, діючі у віброізоляторі

Допустимо, що на масу M діє періодична сила $P \sin \omega t$. При виконанні умови $\omega > 1,41 \omega_c$ амплітуда переданої на підставу сили пружності пружини буде менше амплітудного збурювання сили P . Це можна усвідомити, користуючись схемою силового навантаження системи.

Згідно із принципом Даламбера маса M перебуває в динамічній рівновазі під дією сили пружності пружини, збурюючої сили й сили інерції, рівної $Mx\omega^2$. Якщо збурююча сила змінюється із частотою, меншою від власної частоти системи, то пружна сила рівна по величині арифметичній сумі сили, що збурює, і сили інерції. Якщо ж частота зміни збурюючої сили більша власної частоти системи, то пружна сила дорівнює різниці між збурюючою силою інерції.

За знайденими характеристиками віброгасіння була побудована математична модель, що дозволяє адаптування робочої системи шоквої дробарки до лабораторної установки.

Реакцію амортизатора на зовнішній вплив можна представити у вигляді суми пружної F_y і дисипативної F_d складових. Якщо позначити силу зовнішнього збурювання через $P(t)$, то рівняння другого закону Ньютона для амортизуючої маси M запишеться як:

$$M\ddot{x} = F_y + F_d + P(t). \quad (1)$$

При введенні рівняння руху важливо правильно вибрати знаки сил, які входять у рівняння.

Аналізуючи форму ударного імпульсу системи, визначались коефіцієнти ударного імпульсу, характеристики кінематичних і динамічних навантажень робочої системи, отримана повна характеристика амортизатора SA1210 і

розглянуті міцнісні характеристики робочих органів щоклової дробарки при умові застосування віброгасильних систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Вольперт Э.Г.* Динамика амортизаторов с нелинейными упругими элементами. М., «Машиностроение», 1972, 136 с.

Науковий керівник: Л.О. Кривопляс-Володіна

12. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДИНАМІКИ ПНЕВМОПРИВОДІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ НА ТОЧНІСТЬ ПОЗИЦІОНУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ ТА ПРИСТРОЇВ ПАКУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Б.В. Мазур, Ю.А. Бабич

Національний університет харчових технологій

Існує багато конструктивних рішень механізмів та пристроїв, які виконують операцію зупинки робочих органів в проміжних точках ходу. Так, наприклад, для операцій формування пакету в пакетоформуючій машині виконуються операції зіштовхування ряду, шару або стопи з одночасним опускання формуючої платформи на рівень висоти шару. Ці механізми і пристрої за конструкцією привода умовно можна поділити на дві групи: пневматичні та електричні.

Найбільш широко застосовується пневматичний привод. Основною складовою такого приводу є спеціальна слідкуюча системи керування ним. Метою системи керування пневмоциліндром є зміна швидкості або навантаження під час руху механізмів. Таке керування виконується шляхом зміни тиску або витрат, які подаються на пневмоциліндр.

Фізико-механічні властивості упаковки або харчового продукту завжди вносять певні обмеження динамічних характеристик руху пристроїв та впливають на точність позиціонування з одночасним забезпеченням оптимального часу виконання операції.

Аналіз слідкуючих схем дозволив визначити їх недоліки, основним з яких є наявність коливань і вібрацій механізмів під час руху, що призводить до зменшення точності реалізації закону руху.

Метою роботи є дослідження впливу динамічних навантажень на точність позиціонування з можливістю реалізації оптимального часу виконання операції. Для проведення експериментальних досліджень була розроблена та виготовлена експериментальна установка, яка представлена на рис. 1.

Схема керування пневмоциліндром можлива за умови наявності задатчика закону руху, спеціального пропорційного розподільника та системи зворотніх зв'язків, які поєднуються між собою за схемою рис. 2.

Задатчик передає цифровий сигнал закону на контролер, який перетворює його в електричний у вигляді зміни напруги (рис. 3, а). Пропорційний розподільник перетворює вхідну напругу у вихідний сигнал зміни тиску, який подається в поршневу порожнину пневмоциліндра. Під дією тиску змінюється положення штоку, координата якого фіксується зворотнім зв'язком за допомогою датчика положення (рис. 3, б).

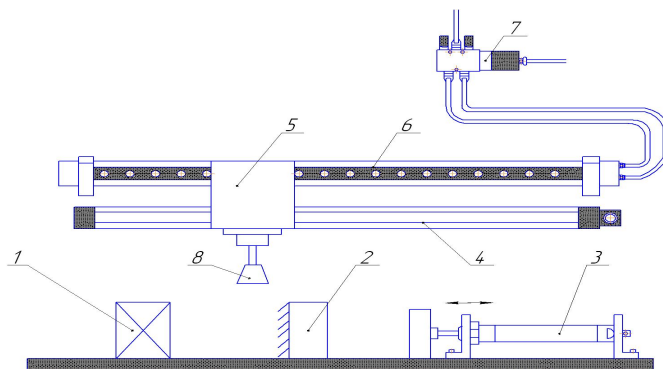


Рис. 1. Схема експериментальної установки:

- 1 — упаковка; 2 — упор; 3 — затискний циліндр; 4 — лінійний потенціометр;
 5 — каретка; 6 — безштоковий пневмоциліндр; 7 — пропорційний розподільник;
 8 — вакуумна присоска

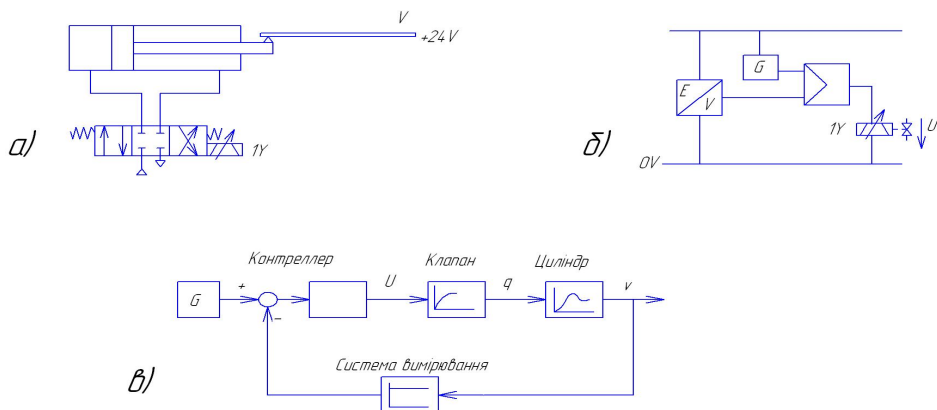


Рис. 2. Схема керування пневмоциліндром з можливістю реалізації заданого закону руху:
 а — пневматична схема; б — електрична схема;
 в — структурна схема проходження сигналу керування

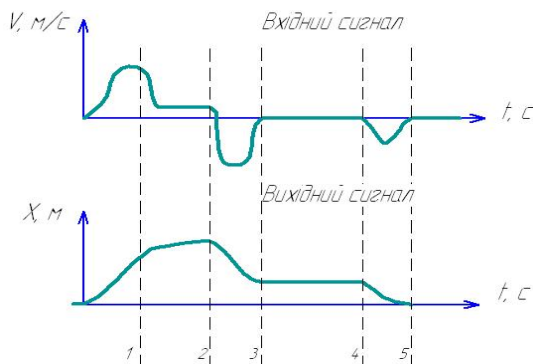


Рис. 3. Характеристика сигналів

- а — задатчика закону руху; б — координата положення штоку пневмоциліндра

Були проведені експериментальні дослідження динамічних характеристик переміщення пневмоприводу при різних режимах роботи з урахуванням впливу зовнішніх факторів. Отримані результати у вигляді графіків можна в подальшому використовувати для розробки нових схем сервопневматики.

Керівник: М.В. Якимчук

13. РОЗРОБКА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ЗМІШУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Л.В. Скримська

Національний університет харчових технологій

Змішування широко застосовують у різних галузях промисловості. Відомо, що у переважній більшості випадків чистий полімер не має, зазвичай, комплекс властивостей, який може використовуватися для виготовлення виробів. Тому в змішуванні застосовують окрім базового полімера пластифікатори, наповнювачі, стабілізатори, барвники, пігменти, та інші добавки.

Змішування — це фізичний процес, метою якого є отримання однорідної суміші, яка складається з двох і більше компонентів. У цьому випадку початковий стан системи характеризується упорядкованим розподілом компонентів, а кінцеве — неупорядкованим, статистично випадковим розподілом компонентів.

Задля реалізації процесу змішування, змішувач має забезпечити проведення щонайменше двох процесів: подрібнення одного з компонентів, у деяких випадках супроводжуваного зміною фізичного стану (розчиненням, плавленням, поглинанням); статистично випадкового розподілу інгредієнтів по всьому обсягу суміші.

Класифікація змішувачів:

Змішувачі, які нині застосовуються у промисловості, можна класифікувати таким чином:

1) за фізичним станом вихідних компонентів — змішувачі для сипких матеріалів (без зміни фізичного стану), низьков'язких і високов'язких рідин, в'язко-еластичних рідин (зі зміною у процесі змішування агрегатного стану суміші); 2) за характером процесу змішування — змішувачі періодичної і безперервної дії; 3) за механізмом процесу змішування — змішувачі конвективного, дифузійного і конвективно-дифузійного змішування; 4) за заданим режимом процесу змішування — змішувачі турбулентного і ламінарного змішування; 5) за способом дії на суміш — змішувачі гравітаційні, відцентрові; 6) за конструктивною ознакою — змішувачі барабанні, з швидкохідними, тихохідними, планетарними, овальними, черв'ячними роторами, дискові тощо.

На основі проведених досліджень нами запропоновано шнековий змішувач рис. 1, 2 що включає корпус 1, транспортуючий 2 та змішувальний 3 шнеки, завантажувальний 4 та вивантажувальний 5. Змішуваний пристрій виконано у вигляді двох паралельних спіральних шнеків, які обертаються в одному напрямку, причому другий шнек має більший крок спіральної поверхні і робоча зона другого шнека має на один крок менше ніж першого і зв'язані залежностями $p_2 = k \cdot p_1$; $k = z_1 / z_1 - 1$, де p_1, p_2 — кроки спіралей відповідно першого і другого шнеків; z_1 — кількість кроків p_1 в робочій зоні першого шнека, а спіральні поверхні другого шнека мають сегментні пази, ширина яких збільшується від периферії спіральної поверхні до її центра.

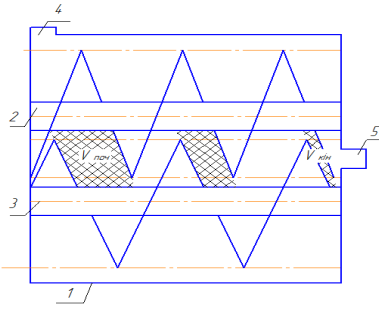


Рис. 1

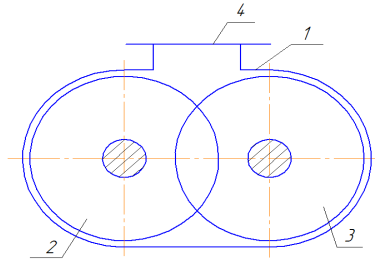


Рис. 2

В табл.1 наведені числові значення параметрів змішувача при різних значеннях p_1 і p_2 .

Таблиця 1

z_1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
k	2	1,5	1,33..	1,25	1,2	1,166..	1,1429	1,125	1,11..	1,1
p_1	40									
p_2	80	60	53	50	48	46,7	45,7	45	44,4..	44

В одному з шнеків робоча поверхня виконана з отворами, що змушує суміш повертатися у зворотньому напрямку, що забезпечує краще змішування матеріалу.

У результаті проведеної роботи подано 6 заявок на одержання патентів України на корисні моделі та винаходи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І., Кохан О.О. Пакувальне обладнання; Підручник — К. ІАЦ «Упаковка». — 2010

2. Харламов С.В. Практикум по расчету и конструированию машин и аппаратов пищевых производств. — Л.: Агрпромиздат. Ленинградское отд-ние, 1991. — 256 с.

Науковий керівник: А.І. Волчко

14. РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФАСУВАННЯ РІДКОЇ АБО СИПКОЇ ПРОДУКЦІЇ В ПОДВІЙНИЙ ПАКЕТ

С.М. Вознюк

Національний університет харчових технологій

В даний момент саме для зберігання рідкої або сипкої продукції застосовують спеціальний герметичний подвійний пакет. Саме цей пакет може використовуватися в фармацевтичній, харчовій, хімічній та інших галузях промисловості. Герметичний пакет в багатьох випадках може замінити скло та інші види пакувальних матеріалів. Поряд з його особливими фізичними властивостями, подвійний пакет має ще одну важливу перевагу — прийнятну ціну.

Запропоновано внутрішній і зовнішній пакети утворювати згинанням навіпіл рулонної плівки, причому внутрішній пакет за розмірами менше зовнішнього, а два поперечні та один поздовжній шви обох пакетів є спільними, і простір між пакетами може, при потребі, заповнюватися спеціальним газом або іншим

середовищем. Також при застосуванні даного пакета в екстремальних умовах при понижених температурах навколишнього середовища можна вводити спеціальний газ або гріючий розчин у простір між пакетами, що є актуальним для медицини катастроф при знижених температурах навколишнього середовища, в горах тощо.

Пакування продукції в подвійні пакети забезпечить гарантовану ізоляцію продукту від зовнішнього середовища, що є актуальним зокрема для фармацевтичної продукції. Окрім цього пристрій дозволяє формувати двошарову полімерну упаковку із двох різних полімерних матеріалів. Все це дозволить розширити технологічні можливості пристрою та збільшити його продуктивність.

На рис.1 зображено загальний вид пристрою, вигляд спереду. На рис.2 зображено загальний вигляд пристрою, вигляд зверху. На рис.3 зображено двошарову упаковку.

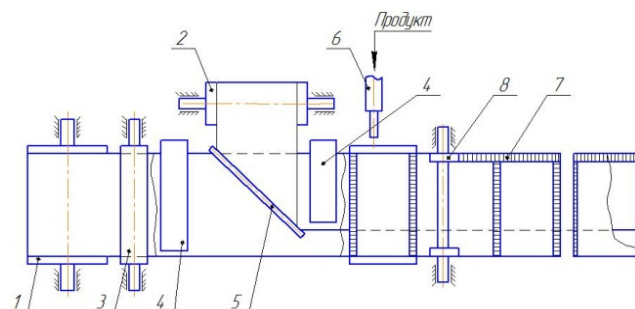


Рис. 1. Пристрій для формування двошарової упаковки та заповнення її продуктом
 1, 2 — Механізми подавання плівки; 3, 5 — Напрямні ролики; 4 — Конічні формувачі;
 6 — Дозатор; 7 — Термошви; 8 — Механізм протягування плівки

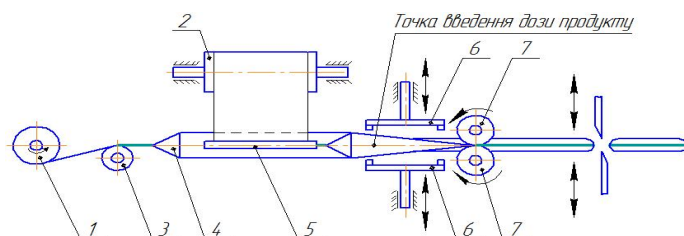


Рис. 2. Пристрій для формування двошарової упаковки та заповнення її продуктом
 1, 2 — Механізми подавання плівки; 3, 5 — Напрямні ролики; 4 — Конічний формувач;
 6, 7 — Механізми формування термошвів

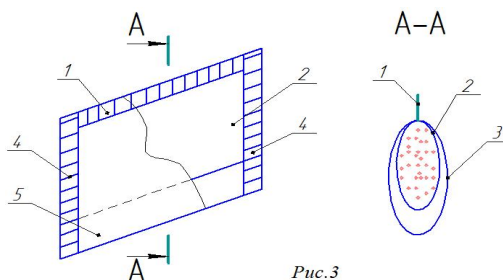


Рис. 3 Двошарова полімерна упаковка
 1, 4 — Термошви; 2 — Внутрішній пакет;
 3 — Зовнішній пакет; 4 — Простір між пакетами

За результатами проведення дослідження подано чотири заявки на одержання патентів України на корисні моделі і винаходи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І., Кохан О.О. Пакувальне обладнання; Підручник — К. ІАЦ «Упаковка». — 2010.

Науковий керівник: А.І. Волчко

15. АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ В ОБЛАДНАННІ ЛІНІЙ ПАКУВАННЯ

І.Ф. Молчанов, Я.М. Хваста

Національний університет харчових технологій

Проблеми забезпечення сучасної харчової промисловості обладнанням для укладання/виймання тарних виробів. Недоліки існуючого обладнання в зв'язку з відсутністю теоретико-методологічної бази розрахунку параметрів процесу укладання/виймання тари. Варіанти вирішення існуючих проблем:

– впровадження обладнання, спроектованого на основі уточненої моделі розрахунків;

– стандартизація типорозмірів тарної продукції;

– оптимізація процесів завантаження-вивантаження, використання транспортних засобів, пакування.

Огляд пристроїв для виконання завантажувально-розвантажувальних операцій, виявлення та порівняння загальних та окремих характеристик. Визначення параметрів для подальшого розв'язання проблеми. Прийоми та методи динаміки машин в описі перехідних процесів. Розгляд основних прийомів, які використовуються при завантаженні/розвантаженні тарних виробів. Формулювання проблем, які потрібно розв'язати в наступному розділі: теоретичне моделювання різних видів переміщення тарних вантажів по рухомим та нерухомим площинам. Теоретичне моделювання динамічних процесів перевантаження масивів тарних виробів. Теоретичне моделювання процесів перевантаження масивів тарних виробів на приймальну нерухому площину методом зштовхування. Теоретичне дослідження процесів перевантаження тарних виробів на нерухому приймальну площину розформовувача. Аналіз процесів при роботі з тарою різної форми. Теоретичне моделювання переміщення вантажів по рухомій площині під дією сил інерції. Моделювання процесів переміщення вантажів по рухомій площині, якщо закон руху заданий. Аналітичне дослідження процесів переміщення тарних вантажів з урахуванням кінцевої жорсткості елементів приводу рухомої площини. Визначення допустимих кінематичних процесів переміщення вантажів на рухомій площині. Які переваги дає викладена методика, які результати можна досягнути в розрізі оптимізації завантажувально-розвантажувальних робіт

Розрахунок економічної ефективності від впровадження оптимізованої технології завантаження/розвантаження тарних виробів.

Та розглянули питання актуальності вирішення проблем охорони праці, аналіз типового об'єкта виробництва з позиції техніки безпеки та екологічної безпеки.

В результаті аналітичного моделювання робочих процесів в обладнанні ліній пакування розв'язано наступні завдання:

– проведено огляд пристроїв для виконання завантажувально-розвантажувальних операцій, виявлено та порівняно загальні та окремі характеристики обладнання;

– визначено параметри для проведення досліджень щодо оптимізації розрахункової моделі, в результаті розробки якої досягнуто наступне:

1) обмежуючим фактором завантажувально-розвантажувального обладнання є значні витрати часу на формування масивів виробів;

2) виконане поглиблене вивчення процесів формування та розформування масивів виробів;

3) розроблені теоретичні основи методики розрахунків процесів формування масивів виробів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гавва О.М. Пакувальне обладнання. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. — К.: ІАЦ «Упаковка», 2008. — 436 с.

2. Бурляй Ю.В. Оборудование для укладки и упаковки штучных изделий в тару / Ю.В. Бурляй, Л.А. Сухой — М.: Машиностроение. 1975. — 280 с.

3. Погрузочно-разгрузочное и транспортное оборудование в перерабатывающей промышленности: Справ. / Л.И. Соколенко, Й.И. Сторижко, И. Яреско и др. — К.: Урожай. 1990 — 161 с.

4. <http://www.prodmatch.com/ru/machines/08group.htm>

5. <http://www.wotol.com/1-horix-vodka-bottle-filling-line>

Науковий керівник: А.І. Соколенко

16. АКТИВНІСТЬ ВОДИ

Б.М. Маліновський, Р.М. Леус

Національний університет харчових технологій

Ще в 1940 р. мікробіологи при роботі з консервованими харчовими продуктами, в т.ч. соками, встановили, що життєдіяльність мікроорганізмів залежить, перш за все, від кількості води, присутньої в продукті. Отримані результати показали, що цією водою можна регулювати в продукті кількість мікроорганізмів. Розвиток бактерій можливий за вологості 25 – 30 %. Міцеліальні гриби можуть розвиватися без рідкої вологи в продукті, але у вологій атмосфері, мінімум вологи для них в субстраті близько — 10 – 15 %, іноді навіть 6 – 7 %.

Найчастіше використовуване позначення води у термодинаміці є активність води (a_w). Активність — це термодинамічний принцип, визначений Льюїсом та Ренделом (1961) як «Активність — це співвідношення леткості f речовини до її леткості f^0 в певному стані, для зручності вибраному нормальним станом, за певної температури», і визначається за формулою:

$$a = \left(\frac{f}{f^0} \right)_T$$

Леткість, як міра випаровування, вимірюється в одиницях тиску і являє питомий тиск, що бере до уваги будь-які неідеальності в газовій фазі. Ваємозв'язки існують між параметром активності та іншими визначеними термодинамічними значеннями, як вільна енергія, ентальпія, хімічний потенціал, осмотичний тиск тощо. Далі приведені два приклади важливих взаємозв'язків включаючи активність. Перший з них:

$$\mu = \mu^0 + RT \ln a,$$

де μ — хімічний потенціал, μ^0 — хімічний потенціал за стандартного стану, a — активність, R — газова стала, T — температура.

Другий:

$$-\ln a_w = \frac{\Pi M_w}{RT \rho_w},$$

де Π — осмотичний тиск, M_w — молярна маса, ρ — густина.

Чиста вода за тієї ж температури, що і зразок, використовувалась як стандартний стан. Згадуючи визначення активності, стандартний стан вибирається для зручності. По замовчуванню, тиском у нормальному стані зазвичай вибирається або тиск пари чистої води, або насичений парціальний тиск чистої води за зовнішнього тиску в 1 атмосферу. Хоча це не однакові величини, вони близькі за значенням у нормальних умовах.

Розглянемо охолоджену систему. Яка a_w замороженої продукції? Щоб дати відповідь на це питання, спочатку треба вибрати стандартний стан. Є два можливих варіанти, або рідка вода, або тверда вода (лід), обидва варіанти мають місце при температурі охолодженої системи. Якщо лід вибрано за стандартний стан, вимога рівноваги означає, що оскільки лід знаходиться в системі, a_w тут завжди рівна 1. Рідкий стан води за даних умов не може мати місця, оскільки при 273K (0 °C), за атмосферного тиску, лід є рівноважною формою води. Однак, переохолоджена вода може існувати, якщо запобігти утворенню кристалів льоду. Використовуючи переохолоджені системи, можна виміряти парціальний тиск над водою при температурі нижче 0 °C. Ці посилення тісно пов'язані з феноменом зниження температури замерзання розчинів. В обох фазах μ_w однаковий, а отже і p_w . Для будь-якої температури, p_w для концентрації замерзання буде рівним p_w для льоду за тієї ж температури. Очікуване зниження точки замерзання можна знайти із врахування взаємозв'язків. Щоб оцінити її для розчинів, необхідно знайти температуру, при якій p_w розчину рівне p_w льоду. Для системи, що підкоряється законам Рауля, взаємозв'язок представлений залежністю:

$$\Delta T_f \cong \left(\frac{RT_{f_0}^2}{\Delta H_{fus}} \right) x_s,$$

де ΔT_f — знижена точка замерзання, T_{f_0} — точка замерзання чистого розчинника, ΔH_{fus} — молярна ентальпія плавлення, x_s — молярна фракція розчиненої речовини.

Для води взаємозв'язок представлений залежністю:

$$\Delta T_f \cong 1,86 m_2$$

де m_2 — молярність розчину.

Дисоціація іонних розчинів і не ідеальність неіонних розчинів приводить до більшого зниження точки замерзання, ніж передбачено залежностями. Проте, визначення зниженої точки замерзання означає визначення p_w , оскільки p_w для льоду є відомою функцією температури. Знаючи T_f , a_w може бути знайдена, а оскільки залежність температури від a_w незначна, це може бути прийнятною оцінкою a_w для всього зразка і температури приміщення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Buera P/, Charle G. Water activity, glass transition and microbial stability in concentrated / cemimoist food system G. Food Sci 1994. — №59, — p 921 – 927.

Науковий керівник: А.І. Соколенко

17. ПРИВОДИ МАШИН: ЕТАПИ РОЗВИТКУ, ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ

Є.В. Костюк, А.В. Мудрак

Національний університет харчових технологій

«Машина є взаємно зв'язане з'єднання дерев'яних частин, яке забезпечує найбільшу вигоду при підніманні важких предметів. Вона приводиться у дію швидко, а саме круговим рухом». Таке досить спрощене уявлення античного світу про влаштування машини дійшло до наших днів з минулого.

Історія розвитку техніки обумовила обертальний рух як основну форму передачі і використання механічної енергії у приводах машин і механізмів. Не дивлячись на те, що є немало прикладів використання машин без обертального руху (парові машини), обертальний рух отримав найбільш широке розповсюдження. Причини цього приховуються в основному у простоті, компактності, високому ККД, безперервності і рівномірності руху передаточних механізмів, або інакше — механічних передач.

Отже, починаючи від машини із дерев'яних частин, людина створила машину для перетворення енергії, інформації, матеріалів, яка покликана полегшити розумову та фізичну її працю. Класична будова технологічної машини з електро-механічним приводом передбачає в її складі електричний двигун (ЕД), передавально-перетворювальні механізми (ППМ) і виконавчий (робочий) орган машини (рис. 1), або декілька робочих органів.

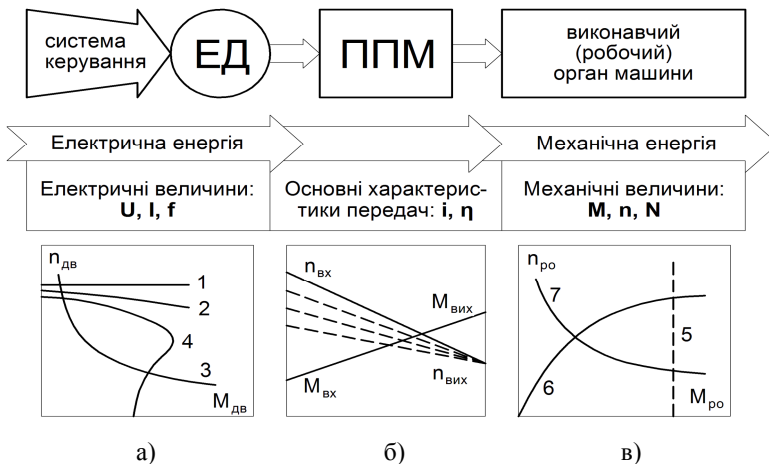


Рис. 1. Класична будова машини та механічні характеристики

а) електродвигунів: 1 — синхронного, 2, 3 — постійного струму з незалежним та послідовним збудженням, 4 — асинхронного;

б) трансформація параметрів у передачах;

в) робочих органів виробничих механізмів: 5 — підйому, 6 — вентилятора, насоса; 7 — металорізального верстата

В якості приводів машин у промисловому виробництві знаходять використання електроприводи (електромеханічні), гідроприводи, та пневмоприводи. Вони забезпечують прямолінійний або обертальний рух деталей та вузлів, підтримання заданої швидкості переміщення та прискорення, позиціонування, комбінування виробничих процесів тощо. Суттєвою особливістю усіх згаданих приводів є те, що на початковому своєму етапі всі вони мають у якості перетворення електричної енергії у механічну — електродвигун, з відповідною подальшою трансформацією у інші види механічної енергії. Кожний з цих приводів має свої переваги та недоліки.

Найбільш широке використання має електропривод з використанням різноманітних передач та інших елементів що забезпечують передачу обертального руху із кінематичними та силовими трансформаціями у потрібних напрямках. З точки зору затрат на використання такого приводу важливим є зменшення значення динамічних складових обертального та інших можливих видів руху, які ґрунтуються на передаванні енергії у формі роботи. Для забезпечення заданої рівномірності ходу ведучих ланок машин — використання механічних рекуператорів енергії, які виконуючи регульовальну функцію, накопичують кінетичну енергію в машинах ударної дії. Підвищення енергетичної доцільності приводу, яке оцінюється співвідношенням корисно використаної частини енергії і величиною вхідного енергетичного потоку, тобто коефіцієнтом корисної дії, може дати зростання досконалості приводу за рахунок різноманітних факторів, в тому числі і використання всіх заходів, що направленні на зменшення незворотних енергетичних витрат, зокрема зменшенням силової взаємодії усіх ланок приводу, тощо. Окрім того підвищення якості приводу можливе за рахунок виключення незрівноваженості мас, що обертаються, покращення стану, виду і матеріалу поверхонь, вирішення питань і шляхів змащення контактуючих елементів приводів, забезпечення умов оптимальної та кваліфікованої експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кодра Ю.В., Стоцько І.І.* Технологічні машини. Розрахунок і конструювання: Навч. посібник/ За ред. З.А. Стоцька. — Львів. Видавництво Нац. Унів.: «Львівська політехніка, 2004. — 468 с.
2. *Муха Т.И., Б.В. Януш, Цуников Л.П.* Приводы машин: Справочник. — Л. Машиностроение, 1975.
3. *Справочник по электрическим машинам в 2 т.* Т1/Под общ. ред. И.П. Клокова, — М.: Энергоатомиздат, 1988 — 456 с.

Наукові керівники: А.І. Соколенко, В.С. Костюк

18. КОЛІГАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВИХ СЕРЕДОВИЩ І ЇХ РОЛЬ В ТЕХНОЛОГІЯХ ЗБЕРІГАННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

А.П. Бородай, Р.М. Леус

Національний університет харчових технологій

Весь час існування людського суспільства супроводжується вирішенням задач щодо подовження термінів зберігання продуктів харчування. Всі продукти

харчування мають свій термін зберігання, після чого вони втрачають свої показники якості та властивості. Це відбувається внаслідок хімічних, фізичних і біологічних процесів, які постійно в них протікають. Достатньо значний вплив на стабілізацію смакових, якісних та енергетичних показників харчових продуктів мають їх колігативні властивості. До таких властивостей відносяться активність води та осмотичний тиск, тиск насиченої пари, температури кипіння та замерзання. Відомо що важливою складовою усіх харчових продуктів є вода, але також відомо, що існує взаємозв'язок між вологовмістом харчових продуктів та їх збереженням (або псуванням). Тому одним із методів подовження термінів зберігання харчових продуктів є зменшення вмісту вологи.

Активність води, показує залежність між станом води в продукті і зростанням кількості мікроорганізмів у ньому. Активність води — це відношення тиску пари води над даним матеріалом до тиску пари над чистою водою при одній і тій же температурі. Тобто даний показник враховує співвідношення вільної і зв'язаної вологи в харчовому продукті.

$$a_w = p / p_s,$$

де: a_w — активність води; p — парціальний тиск водяної пари над поверхнею продукту; p_s — тиск насиченої пари над чистою водою при температурі продукту.

За величиною активності харчові продукти поділяють на:

- продукти з високою вологістю ($a_w = 1.0 - 0.9$);
- продукти з проміжною вологістю ($a_w = 0.9 - 0.6$);
- продукти з низькою вологістю ($a_w = 0.6 - 0.0$).

У продуктах процеси яких протікають з високою вологістю, мікроорганізмам належить вирішальна роль. У продуктах з проміжною вологістю можуть протікати різні процеси, у тому числі за участі мікроорганізмів. У продуктах з низькою вологістю можуть відбуватися псування викликане ферментами, не ферментативне потемніння, окислення жирів, втрата водорозчинних речовин (вітамінів).

Для попередження мікробіологічного псування і цілого ряду хімічних реакцій, що знижують якість харчових продуктів при зберіганні, використовують зниження активності води в харчових продуктах, що є досить ефективним засобом. Щоб забезпечити зниження активності води використовують такі технологічні прийоми як сушіння, заморожування, додавання різних речовин (цукор, сіль тощо), в'ялення.

Осмоз (від грец. ὄσμος «поштовх, тиск») — процес однієї дифузії через напівпроникну мембрану молекул розчинника в бік більшої концентрації.

Явище осмосу спостерігається в тих середовищах, де рухливість розчинника більше рухливості розчинених речовин. Важливим окремим випадком осмосу є осмос через напівпроникну мембрану.

Було встановлено, що осмотичний тиск розбавлених розчинів підлягає законам ідеального газу, а саме закону Вант-Гоффа-Пфефера. Осмотичний тиск розчину дорівнює тому тиску, який мала б розчинена речовина, якби вона при даній температурі була в газоподібному стані і займала б такий же об'єм, який займає розчин. Отже, даний закон встановлює залежність осмотичного тиску від концентрації речовин та температури розчину.

Визначити осмотичний тиск розчину можна за формулою, отриманою в 1886 році Я.Х. Вант-Гоффом:

$$P = c \cdot R \cdot T,$$

де P — осмотичний тиск розчину, кПа; c — кількість молів розчиненої речовини в об'ємі розчину; R — універсальна газова стала; T — абсолютна температура розчину.

На основі колігативних властивостей харчових продуктів, можуть розроблятися заходи по стабілізації харчових продуктів. Оскільки більшість харчових виробництв відносяться до мікробіологічних і мікроорганізми є невід'ємною частиною під час вироблення та реалізації харчової продукції, то під заходами щодо стабілізації харчових продуктів мають на увазі заходи по знешкодженню патогенної мікрофлори, яка призводить до псування харчової сировини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Fontana A.I. and Campbell.CS.2004 Water activity. In Hand book of Food Analysis. 2nd Edition ed. L. M. L. Nollet. p.p. 39 – 54. New. York: Marcel Dekker.

2. Fennema O.R. 1985. Water and ice. In Food Chemistry. 2nd Edition. ed O.R. Fennema p.p. 23 – 67. New. York:Marcel Dekker.

Науковий керівник: А.І. Соколенко

19. ЕНЕРГЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ МАТЕРІАЛЬНОГО ПОТОКУ ДО БРОДІННЯ

О.О. Бойко, І.Ф. Максименк

Національний університет харчових технологій

На першому етапі водно-теплової обробки крохмаль, що міститься в середині рослинних клітин, піддають обробці водою для набухання — клейстеризації. Крохмаль має вигляд гранул різного розміру, тому правильніше говорити не про точну температуру клейстеризації, а про діапазон температур клейстеризації. Це зумовлює різні витрати теплової енергії для нагрівання матеріального потоку. При використанні тонкодисперсних помелів відбувається зниження температури початку клейстеризації. Це викликано появою в крохмальних гранулах більшої кількості поверхневих та глибинних дефектів, у порівнянні з грубими помелами.

Замочений та клейстеризований крохмаль підлягає розкладанню під дією ферментів (α - і β -амілази). Під дією α -амілази відбувається розщеплення молекулярного ланцюга крохмального зерна на частини, що мають назву *декстринів*. Подальше розкладання крохмалю активізується β -амілазою.

Різниця в проведенні розкладання клейстеризованого крохмалю при виробництві етилового спирту та пивоварінні пов'язане з різними температурами інактивації та температурними оптимумами α - і β -амілази. Так α -амілаза має найбільшу ферментну активність при температурі 72 – 75 °С, а β -амілаза вже при температурі 70 °С інактивується. Її оптимум активності є в проміжку температур 60 – 65 °С. Перед додаванням до матеріального потоку β -амілази треба щоб температура замісу була не більше 65 – 70 °С, бо інакше фермент дуже швидко інактивується. При використанні однієї ємкості для протікання всього процесу термообробки, фермент додається на певному рівні в ємкість. Вважається, що на цьому рівні температура замісу вже повинна знизитися до потрібних значень. На погляд авторів більш доцільним є використання окремої ємкості для здійснення процесу дооцукрення розвареного замісу. Перед потраплянням до цієї ємкості матеріальний потік охолоджується до температури 65 °С, а потім до нього додається β -амілаза. У більшості випадків охолодження замісу відбувається холодною водою в теплообміннику. На наш погляд більш доцільним є використання

для охолодження матеріального потоку адіабатного кипіння. Для цього в дооцукрювачі створюється розрідження на рівні 0,7 – 0,75 атм (абсолютний тиск 0,3 – 0,25 атм). Це дає змогу зменшити навантаження на блок оборотного водозабеспечення (БОВ) або зменшити споживання холодної води при відсутності БОВ. Після закінчення процесу дооцукрення розвареного замісу (спиртове виробництво) або кип'ятіння пивного сусла матеріальні потоки потребують охолодження до температури бродіння. Особливо доцільним даний тип охолодження виглядає при охолодженні пивного сусла. Це пов'язане з тим, що при кип'ятінні сусла необхідно випарувати частини вологи, що була додана до сусла при фільтруванні. За звичайних умов на випаровування вологи витрачається теплова енергія первинної пари. При використанні адіабатного кипіння на випаровування буде витрачатися теплова енергія матеріального потоку, яка, у більшості випадків втрачається для повторного використання.

Масу випареної вологи можна визначити

$$m_{\text{вип}} = \frac{c_{\text{зам}} \cdot m_{\text{зам}} \cdot \Delta t_{\text{адіаб}}}{r}$$

Дана формула дає можливість отримати наближене значення кількості випареної при адіабатному охолодженні вологи. Це пов'язане з тим, що під час охолодження маса матеріального потоку поступово зменшується на кількість вологи, що була випарена. Величина теплоти випаровування води також залежить від зміни тиску та температури матеріального потоку. Але точності отриманого результату достатньо для виконання практичних розрахунків. Врахування впливу вищенаведених факторів на кількість випареної вологи є предметом для проведення подальших досліджень.

Науковий керівник: А.І. Соколенко

20. СУЧАСНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

О.І. Горчаков, Є.В. Костюк

Національний університет харчових технологій

Структура використання пакувальних матеріалів вказує на те, що серед усіх видів матеріалів на першому місці знаходяться папір, картон, гофрокартон. І першість їх пояснюється тим, що вони відносяться до природних матеріалів і мають різноманітні чудові властивості які вони виявляють у виробництві, використанні, в процесі вторинної переробки і особливо подальшого застосування.

В процесі використання паперові пакувальні матеріали переходять у якість макулатури. В Україні макулатура також має широке використання як вторинна сировина при виробництві знову паперу, тарного і пакувального картону, гофрокартону, для виготовлення тари і різноманітних пом'якшуючих елементів, що використовуються для запобігання руйнуванню крихкої продукції при транспортуванні, знаходить використання у будівельній галузі для покрівельних, теплоізоляційних і інших матеріалів.

Технологія виробництва теплоізоляції з переробленого паперу була запатентована ще у 1893 році у Англії, а промислове виробництво цього матеріалу почалося значно пізніше. І хоча у 1928 році в Німеччині з'явився перший завод

по виробництву утеплювача лише в кінці 50-х років минулого століття слідом за Канадою, Німеччиною і США для подібних цілей почали використовувати целюлозу і в європейських країнах. В Україні накопичення макулатури тільки у даний час привернуло увагу до пошуку нових технологій її переробки. Принципова схема такого процесу наведена на рис. 1.

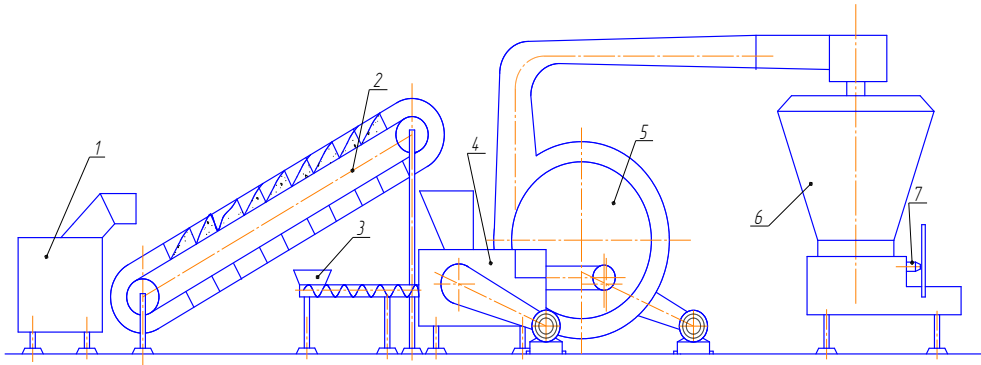


Рис. 1 Технологічна схема виготовлення ековати

1 — шредер, 2 — скребковий конвеєр, 3 — дозатор антисептику та антипірену, 4 — диспергатор, 5 — вентилятор високого тиску, 6 — бункер розпушувач, 7 — дозатор

Основу технології виробництва можна розділити на дві частини. Суха і відсортована газетна макулатурна частка та папір подається спочатку на пристрій попереднього розділення в шредер 1, з метою отримання великих шматків. Пил, що утворюється в процесі подрібнення видаляється через пиловловлювач. Грубо перемелений папір передається конвеєром 2 в проміжний бункер де дрібні забруднення, в тому числі метали, автоматично сепарують в спеціальний бункер. Далі очищений перемелений папір дозується автоматичним живильним пристроєм на подальше роздрібнення у диспергатор 4 де здійснюється розщеплення паперу на волокна. На відміну від технологій, які використовують молоткові, вихрові мельниці або рафінери, ключовим апаратом у виробництві ековати є диспергатор. Аеродинамічний диспергатор здійснює делікатний розпуск макулатури до одиничних волокон, не пошкоджуючи їх, зберігаючи вихідні параметри довжини, звитості і пружності волокон. В процесі роботи у диспергаторі створюються потужні вихрові потоки, і під впливом інерційних сил утворюються повітряно-волокнисті шари. Сепарація готового продукту — одиничних волокон відбувається під дією інерційних сил створюваних потоком повітря.

Для надання нових властивостей — негорючості та стійкості у процесі розпуску в диспергаторі волокна змішуються з добавками (рис. 2) — природними антисептиком і антипіреном, які подаються за допомогою живильників 3.

Змішування відбувається в потужному турбулентному потоці, що дозволяє якісно і рівномірно з'єднати волокна з добавками, повністю виключити випадання мінеральних добавок в готовому продукті, який за допомогою вентилятора високого тиску 5 попадає в бункер повітряного розпушування 6 та на дозування 7.

Таким чином процес виробництва ековати є унікальним і в результаті макулатура перетворюється в утеплювальний матеріал, що ідеально підходить для ізоляції

будівель. За структурою такий целюлозний утеплювач є пухким, легким, ізоляційним, волокнистим будівельним матеріалом сірого або світло-сірого кольору.

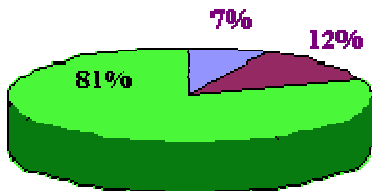


Рис. 2. Складові компоненти технологічного процесу
81 % — вторинна сировина (макулатура) 12 % — антипирен
(борна кислота) 7 % — антисептик (бура)

ЛІТЕРАТУРА

1. *Смоляницький Б.З.* Переработка макулатуры. М.: Лесн. Пром-сть. 1980, 176 с.
2. *Фляте Д.М.* Свойства бумаги. М.: Лесн. Пром-сть. 1976, 456 с.

Науковий керівник: В.С. Костюк

21. ПЕРЕХІДНІ РЕЖИМИ В ПАКУВАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ

Є.В. Костюк, І.Ф. Максименко

Національний університет харчових технологій

Перехідні процеси мають місце при виконанні технологічних операцій в потокових лініях пакування і, як відомо, супроводжуються додатковими енергетичними витратами та динамічними складовими навантажень. Останні в значній мірі залежать від часу їх перебігу тощо. У зв'язку з цим при вирішенні питань синтезу сучасних машин і технологій увагу розробників привертають саме перехідні процеси. Розглянемо кілька випадків, що стосуються процесів розгону вантажів заданої маси з різними законами.

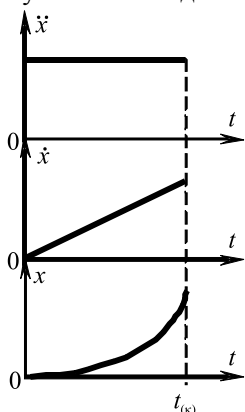


Рис. 1. Діаграми кінематичних параметрів до випадку рівноприскореного руху

На рис. 1 наведено кінематичні діаграми переміщення $x = x(t)$, швидкості $\dot{x} = \dot{x}(t)$ і прискорення $\ddot{x} = \ddot{x}(t)$ для випадку рівноприскореного руху.

Для випадку, коли $\ddot{x} = \text{const}$, маємо сталу силу інерції $P_i = m\ddot{x}_{\text{max}}$.

Тоді на переміщенні $x = x(t)$ робота на подолання сили інерції визначається як

$$A_i = P_i x(t) = m\ddot{x}_{\text{max}} \cdot \ddot{x}_{\text{max}} \frac{t^2}{2} = m \frac{\ddot{x}_{\text{max}}^2 t^2}{2}. \quad (1)$$

Порівняємо знайдений результат з кінетичною енергією тіла, що досягається на час t

$$W_k = \frac{m\dot{x}^2(t)}{2} = \frac{m\ddot{x}_{\text{max}}^2 t^2}{2}. \quad (2)$$

Як бачимо, робота, пов'язана з подоланням сил інерції, відповідає досягнутому рівню кінетичної енергії тіла.

Розглянемо випадок, коли прискорення представлено лінійно зростаючою функцією

$$\ddot{x} = kt,$$

де k — коефіцієнт пропорційності.

Для визначення роботи сил рушійних проти сил інерції залежністю (1) скористатися неможливо, оскільки сила інерції $P_i = P_i(t)$ сама є функцією часу. Однак відомо, що миттєва потужність всякої сили визначається її добутком на швидкість точки прикладання

$$N(t) = m\ddot{x}(t)\dot{x}(t).$$

Тоді підстановкою $\ddot{x} = kt$ та $\dot{x} = k\frac{t^2}{2}$ одержуємо

$$N(t) = mkt\frac{kt^2}{2} = \frac{mk^2t^3}{2}. \quad (3)$$

Для визначення роботи на подолання сил інерції виконаємо інтегрування рівняння (3)

$$A_i = \int N(t)dt = \frac{mk^2}{2} \int t^3 dt = \frac{mk^2}{8} t^4 + C.$$

За початкових умов $t_{(0)} = 0$; $A_{i(0)} = 0$ визначаємо сталу інтегрування $C = 0$.

Співставимо одержаний результат з величиною кінетичної енергії маси m :

$$W_{\kappa} = \frac{m\dot{x}^2(t)}{2} = \frac{mk^2t^4}{8}. \quad (4)$$

Миттєву потужність визначаємо за формулою

$$\begin{aligned} N(t) &= m\ddot{x}_{\max} \sin \omega t \left(\frac{\ddot{x}_{\max}}{\omega} - \frac{\ddot{x}_{\max}}{\omega} \cos \omega t \right) = \\ &= \frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{\omega} \sin \omega t - \frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{\omega} \sin \omega t \cos \omega t. \end{aligned} \quad (5)$$

Інтегруванням залежності (5) знайдемо енерговитрати на подолання сил інерції.

$$\begin{aligned} A_i &= \frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{\omega} \int \sin \omega t dt - \frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{\omega} \int \sin \omega t \cos \omega t dt = \\ &= -\frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{\omega^2} \cos \omega t + \frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{4\omega^2} \cos 2\omega t + C_1 \end{aligned}$$

За початкових умов $t_{(0)} = 0$ та $A_{i(0)} = 0$ визначаємо сталу інтегрування

$$C_1 = \frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{\omega^2} - \frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{4\omega^2} = \frac{3}{4} \cdot \frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{\omega^2}.$$

$$A_i = \frac{1}{2} \frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{\omega^2} - \frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{\omega^2} \cos \omega t + \frac{m\ddot{x}_{\max}^2}{2\omega^2} \cos^2 \omega t. \quad (6)$$

Кінетична енергія маси m :

$$W_k = \frac{m\dot{x}^2(t)}{2} = \frac{m\dot{x}_{\max}^2}{2\omega^2} - \frac{m\dot{x}_{\max}^2}{\omega^2} \cos \omega t + \frac{m\dot{x}_{\max}^2}{2\omega^2} \cos^2 \omega t. \quad (7)$$

У цьому випадку приходимо до висновку, що робота сил рушійних, виконана на подолання сил інерції, дорівнює кінетичній енергії, що надається масі m .

ЛІТЕРАТУРА

1. Соколенко А.І., Яровий В.Л., Піддубний В.А. та ін. Моделювання процесів пакування. Вінниця: Нова книга, 2004. — 272 с.

Науковий керівник: А.І. Соколенко

22. ПОЛІМЕРНІ ПЛІВКИ — ОСНОВНИЙ ПАКУВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ

О.Р. Бурдейний, Т.Т. Гнатів, С.С. Василькова
Національний університет харчових технологій

Невід’ємною складовою сучасного виробництва є потреба у використанні пакувальних матеріалів. Серед них особливе місце належить плівковим матеріалам. У свій час вони зробили революцію у галузі упаковки і до сьогоднішнього часу утримують перше місце на ринку пакування. Причинами цього є простота їх отримання, а також різноманітність властивостей та доступність сировини.

Одними із перших в пакувальній галузі стали використовуватися ацетатні та целофанові плівки. З винаходом поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду та інших полімерних матеріалів, проблема упаковки продукції була повністю усунута.

У другій половині минулого століття, на зміну целофану в якості промислових плівок прийшли екструзійні (плоскі і рукавні) плівки із синтетичних полімерів, головним чином ПЕВТ, ПЕНТ, ПП, так звані поліолефінові, а також ПВХ, ПВДХ, пізніше ПЕТ, ПА та інші. Ці пакувальні матеріали дозволили виготовляти і застосовувати таку незамінну сьогодні: харчову поліетиленову плівку, плівку ПВХ, поліпропіленову плівку, стрічку, стрейч плівку, термоусадкову, повітряно-пухирчасту, армовану поліетиленову плівку і багато інших. Зростання вимог до полімерних плівок привело до неможливості створення моноплівкового матеріалу, який повністю задовольняв би всім потребам. Основним шляхом вирішення такої проблеми стало конструювання композиційних матеріалів з товщиною до 250 мкм, інколи і більше. Їх поділяють на багатошарові (БПМ) та комбіновані (КПМ) плівкові матеріали. Різниця між ними полягає в тому, що перші складаються тільки із полімерних шарів, а другі мають у своєму складі різні компоненти (папір, картон, фольгу, тощо).

Одношарові плівкові матеріали з точки зору міцності (механічної і на прокол), бар’єрних властивостей, здатності до зварювання, тощо, не завжди могли задовольнити потреби виробників. Наслідком їх модифікації стала поява одно- і двоосноорієнтованих поліолефінових і ПЕТ-плівок. Особливе розповсюдження отримали орієнтовані плівки із ПП (ОПП) — одноосноорієнтовані (ООПП) і біаксіально орієнтовані (БОПП) та з термозварюємим покриттям. Нанесення, наприклад, акрилового покриття на водній основі на одну або дві сторони ОПП забезпечує високий діапазон термозварюємості, міцності шва, бар’єрні властивості, потрібний глянець, прозорість, жиростійкість (завдяки покриттю ПВДХ, що наноситься на одну сторону поліпропіленової плівки). Збереженню свіжості харчових продуктів сприяє перфорована плівка.

Винахід, наприклад, стретч-плівки створив можливість виконання групової і транспортної упаковки при закріпленні готової продукції на піддонах-палетах шляхом ротаційного, ручного або автоматичного обмотування (штабелювання). Пакування у стретч-плівку здійснюється за допомогою спеціальних машин — палетайзерів. Їх можна легко налаштувати на відповідну висоту предметів (штабелю), механічно регулювати розтягування плівки і швидко замінювати рулон з плівкою. Продуктивність палето-укладачів складає від 10 до 60 піддонів на годину. Вітчизняні палетообгорткові машини здатні пакувати палети з банками, скляними пляшками, молочними пакетами, пакетами із сипкими продуктами.

За останні 3 – 5 років асортимент полімерних (поліетиленових) тонких плівок значно розширився, різко зросло використання металізованих полімерних плівок, які на ринку успішно конкурують з комбінованими (КПМ) на основі алюмінієвої фольги, але основну частку ринку займає плівка поліетиленова. За експертними даними виробництво поліетиленових плівок споживає близько 635 тис. тонн поліетилену. В харчовій промисловості плівкові матеріали за останні роки вийшли у розряд найпоширеніших пакувальних матеріалів. До 80 % всіх вироблених плівок отримують методом екструзії.

Розвиток плівкових пакувальних матеріалів створив так звану групу гнучких пакувальних матеріалів із щорічним приростом 5 – 7 %. Найбільш розповсюдженим типом гнучких упаковок є моно- плівка із поліетилену високого тиску, яка займає близько 75 % усього обсягу споживання термопластичних плівок в упаковці. Гнучка упаковка виготовляється на основі широкої гами різноманітних одно- і багатошарових полімерних плівок. Найбільшу частку цієї упаковки займають молоко і молочні продукти.

Плівкові матеріали економічно ефективні, як пакувальні матеріали, оскільки мають високі експлуатаційні показники, що забезпечують довготривалий термін служби і привабливий зовнішній вигляд упаковки, разом з тим вирішення процесів їх утилізації ставить багато питань і потребує особливої уваги.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Костюк В.С., Соколенко А.І., Васильківський К.В., та ін.* Фізико-хімічні властивості пакувальних матеріалів. / За редакцією Соколенка А.І. / Навч. посібник — К.: Кондор-Видавництво, 2013. — 402 с., 46 іл.

2. *П.В. Замотаєв.* Ориентированные полипропиленовые пленки. — К.: ИАЦ «Упаковка», 1998. — 64 с.

Науковий керівник: В.С. Костюк

23. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОПЕРАЦІЙ ПЕРЕМІЩЕННЯ СИПКИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ОКРЕМИМИ ПОРЦІЯМИ У ВЕРТИКАЛЬНИХ ПРОДУКТОПРОВОДАХ

О.В. Балан

Національний університет харчових технологій

Переміщення окремих порцій сипких харчових продуктів під дією гравітаційних сил у вертикальних продуктопроводах є основною операцією заповнення упаковок в

технологічних процесах пакування сипких харчових продуктів у споживчу тару. Характерною особливістю цієї технологічної операції є те, що відміряна дозатором порція харчового продукту одночасно висипається із мірної місткості дозатора і під дією гравітаційних сил рухається вниз у вертикальному продуктопроводі. Рухаючись вниз, аналогічно поршневі в циліндрі, маса харчового продукту стискає повітря у замкнутому просторі продуктопровода і упаковки і змушує повітря рухатись із замкнутого простору вгору, тобто у напрямку протилежному напрямку руху продукту. Зустрічний рух повітря створює додатковий опір на частинки сипкого продукту, а при достатньо значній швидкості повітря призводить до виривання із масиву сипкого продукту окремих частинок, захоплення їх потоком повітря і переміщення вгору, що викликає пилоутворення у продуктопроводі.

На рис. 1 зображена схема силового навантаження частинки продукту при її переміщенні у вертикальному продуктопроводі.

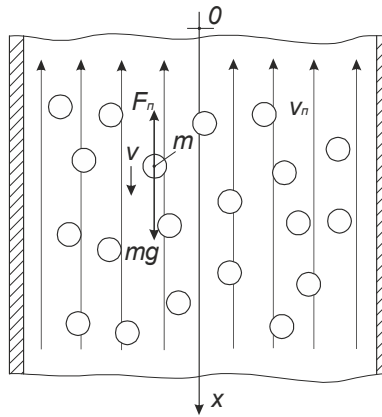


Рис. 1. Схема силового навантаження частинки харчового продукту у процесі її руху у вертикальному продуктопроводі

Диференціальне рівняння руху частинки продукту у цьому випадку має вигляд

$$m\ddot{x} = mg - F_{\Pi}, \quad (1)$$

де m — маса частинки продукту; x — координата положення частинки у продуктопроводі; g — прискорення вільного падіння; F_{Π} — сила впливу повітряного потоку на розміщену в ньому тверду частинку продукту.

Величина силового впливу потоку повітря на частинку вантажу визначається за формулою

$$F_{\Pi} = \frac{cS\rho(v + v_{\Pi})^2}{2}, \quad (2)$$

де c — коефіцієнт аеродинамічного опору, що залежить від форми частинки і шорсткості її поверхні; S — площа проекції частинки на площину перпендикулярну векторам швидкостей частинки і повітря; ρ — густина повітря; v — швидкість частинки продукту; v_{Π} — швидкість потоку повітря.

З урахуванням формули (2) рівняння (1) набуває вигляду

$$m\ddot{x} = mg - \frac{cS\rho(v + v_{\Pi})^2}{2}. \quad (3)$$

Швидкість частинки вантажу v є першою похідною за часом від координати x , тобто $v = \dot{x}$. Швидкість потоку повітря v_{Π} залежить від величини тиску, який створюється падаючою масою продукту у замкнутому просторі продуктопровода і упаковки, тобто $v_{\Pi} = f(p_{\Pi})$. Так як тиск p_{Π} залежить від швидкості руху маси продукту, то можна ствержувати, що швидкість повітря v_{Π} є функцією швидкості маси продукту v ($v_{\Pi} = \Phi(v)$).

З урахуванням викладеного диференціальне рівняння (3) набуває вигляду

$$\ddot{x} + \frac{cS\rho(\dot{x} + \Phi(\dot{x}))^2}{2} = g. \quad (4)$$

Чисельно вирішуючи отримане нелінійне диференціальне рівняння другого порядку можна встановити параметри руху частинок продукту і визначити критичні значення швидкостей частинок продукту в повітрі, при яких виникає пилоутворення у продуктопроводі.

В результаті проведених досліджень встановлені закономірності співвідношень форми, розмірів і маси частинок різних сипких харчових продуктів і визначені критичні значення параметрів руху мас продуктів, при яких виникає пилоутворення.

Також запропонована конструкція продуктопроводу, що гарантує відсутність появи пилоутворення.

Науковий керівник: М.А. Масло

24. СИНТЕЗ МЕХАНІЗМУ ЗАВАНТАЖЕННЯ ПЛЯШОК В КАСЕТИ ПЛЯШКОМІЙНОЇ МАШИНИ

В.В. Мигович, О.Д. Бухтіяров, Є.Ю. Коба

Національний університет харчових технологій

Призначення даних механізмів — завантаження пляшок в спеціальні касети пляшккомійної машини. За конструкцією їх можна поділити на ланцюгові — штангові, кулачкові, важільні та комбіновані (кулачково — важільні та ін.). Механізми першої групи завантажують ряд пляшок в касети за допомогою штанг, які закріплені на двох паралельних втулково — роликів ланцюгах. Ланцюги мають безперервний рух який синхронізований з рухом касет. Раніше це був найбільш розповсюджений механізм завантаження, який використовували у вітчизняних машинах (АМЕ, АММ та ін.) та іноземних машинах (машина BLE-2E) рис. 1.

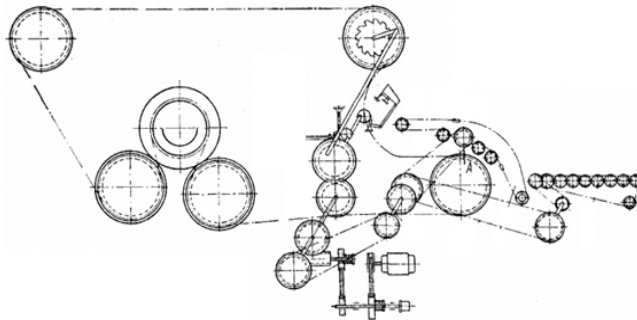


Рис. 1. Схема завантаження пляшок за допомогою штангових механізмів

Механізми кулачкового типу використовуються в деяких машинах іноземного виробництва невеликої продуктивності. Вони представляють систему кулачків визначеного профілю, закріплених жорстко на валу, який обертається. В основному подібні механізми використовуються для вивантаження пляшок з касет і рідко для завантаження. Для машин великої продуктивності частіше використовують роторно-важільні механізми (рис. 2.). Завантаження пляшок в даних механізмах відбувається за допомогою ротаційних елементів виготовлених із синтетичного матеріалу. Необхідний додатковий рух створюється важелем який коливається на визначений кут. Невелика швидкість руху пляшок, використання матеріалів з малим коефіцієнтом тертя, низький рівень шуму це основні переваги подібних механізмів.

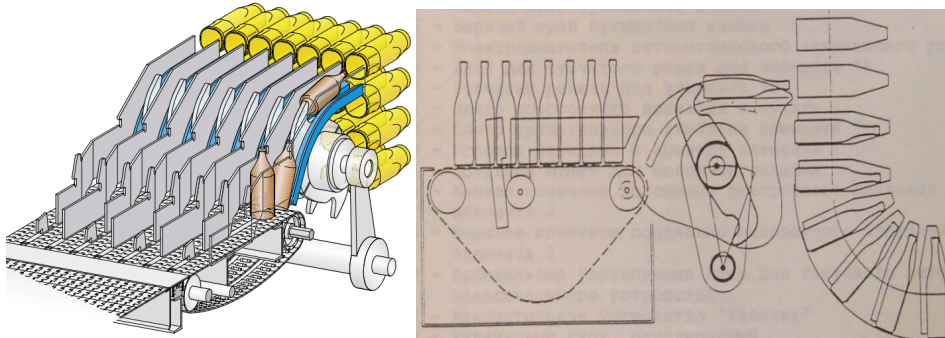


Рис. 2. Роторно-важільні механізми завантаження пляшок в касети

Система з кулачково-важільних механізмів, за допомогою якої можна реалізувати оптимальні закони руху використовується в пляшкокомійній машині М6 (рис.3). Однак даний пристрій не знайшов широкого використання в наслідок складності конструкції, і значної кількості передаточних механізмів.

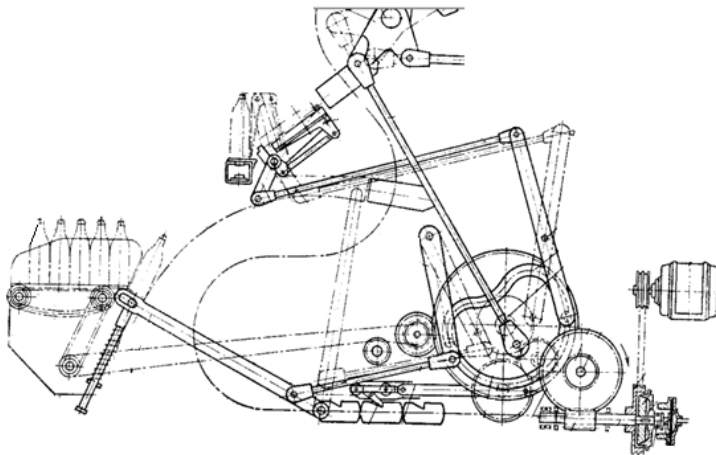


Рис. 3. Кулачково-важільний механізм завантаження пляшок в касети

Перспективним є використання для завантаження пляшок в касети кривошипно-шатунних механізмів, які прості за конструкцією і умовами експлуатації, економічні і зручні в налагоджуванні. Однак впровадження у виробництво таких механізмів

гальмується складністю розрахунків їх параметрів, які б забезпечували потрібні траєкторію руху і швидкості. Тому на кафедрі ТМПТ була розроблена методика метричного синтезу подібних механізмів (методом інверсії) і синтезу за коефіцієнтами зміни середньої швидкості. Програма визначення параметрів таких механізмів зроблена в системі Mathcad –15, це дозволяє робити багатоваріантні розрахунки і оптимізувати визначені параметри.

Наукові керівники: В.Б. Костін, О.І. Ковальов

16.2 ПІДСЕКЦІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ, НАДІЙНОСТІ, І ДОВГОВІЧНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Голова підсекції — проф. О.І. НЕКОЗ

Секретар підсекції — доц. С.В. КАДОМСЬКИЙ

Ауд. А-205

1. СТРАТЕГІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ ВІДПОВІДНО «СТАНУ»

А.В. Заграничний

Національний університет харчових технологій

Оптимальна повторюваність технічного обслуговування (ТО) устаткування забезпечує промислового підприємству можливість безперебійної виробничої діяльності. При цьому запобігають неконтрольованим відмовам, знижується загальний рівень втрат, витрат на ремонтно-відбудовчі роботи, а виконання ТО скорочується за часом і по обсягах. Завдання полягає лише в тім, щоб вибрати ефективні критерії для визначення строків проведення ТО.

Існуючі методи зниження витрат на ремонт устаткування полягають у тім, що на базі фізико-хімічних властивостей матеріалів і аналізу процесів, що протікають у різних машинах і механізмах, розробляються системи ТО різних рівнів (від профілактики до капітального ремонту) і включаються в паспорти виробів [1, 2]. Це робиться для всіх зразків промислового встаткування й реально втілюється в графіки планово-попереджувальних ремонтів (ППР). Які не є оптимальними. Усереднення властивостей матеріалів і процесів, що протікають на рівні виробу, приводить до того, що повторюємість заходів ТО може збігтися з реальним виходом обладнання з ладу на практиці тільки випадково.

Стратегія експлуатації «відповідно стану» полягає в оптимізації процедури технічного обслуговування. Ухвалення рішення про проведення або не проведення ремонтно-відбудовчих робіт приймається тільки за результатами деяких розрахункових показників, які адекватно характеризують технічний виріб (об'єкт).

Поточні й прогнозовані оцінки технічного стану, що включають: характеристики зношування, старіння, дефектів вузлів і т.п., а також перелік необхідних технічних заходів, розраховуються й формуються на працюючому агрегаті. Саме цей зміст вкладається в невизначене поняття «технічне обслуговування по фактичному стану».

Завдання оцінки й прогнозування технічного стану повинно бути складовою частиною ТО. Практична можливість одержання оцінок технічного стану дозволяє забезпечити:

– зупинку виробу по необхідності, відповідно результатам оцінки технічного стану;

– заміну вузлів і деталей тільки при досягненні стадії зношування; профілактику роторів, статорів, юстировку осей вузлів виробу при виході відповідних контрольованих параметрів за встановлені межі;

– спостереження за динамікою зміни технічного стану, що дозволяє виключити можливість аварій (із числа контрольованих).

При цьому характер сумарних виробничих витрат при кожному черговому ТО, досягає глобального мінімуму сумарних виробничих витрат.

На теперішній час закінченої загальної методології і відповідних програмно-апаратних засобів, що забезпечує адекватну оцінку технічного стану встаткування, не існує, але вже сьогодні підприємствам можуть бути запропоновані певні методи й засоби, що значно скорочують витрати й втрати.

Незалежно від методів, основні функціональні можливості систем діагностики повинні забезпечувати:

1. Одержання поточних оцінок: старіння (зношування вузлів, виробів і окремих конструкцій); ступеня розвитку характерних дефектів; залишкового ресурсу експлуатації вузлів, виробів і окремих конструкцій; основних енергетичних параметрів; технічного стану вузлів, виробів у цілому й окремих конструкцій; технічного стану парку встаткування в цілому й пріоритетній черзі ремонтних робіт.

2. Одержання прогнозованих оцінок: основних контрольованих параметрів конструкцій, виробів і окремих вузлів; всіх отриманих поточних оцінок.

3. Зберігання значень контрольованих параметрів і результатів обробки (розрахункових показників) із заданою глибиною ретроспективи.

Методика вібродіагностики призначена для виявлення дефектів агрегатів, що найбільше часто зустрічаються в процесі експлуатації й заснована на наявних прямих залежностях прояву цих дефектів і рівнів амплітуд у спектрах вібрації. Робота кожного вузла агрегату супроводжується порушенням вібрації в певних діапазонах частот. Значення рівнів вібрації на характеристичних частотах є діагностичною ознакою технічного стану вузла. Бездефектному стану вузла відповідає один рівень вібрації, при зародженні й розвитку дефектів рівень вібрації росте, а при сильному дефекті досягає певного значення, по якому судять про необхідність вживання заходів.

Визначені наперед рівні вібрації в певних діапазонах частот, що відповідають різним якісним станам агрегату, є базою аналізу вібраційного спектра. Залежно від інтенсивності спектральних складові вібрації, передбачені наступні якісні оцінки їхнього вібраційного стану: «добре», «задовільно», «незадовільно».

Автоматизовану діагностику проводять по 39 несправностям (дефекти підшипників і зубчастих передач; руйнування й тріщини валів і лопаток газотурбінних агрегатів; розцентровка роторів і жолоблення корпусів, помпаж нагнітачів) на основі теорії розпізнавання образів. Як образи дефектів використовують спектральні опорні маски вібрації корпусів підшипників, отримані на основі статистичної обробки даних аналізу вібрацій.

База даних, убудована в систему, дозволяє за даними кількох вимірів вібрації протягом експлуатації прогнозувати залишковий ресурс окремих деталей і вузлів: ротора, корпуса, підшипників, лопаток, сполучних муфт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биргер И.А. Техническая диагностика. — М.: Машиностроение, 1978. — 239 с.

2. Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предка-
зание, предотвращение. М.: Мир, 1984. — 624 с.

Науковий керівник: Є.В. Штефан

2. СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ВІБРАЦІЙ

О.П. Пигида

Національний університет харчових технологій

Механізм — це складна взаємозалежна система, для якої не обґрунтоване поточним технічним станом «ремонтне» втручання істотно знижує термін служби. Навіть у випадку, коли ми просто розкрили підшипниковий вузол, переконалися, що немає підстав для якого-небудь втручання, і знову закрили — залишковий ресурс механізму вже зменшиться. Зв'язано це з тим, що будь-яке «ворушіння» порушує якість кінематичних взаємозв'язків у механізмі, якість, досягнута природним прироблянням вузлів, що сполучають, і деталей у процесі експлуатації. А якщо ці процедури періодично повторювати, то наша турбота про технічний стан механізму буде мати прямо протилежний результат.

Для механізмів роторного типу (електродвигуни, насоси, вентилятори, турбіни, генератори, редуктори й т.д.) широке поширення в усьому світі одержали методи контролю, діагностики й налагодження, що базуються на вимірі параметрів вібрації. Обумовлено це тим, що вібраційні сигнали несуть у собі всю необхідну інформацію про стан механізму і його кінематичних зв'язків: сполучних муфт, робочих коліс, кріплення й амортизації, стані фундаментів, урівноваженості ротора, центруванню валів, стані підшипників і якості їхнього монтажу. При цьому теорія й практика аналізу вібросигналів до теперішнього часу настільки відпрацьовані, що можна одержати достовірну інформацію практично по будь-якому параметрі технічного стану механізму [1,2].

З появою яких-небудь факторів, що викликають відхилення від нормального стану, ми спостерігаємо реакцію на їхні впливи по зміні відповідних вібраційних параметрів, які мають високу інформативність і чутливість. Аналіз дозволяє визначити реальні причини змін, що відбуваються в кожній конкретній ситуації і прийняти обґрунтовані рішення по їхньому усуненню. Даний підхід докорінно міняє систему обслуговування встаткування на підприємстві й дозволяє:

- контролювати реальний поточний технічний стан механізмів;
- обґрунтовано визначати строки й зміст ремонтних і налагоджувальних робіт, контролювати якість їхнього виконання;
- зменшити фінансові й трудові витрати на експлуатацію;
- продовжити міжремонтний період і термін служби ваших механізмів;
- скоротити потребу в запасних частинах і матеріалах;
- позбутися від «раптових» поломок механізмів і зупинок виробництва;
- підвищити загальну культуру виробництва й кваліфікацію персоналу.

Дана технологія дозволяє скоротити витрати, пов'язані з експлуатацією встаткування, підвищити ресурс і надійність устаткування, однак для її впровадження необхідно досить точно приладове й методичне забезпечення.

У перші роки вібродіагностика використовувала, в основному, закордонні засоби вимірів і аналізу вібрації, але в середині 90-х років стали випускатися

цифрові спеціалізовані прилади власного виробництва, по багатьом параметрам перевищуючі закордонні аналоги провідних фірм миру. Відмінною рисою сучасних технологій стало створення програм автоматичної діагностики вузлів роторного встаткування, що не потребують, на відміну від експертних систем діагностики, участі оператора в постановці діагнозу й довгострокового прогнозу й тому забезпечують цим технологіям продуктивність у десятки разів вищу, ніж при роботі оператора, що застосовує експертні програми.

Сьогодні вже створено кілька діагностичних центрів на великих підприємствах і одного регіональних діагностичних центрів. Ефективність цих центрів визначається скороченням обсягу робіт по обслуговуванню й ремонту на 30 – 50 % при мінімальних витратах на діагностику. Але не тільки це скорочення визначає повну економічну ефективність переходу на обслуговування й ремонт устаткування по стані. Як показують дослідження, проведені в ряді західних країн (Канада, США, Італія), зниження витрат на ремонт — це лише мала (менш 20 %) частина цього економічного ефекту, що забезпечується скороченням строків ремонту, після аварійного відновлення працездатності встаткування, а також попередженням непланових ремонтів і пов'язаних з ними простоїв.

Сучасні системи надають допомогу в дефектації під час періодичного контролю, визначають дефекти збирання та монтажу, які можна відразу усунути й тим самим підвищити термін служби встаткування (наприклад, перекоси підшипника, статичний ексцентриситет зазору в електричній машині, дисбаланс, разцентровка тощо.), визначити дефекти експлуатації (наприклад, кавітація в насосі, викликана неправильним режимом роботи встаткування, що також можна змінити й продовжити тим самим ресурс устаткування); визначити дефекти зношування (наприклад, раковини, відколи на поверхнях кочення підшипника, зношування зубів шестірень і т.п.). Такі дефекти не можна усунути, однак у цьому випадку метою діагностики є максимальне продовження служби й вироблення максимального ресурсу вузлів, у той же час — забезпечення безпеки роботи встаткування і якості продукції, що випускається. Так, навіть із сильно розвиненими дефектами, устаткування деяких типів може продовжувати роботу протягом декількох місяців, у той час як інші дефекти можуть знижувати якість роботи або продукції, що випускається, і вимагають якнайшвидшого втручання. Друге важливе завдання діагностики — це визначення обсягу й строків виконання ремонтних робіт для того, щоб за один останов устаткування провести всі необхідні роботи, але в той же час не проводити зайві. Для переходу на «обслуговування по стану» треба знати стан устаткування, за що й відповідає діагностика; — проводити довгострокові прогнози стану встаткування, тобто, виявляти зародження несправностей і перелік причин їх зародження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гольдин А.С. Вибрации роторных машин: М.: Машиностроение, 200 — 344 с.
2. Бендат Д., Пирсол А. Применение корреляционного и спектрального анализа. — М.: Мир, 1982. — 362 с.

Науковий керівник: Є.В. Штефан

3. КАВІТАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ ПОСОЛОЧНИХ РОЗЧИНІВ

Р.В. Логвінський

Національний університет харчових технологій

Досліджена кавітаційна технологія призначена для приготування посолочних розчинів при виготовленні продуктів з м'яса тварин, технологія виробництва яких передбачає посол сировини або її шприцювання. Посолочні розчини з різною рецептурою містять функціональні та базові компоненти, розчинені у холодній воді при температурі не вище + 4 °С. Функціональні компоненти — це суміш харчових добавок, композицій та прянощей. До базових відноситься кухонна сіль, нітрит натрію, а також каррагенан, крохмаль, соєві білки, якщо це передбачено рецептурою. Функціональні компоненти, що суттєво впливають на якість м'ясної продукції, як правило слабозрочинні у холодній воді.

Традиційний спосіб приготування технологічних розчинів передбачає розчинення їх компонентів у воді та перемішування розчину, який не забезпечує достатньої ефективності перемішування. Це пов'язано з тим, що окремі компоненти розчинів слабозрочинні, осаджуються, затримуються в застійних зонах. Внаслідок цього підвищується тривалість перемішування розчину, що не завжди доцільно з виробничих умов. Кращі результати забезпечуються при приготуванні посолочних розчинів шляхом розчинення їх компонентів у воді та перемішування розчину в гідродинамічному кавітаційному апараті (ГКА). Недостатня якість одержаного кінцевого розчину обумовлена його відносно невисокою стійкістю до розшарування внаслідок недотримання оптимальної послідовності введення його компонентів [1].

Авторами проведено пошукові дослідження одержання посолочних розчинів і запропоновано спосіб їх приготування, який включає їх розчинення у воді та перемішування розчину в гідродинамічному кавітаційному апараті, причому спочатку готують емульсію з функціональними компонентами, яку подають в гідродинамічний кавітаційний апарат за джерелом кавітації і перемішують розчин з кратністю не менше трьох. Спосіб приготування посолочних розчинів реалізується таким чином. В ємкість для приготування посолочних розчинів заливають холодну воду в об'ємі 2/3, передбаченого рецептурою, а з рештою води попередньо готують емульсію з функціональними компонентами. При прокачуванні води через ГКА за розміщеним в ньому джерелом кавітації відбувається розрив суцільності середовища і утворюється вакуумна приєднана кавітаційна каверна, що дає можливість ежектувати в ГКА попередньо підготовлену емульсію з функціональними компонентами. При подальшому розпаді каверни виникає бульбашкове кавітаційне поле. При захопленні бульбашок в ГКА виникають мікрострумки високого енергетичного потенціалу, що спричинює інтенсивну ударно-хвильову дію на складові компоненти. Внаслідок цього вони подрібнюються та перемішуються. Введення в розчин базових компонентів та перемішування з функціональними в ГКА сприяє їх ефективному подрібненню та/або розчиненню. Це досягається багаторазовою (принаймі потрійною) кратністю гідродинамічного кавітаційного оброблення, що забезпечує високу дисперсність та рівномірний розподіл компонентів в об'ємі розчину, чим підвищується його якість.

В дослідях використовували рецептури з різним вмістом функціональних компонентів. Посолочні розчини готували за традиційною технологією шляхом розчинення компонентів у воді та механічного перемішування лопатевою мішалкою зі швидкістю обертання ротора 3000 об/хв. Паралельно для аналогічних рецептур проводили досліди з використанням дослідно-промислової установки з циркуляційним контуром, який включає технологічну ємкість, ГКА, відцентровий насос 50-1Ц7,1-31. При приготуванні розчинів підтримували $Re (15,0 \dots 17,6) \cdot 10^4$. Всі досліди проводили при температурі 1...5 °С, яку контролювали ртутним термометром ТЛ-2.

Для розсолу з вмістом функціональних компонентів 4 кг/100 л, базових — 38 кг/100 л, решта — вода тривалість перемішування до повного розчинення з використанням ГКА скоротилась в 4 рази, а стійкість до видимого розшарування підвищилась майже в 1,7 рази порівняно з традиційною технологією. Для розсолу з вмістом функціональних компонентів 6 кг/100 л, базових — 38 кг/100 л, решта — вода тривалість перемішування до повного розчинення з використанням ГКА скоротилась в 2,4 рази, а стійкість до видимого розшарування підвищилась майже в 1,5 рази порівняно з традиційною технологією. Для розсолу з вмістом функціональних компонентів 6,8 кг/100 л, базових — 38 кг/100 л, решта — вода відповідно в 2,5 та 1,5 рази.

Аналіз одержаних результатів показує, що запропонований спосіб відрізняється від традиційного меншою тривалістю процесу перемішування та більшою стійкістю розчину до розшарування, що свідчить про кращу якість кінцевого посолочного розчину.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Литвиненко, О.А.* Приготування розсолів в м'ясопереробній промисловості за допомогою гідродинамічної кавітації [Текст] / О.А. Литвиненко, О.Д. Клюк, О.І. Некоз // 36. наук. праць Вінницького національного аграрного ун-ту. — 2012. — №10. — Т.1(58). — С. 146 – 149.

Науковий керівник: О.Д. Клюк

4. ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРЕСА ДЛЯ ВІДТИСКАННЯ ОЛІЇ

В.С. Кащенко, С.О. Шуляк

Національний університет харчових технологій

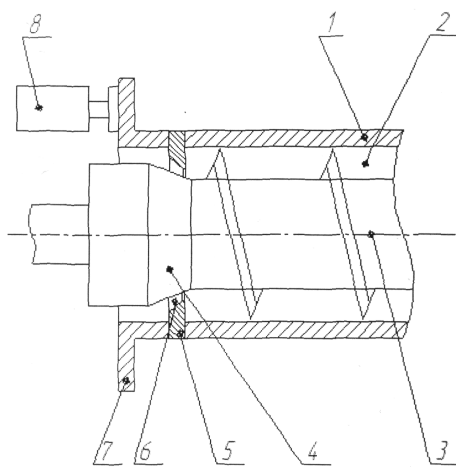
Відомий прес для відтискання олії, що складається з корпусу та закріпленої на ньому робочої камери з отворами для виходу олії, змонтованої на торці робочої камери насадки з центральним отвором для виходу макухи, встановленого у робочій камері шнекового вала, хвостовик якого змонтований в опорах обертання корпусу, завантажувального бункера, місткості для відтисненої олії, лотка відведення макухи, приводу. Його недоліком є недостатня ефективність відтискання олії, відносно низький вихід кінцевого продукту, невисока експлуатаційна надійність, пов'язана з низькою довговічністю пружної оболонки порожнистого вихідного хвостовика шнекового вала та ударними навантаженнями на радіально встановлені плунжери при взаємодії їх з виступами на внутрішній поверхні насадки, а також недостатня інтенсифікація процесу відтискання олії через обмеженість частоти цих коливань.

Ефективність технологічних процесів суттєво підвищується при їх інтенсифікації за допомогою різних фізико-механічних ефектів, зокрема коливань, пульсацій тощо.

За прототип обрано прес для відтискання олії, що складається з корпусу та закріпленої на ньому робочої камери з отворами для виходу олії, змонтованої на торці робочої камери насадки з центральним отвором для виходу макухи, встановленого в робочій камері шнекового вала, хвостовик якого змонтований на опорах обертання корпусу, завантажувального бункера, місткості для відтисненої олії, лотка відведення макухи, приводу.

Поставлена задача вдосконалення вирішується тим, що в пресі для відтискання олії, який складається з корпусу та закріпленої на ньому робочої камери з отворами для виходу олії, змонтованої на торці робочої камери насадки з центральним отвором для виходу макухи, встановленого на робочій камері шнекового вала, хвостовик якого змонтований на опорах обертання корпусу, завантажувального бункера, місткості для відтисненої олії, лотка відведення макухи, приводу, до насадки з центральним отвором для виходу макухи прикріплено перехідник, на якому закріплено ультразвуковий випромінювач (або декілька випромінювачів), при подачі до якого напруги НВЧ від ультразвукового генератора ультразвукові коливання передаються насадці і оброблюваному середовищу.

Прес для відтискання олії (см. рис.) містить корпус 1 з робочою камерою 2, в якій встановлено шнековий вал 3 з хвостовиком 4. На торці робочої камери 2 змонтовано насадку 5 з центральним отвором 6 для виходу макухи. До насадки 5 прикріплено перехідник 7, на якому закріплено ультразвуковий випромінювач 8, при подачі до якого напруги НВЧ від ультразвукового генератора (на рисунку не показано) ультразвукові коливання передаються насадці 5 і оброблюваному середовищу.



Оброблювальна сировина завантажується в прес для відтискання олії через завантажувальний бункер, олія відводиться крізь отвори та накопичується в місткості, а макуха відводиться з корпусу по лотку. Шнековий вал 3 обертається від приводу.

Прес для відтискання олії працює наступним чином: олієвмістна сировина через бункер подається для оброблення в робочу камеру 2 корпусу 1 преса для відтискання олії. Попадаючи в міжвитковий простір шнекового вала 3, розміщеного в робочій

камері 2, сировина підтискується і по мірі наближення до торця робочої камери 2 звільняється від олії. Обертання шнекового вала 3, закріпленого на опорах (на схемі не показано), здійснюється приводом (на схемі відсутній).

Для інтенсифікації вилучення олії конструкцією запропонованої корисної моделі передбаченого подачу в зону виходу макухи (отвір 6 в насадці 5) ультразвукових коливань від ультразвукового випромінювача 8, закріпленого на переходнику 7. При подачі до випромінювача 8 напруги від генератора НВЧ (на рисунку не показано) він здійснює ультразвукові коливання, які передаються насадці 5, а від неї до оброблювальної сировини.

Дія пульсацій тиску спільно із зростаючою до вихідного хвостовика 4 шнекового вала 3 силою пресування сприяє інтенсифікації подрібнення сировини і її ущільнення. Крім того, наведені в сировині коливання зменшують її тертя по поверхні хвостовика 4 і по стінках отвору 6, що сприяє підвищенню довговічності робочих органів преса і надійності преса для відтискання олії. Сукупний технічний результат сприяє вирішенню задачі вдосконалення корисної моделі.

Використання запропонованої корисної моделі в обладнанні оліє-жирової промисловості дозволить збільшити вихід кінцевого продукту та підвищити експлуатаційну надійність преса для відтискання олії з рослинної сировини.

Науковий керівник: О.І. Некоз

5. ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ПРЕСІВ ДЛЯ ВІДТИСНЕННЯ ОЛІЇ

Є.В. Іщенко, С.О. Шуляк

Національний університет харчових технологій

Україна є одним з провідних виробників соняшникової олії. У зв'язку з інтенсивним розвитком олієжирової галузі все більш актуальним стає проблема забезпечення надійності і довговічності обладнання. Основним видом обладнання для відтискання олії є шнекові преси, деталі яких спрацьовуються при терті в надто складних умовах. Величина максимального тиску, яке розвиває прес, становить 25...30 МПа. Специфічною особливістю зношування цих деталей є наявність у складі соняшникової олії низки поверхнево-активних речовин (ПАР): гліцериди, карбонові кислоти, фосфоліпіди та інші, які сприяють пластифікуванню та диспергуванню матеріалу поверхневих шарів деталей при контактному навантаженні. Крім того, до складу мезги можуть попадати тверді мінеральні домішки і частинки лузги, які причиняють прояв елементів абразивного зношування деталей пресів.

Аналіз умов експлуатації шнекопресів показав, що величина максимально допустимого спрацювання (відмова на зношування) основних деталей зерного тракту становить біля 1,5 мм. При цьому втрати маси на зношування становлять лише 2 – 3 % від маси деталей. Тому для забезпечення довговічності деталей пресів найбільш перспективними є методи поверхневого зміцнення. Найбільшої уваги заслуговують методи термодифузійної обробки. З багатьох видів термодифузійної обробки стосовно деталей олійних пресів найбільш повно досліджено і найчастіше використовується насичення поверхневих шарів деталей з маловуглецевих сталей вуглецем — цементація. З інших видів термодифузійної обробки перспективними можуть бути борування і хромування, які досліджені значно менше, ніж цементація.

В більшості робіт, присвячених дослідженню термодифузійного борування, вивчалися властивості борованих мало- і середньовуглецевих сталей через те, що найвищу твердість дають боридні покриття на залізі. Із збільшенням кількості вуглецю в сталях мікротвердість і товщина боридних шарів зменшуються. Це пояснюється тим, що висока твердість боридних покриттів зумовлена властивостями боридів заліза (FeB і Fe_2B). Вуглець при боруванні витісняється з борованого шару, під яким утворюється зона, збагачена вуглецем. Із збільшенням в сталі вмісту вуглецю у фазовому складі покриття зменшується кількість бориду FeB , який має найвищу твердість.

Враховуючи вищезазначене, були проведені дослідження борованих сталей 45, У8, У10, 65Г, які використовуються та є перспективними для виготовлення деталей олійних пресів. На мікрошліфах у перерізі борованих зразків визначали загальну глибину h покриття (разом із перехідною зоною) і товщину h_0 суцільного шару боридів, а також поверхневу мікротвердість. Проведені дослідження показали, що із збільшенням кількості вуглецю дещо зменшується мікротвердість і товщина покриття. В той же час товщина суцільного шару боридів для різних сталей практично однакова.

Виконані на установці торцевого тертя дослідження показали, що зносостійкість досліджуваних сталей зі зменшенням вмісту вуглецю збільшується, що може бути обумовлено підвищеною твердістю поверхневих шарів. При терті борованих зразків по лузгі борування забезпечує суттєве (в 3...4 рази) підвищення зносостійкості (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив борування на зношування сталей при терті по лузгі (швидкість — 0,3 м/с, навантаження — 8 МПа)

Марка сталі	Втрати маси ΔG , мг і відносна зносостійкість ϵ зразків		
	Без борування	Борованих	
		ΔG	ϵ
45	8,0	1,9	4,1
У8	7,1	2,1	3,3
У10	6,9	2,1	3,2
65Г	7,2	2,2	3,4

На підставі одержаних результатів можна сподіватись, що термодифузійним боруванням можна досягти відчутного підвищення напрацювання до відмови деталей пресів.

Одними з термодифузійних покриттів, які забезпечують підвищення довговічності деталей в різноманітних умовах експлуатації, можуть бути також хромові. При хромуванні середньо- і високовуглецевих сталей на поверхні деталей майже завжди утворюється суцільний шар карбідної фази, що має високу твердість, (мікротвердість може становити до 2,0 ГПа) відзначається високою міцністю зв'язку з основою і товщина якого залежить від умов насичення і складу сталі і звичайно знаходиться в межах 20 – 40 мкм.

Проведені на установці торцевого тертя дослідження зносостійкості показали (табл. 2), що ефективність хромування із збільшенням в складі сталі вуглецю, незважаючи на деяке підвищення мікротвердості, зменшується. Це пояснюється, швидше за все, зменшенням товщини карбідного шару. Тобто для хромованих сталей товщина карбідної зони є визначальним фактором.

Таблиця 2. Вплив хромування на зношування сталей при терті по лузі (швидкість — 0,3 м/с; навантаження — 8МПа)

Марка сталі	Мікро-твердість, ГПа	Товщина карбідного шару, мкм	Втрати маси, мг		Відносна зносостійкість
			хромованих зразків	зразків без покриття	
Сталь45	1,62	22	1,86	8Д	4,5
У8	1,68	35	2,2	7,2	3,3
У10	1,72	25	2,0	6,8	3,4

В порівнянні з термодифузійним боруванням (див. табл. 1) хромування забезпечує дещо більше підвищення зносостійкості, що обумовлено вищою в'язкістю хромового покриття порівняно з борованим. Проте хромові покриття мають надто малу товщину карбідного шару, що обмежує використання їх для деталей олійних пресів. Тому для промислових випробувань були вибрані боровані деталі.

Науковий керівник: О.І. Некоз

6. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗНОШУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА МОЛОЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Д.С. Мокренко, С.В. Кадомський

Національний університет харчових технологій

Широке застосування заводів-автоматів по переробці молока та його продуктів дозволило підприємствам молочної промисловості працювати у безперервному режимі протягом тривалого часу. Тому, вихід із ладу хоча б одного агрегату може призвести до зупинки всієї технологічної лінії, порушення ритму роботи підприємства і, в результаті до збитку від простою та псування продукту.

Технологічне устаткування молокозаводів виходить з ладу по різним причинам. Основною причиною являється низька зносостійкість деталей. Це потребує великої кількості запасних деталей чи вузлів, великих витрат на ремонт.

Робоче середовище молочної промисловості, в більшості випадків, являється водними розчинами і, контактуючи з деталями обладнання, викликають на їх поверхні корозію, яка веде за собою не тільки втрату метала, але й зниження механічної міцності конструкції. Порушення від корозії призводять до зменшення точності та тривалості роботи механізму. Її продукти забруднюють, пошкоджують їх зовнішній вигляд і, попадаючи в харчовий продукт, знижують його якість. Взаємодія робочих середовищ з поверхнею деталі, зумовлює корозійні руйнування метала, розробка засобів боротьби з якими має базуватись на ретельному вивченні зносу деталей обладнання молочних підприємств, що знаходяться в контакті з робочими середовищами і проведенні необхідних лабораторних досліджень.

На підприємствах молочної промисловості використовується велика кількість насосів. На відновлення працездатності зношених насосів витрачаються значні кошти потребується велика кількість запасних деталей.

Протягом останніх років на молочних заводах України були досліджені зношені деталі насосів та проведена їх паспортизація по розробленій методиці. В основу даної методики покладено вивчення основних факторів, що визначають якість та кількісну сторону розвитку процесу зношування. До першої групи

факторів відносяться характеристики внутрішніх факторів, що властиві металам та поверхням контакту деталей, що труться: загальна характеристика, технологія виготовлення і геометрична форма, якість поверхні тертя.

До другої групи відносяться характеристики зовнішніх факторів: швидкість відносного переміщення, величина нормального тиску, наявність та характеристика мастила, вид тертя.

Зношення деталей визначається за наступними параметрами: тривалість роботи вузла тертя, середній темп зношування, геометрична характеристика зношування, мікрорельєф зношеної поверхні, структура поверхні тертя, мікротвердість поверхневого шару, вид зношування. Внаслідок проведеного аналізу було встановлено, що найчастіше зустрічаються наступні види зношування: кисневий, корозійно-механічний, кавітаційний, гідро-абразивний.

В насосах типу «К» інтенсивно зношується втулка із бронзи Бр05Ц5С5, зв'язаний з нею вал зі Сталі 45 і робоче колесо із чавуна (рис. 1 *а, б*).

Змашування втулки і вала здійснюється перекачуванням робочої рідини. Ведучим видом зношення являється корозійно-механічне, попутним — абразивне від абразивного впливу часток, що попадають в зону тертя з рідини, що перекачується. Інтенсивність зношення вала менша чим інтенсивність зношення втулки.

Робочі колеса насосів піддаються корозійно-кавітаційному зношенню. Подібний вид зношування спостерігається і в насосах шестеренчастого і роторного типів, а також в сепараторах, інжекторах і пастеризаційно-охолоджуючих установках (рис. 1 *в*). Повзуни пресів у виробництві твердих сирів піддаються катастрофічному корозійно-механічному зношуванню. Робочим середовищем, що контактує з поверхнею тертя повзуна і колони є солоня сироватка. При русі повзуна на колоні захисна оксидна плівка на поверхні контакту руйнується, агресивний вплив робочого середовища посилюється і повзун швидко виходить із ладу. В ротаційних насосах типу НРМ, що перекачують високо жирні вершки, меласу та ін., зношується ротор. За рік роботи насоса зазор між шестернею і корпусом збільшується на 2 мм, що призводить до значного зниження продуктивності. Зношені шестерні, не підлягають ремонту (рис. 1 *г*).

В насосах типу МЦ, які перекачують молоко, гарячу, холодну воду і мийочі розчини, найбільш інтенсивно зношуються робоче колесо і насадка вала, що спряжена з гумовою манжетною. За 600 годин роботи насоса зазор між манжетом і зовнішньою поверхнею насадки досягає величини, при якій утворюється інтенсивне протікання рідини, яка перекачується і подальша експлуатація недоцільна. Основний вид зношування насадки, виготовленої із сталі 12Х18Н9Т, — кисневий. Робоче колесо зношується внаслідок сумісної дії кавітаційної і хімічної активності рідини, що перекачується.

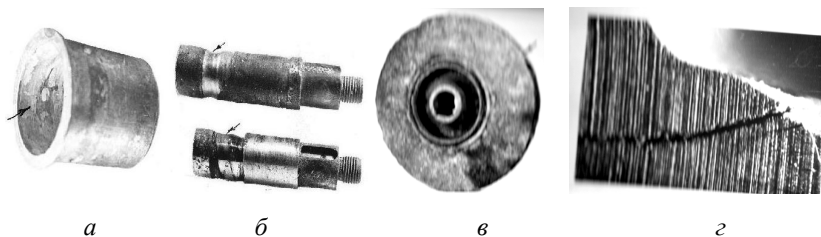


Рис. 1

а (втулка); *б* (вал); *в* (робоче колесо); *г* (частина бокової поверхні шестерні (Бр0ЦС5-5), шестерня(12Х18Н9Т) палець(12Х18Н9Т)

Науковий керівник: О.С. Новицький

7. АНАЛІЗ ЗОВНІШНЬОГО ТЕРТЯ МЕТАЛІВ З ПОЗИЦІЇ ФІЗИКО-ХІМІЧНОЇ КІНЕТИКИ

О.А. Яковенко

Національний університет харчових технологій

Процес нормального зношування, реалізується у випадку коли на поверхні контакту тіл тертя утворюються з'єднаннями метала з окислювачем (кисень, сірка, хлор тощо). Це тертя називати кисневим зношуванням [1]. В роботі [2] показано, що процеси зовнішнього тертя і окислювального зношування визначаються процесами доставки окислювача в контакт і процесами його розходу на окислювання поверхонь тертя. При цьому легко усвідомити, що концентрація окислювача C в просторі контактного зазору змінюється від однієї ділянки до іншої. Окислювальне зношування вимагає обов'язкового існування окисного з'єднання в будь-якій точці контакту. Якщо на поверхні утворюються ювенільні поверхні металу то процес набуває лавиноподібного характеру зварювання. При окислювальному зношування в режимі стаціонарного тертя існує характерна товщина окисної плівки, і між процесами її зношування і відновлення існує динамічна рівновага. Механізм зворотного зв'язку, знаходиться в процесах утворення шорсткості поверхонь тертя.

Хімічно активного компонента в оточуючому середовищі повинно бути стільки, що б утворювалася стійка зона поверхневих шарів на поверхні спряжених матеріалів (утворення проміжного тіла обов'язково), але й у той же час, бажано, що б не відбувалося утворення крихких сполук хімічної реакції матеріалів (оксидів металів) поверхні з активними компонентами середовища (O_2), або цей процес проходив як можна повільніше.

Стабільність тертя підтримується транспортними бар'єрами: дифузією кисню в зону тертя на межі повітря — середовище, середовище — поверхневий шар, екранований поверхнево активними речовинами, дифузією компонентів твердого тіла крізь шари вторинних структур до зони контакту з активними компонентами середовища. Якщо зняти всі транспортні бар'єри хімічної реакції, то можливо одержати ланцюгову реакцію вибуху або горіння. Енергія, яка виділяється при цьому

виділювана при цьому прямо пропорційна тій кількості реагенту, що бере участь (з невеликим) у даному реакцію для реалізації такого положення необхідно подавати продукти в зону горіння в колоїдному стані, заздалегідь перемішавши реагенти. Проблеми транспортування будуть наростати в міру переходу від колоїдного стану речовини до молекулярного і далі до рідкого й твердого тіла. А при взаємодії твердих тіл величезну роль грають аспекти контактної взаємодії твердих тіл, які формують щільові транспортні бар'єри хімічної взаємодії (рис. 1).

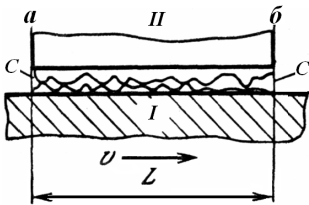


Рис. 1. Схема контактної щілини, яка демонструє транспортні бар'єри по довжині контакту

Властивості матеріалів середовища, розміри твердих тіл, температурні й структурні фактори грають свою роль в першу чергу в якості створення транспортних бар'єрів, що стають головними визначальними факторами хімічної реакції: концентрації хімічних активних речовин зоні, швидкість їхньої доставки в саму важкодоступну зону тертя).

Такий підхід змінює орієнтири дослідження процесів тертя. Моделювання повинне здійснюватися не за фізичними критеріями подоби, а по типу хімічної реакції, концентрації (співвідношенні) речовин які приймають у ній участь, рольовим структурам транспортних бар'єрів. Такий підхід приводить до того, що моделювання процесів тертя можливо проводити тільки на самому матеріалі, що застосовується в реальних вузлах тертя, і в ніякому разі на його фізичній або механічній подоби. Імітація транспортних бар'єрів здійснюється створенням умов існуючих у реальних конструкціях, що досягається — тепловими екранами, температурним нагрівом, розмірами зони контакту (поздовжня й поперечна довжина), концентрацією хімічно активних компонентів, умовами доступу хімічних компонентів (коефіцієнт взаємного перекриття).

Грунтуючись на положеннях про транспорт хімічно активних компонентів речовин весь процес тертя можна розбити на кілька процесів (етапів), управляти кожним з яких окремо набагато легше, ніж всіма одночасно. Головне в першу чергу навчитись управляти параметрами контактної щілини, яка визначає інтенсивність хімічної взаємодії сполучених матеріалів. При цьому необхідно відзначити як змінюються вони при зменшенні розмірів тіл тертя (характер деформації, умови лабіринтового гальмування, тепловідводу).

Крім цих факторів необхідно враховувати малі другого порядку: шорсткість (R_a), неоднорідні умови змащення по довжині щілини, вібрації, що визивають розкриття контактної щілини, місцеві оголення ювенільних поверхонь, що можуть призводити до схоплювання. Неоднорідні умови змащення та тепловідводу забезпечують різну шорсткість по довжині щілини. Зміна динамічних (навантаження та швидкості) характеристик сполучення умов доступу хімічно-активного середовища приводить до того, що вузол тертя має власні тільки йому притаманні характеристики проміжного шару. Завдання моделювання зводиться до того, що б звести ці розходження до мінімуму, що досягається створенням певних градієнтів теплового поля (за рахунок теплових екранів), умов деформування — кривизною поверхні, умов доступу змащення — коефіцієнтів взаємного перекриття, масштабним фактором — довжиною зони щілини. Кількість хімічно активних компонентів середовища в зоні визначальної зносостійкості сполучення може досягатися зміною його концентрації в навколишнім середовищі. Питання в тому як міняється порівняльна зносостійкість матеріалів при різній концентрації O_2 і якщо міняється то наскільки.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Костецький Б.И.* Механохимические процессы при трении. М., Наука, 1972 — 171 с.
2. *Зельдович Я.Б.* Химическая физика и гидродинамика. М.,: Наука, 1984 — 374 с.

Науковий керівник: С.В. Кадомський

8. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТВЕРДИХ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ОБРОБЦІ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ

О.А. Яковенко

Національний університет харчових технологій

В наш час для механічної обробки різанням застосовують різні рідкі мастильно-охолоджувальні засоби (МОР) [1] з метою не тільки зниження темпера-

тури в зоні різання, але для зміни умов контактної взаємодії як заготовки з різальним інструментом і стружки, що сходять з обробленої поверхні. Подібні середовища полегшують обробку та покращують якість обробленої поверхні.

Збільшення режимів різання призводить до підвищення температур в зоні різання. В окремих випадках спостерігається різке збільшення коефіцієнту тертя. На поверхнях обробленої заготовки і ріжучого леза інструмента, ще немає захисних плівок і зберігається сильна адгезія до матеріалу ріжучого леза в ювенільних поверхнях металів, які щойно були оброблені різанням і на поверхневих шарах не встигли утворитись окисні плівки і навіть адсорбуватись газові речовини з оточуючого середовища. Подібні зміни в технології механічної лезвійної і абразивної обробки вимагають створення нових підходів в обробці різанням.

Ефективність мастильного матеріалу оцінюють, на основі його впливу на швидкість різання; подачу і силу різання. Головні труднощі широкого застосування твердих мастильних матеріалів полягають у невивченості механізму проникнення мастильного матеріалу до зони різання: «інструмент-заготовка» і «інструмент-стружка». Однак існують достатні підстави вважати, що після проникнення змащення утворюється граничний шар, міцна поверхнева плівка, здатна витримати високі навантаження. Дане питання вимагає проведення додаткових досліджень подібних мастильних матеріалів стосовно процесів різання.

Роль твердих мастильних матеріалів у сучасних процесах різання матеріалів важко визначити, тому, що процеси різання, здаються прямо протилежними процесам змащування. Однак, при більш детальному розгляді, у процесі різання беруть участь три основних елементи: оброблювана заготовка-стружка — ріжуча кромка інструмента. Різання можна вважати ефективним тільки у випадку за найбільш сприятливих умов, коли змащування кожного елемента відбувається окремо.

По способі впливу на зону тертя, а також по фізико-механічних властивостях і особливостям агрегатного стану усі тверді мастильні матеріали можна розділити на наступні групи: — змащення, що мають шарувату структуру: графіт, дисульфід молібдену, тальк, серпентиніт (клинхлор, лїзардит, мусковіт і т.д.), слюда, вермикуліт, неорганічні солі (AgCl , CuCl , AgI тощо). Даний тип змащування дозволяє замінити поверхневе або граничне тертя на міжшарове тертя самого змащення, внаслідок їх анізотропічних властивостей; — протекторні або захисні мастильні матеріали умовно можна розділити на дві великі групи: метали і полімерні матеріали.

Ефект, змащування, виявляється в упорядкованому зношуванні, тобто зношується плівка, а не поверхні, на які вона нанесена. Основна відмінність між металевими протекторними матеріалами і твердими мастильними матеріалами на основі пластмас полягає в граничних можливостях антифрикційних зносостійких шарів і їхньої здатності зберігати свої властивості в залежності від навколишніх факторів: температури, вологості, іонізуючих випромінювань тощо:

– тверді мастильні матеріали на основі мил — готові мастильні матеріали на основі з'єднань жирних кислот і поверхонь третюх металів, наприклад, стеарату натрію й алюмінію. Збереження змащувальної здатності, у великому ступені залежить від температури плавлення і деструкції даного мила;

– хімічно активні змащення — до цієї групи можна віднести протизадирні препарати і різні хімічні речовини, що додаються до рідких або газоподібних мастильних матеріалів, що на поверхнях за певних умов створюють хімічно стійкі плівки. Наприклад, молібден при взаємодії із сірководнем утворює

плівку анти фрикційного матеріалу — дисульфиду молібдену. Аналогічні реакції протікають при використанні як добавки до олій фосфатів, хлоридів і деяких окислювачів;

– експериментальні мастильні матеріали — дана група матеріалів є новою. Більшість матеріалів даної групи є засекреченим. Сьогодні, з'явилася ціла група матеріалів, що є високоупорядкованими кластерами вуглецю: фуллерени, нанотрубки, астралени тощо. Деякі з даних матеріалів мають унікальні властивості термо-баростійкості: тобто мають високу здатність зберігати свої механічні властивості при високих температурах (до 2500 °С) і тиску (до 50 МПа/мм²). Механізм їхньої дії різний, однак усі вони здатні створювати власні структури, що самоорганізуються, з новими триботехнічними властивостями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Худобин Л.В., Бордичевский Е.Г. Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке. М., Машиностроение, 1977. — 189 с.

Науковий керівник: С.В. Кадомський

9. ОСНОВИ НОРМАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОВІДОМЛЕННЯ НОМО SAPIENS З ТОЧКИ ЗОРУ ПРИНЦИПІВ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

К.Г. Самодай

Київський державний інститут декоративно-прикладного мистецтва і дизайну ім. Михайла Бойчука

С.В. Кадомський

Національний університет харчових технологій

В сучасних умовах стандартизація охоплюючи множину взаємопов'язаних виробів, технологій і організацій встановлює оптимальні інформаційні характеристики спілкування, регламентує життєвий цикл продукту і технічних засобів, встановлює єдиний державний порядок впровадження результатів в практику і допомагає здійснити ефективний нагляд за його виконанням. Стандартизація, стандарти в силу свого комплексного характеру, в силу свого особливого статусу забезпечують нормативний характер встановлених умов.

Проникнення стандартизації в інформаційну сферу диктується необхідністю розробки конкретних і практичних шляхів забезпечення єдності і інформаційної сумісності при обробці різноманітних даних, для вирішення задач їх системного упорядкування. Особливо актуальною на сьогодні є проблема стандартизації і уніфікації техніко-економічної інформації у вигляді, якій був би доступним кожній розумній істоті. В той же час наші знання о закономірностях первісного спілкування знаходяться ще на тій стадії, коли між спеціалістами різних наук які вивчають комунікацію в своєму особистому просторі уявлень, не існує узгодженого розуміння. Об'єднати експериментальні данні різних наук в єдину теорію виникнення і функціонування інформаційного спілкування, яка б пояснила становлення узгодженого між різними людьми інформаційного повідомлення. Таке положення породжує необхідність обговорювати задачі і проблеми, які виникають на метафоричному рівні, використовуючи арсенал понять, ілюзій та асоціацій запозичених з різних

галузей оточуючого світу. Всі сьогоднішні поняття, які використовують люди в своїй діяльності несуть на собі відбиток тих уявлень в яких вони виникли. В той же час виникає прагнення приймати деякі зовнішні схожості між предметами і явищами в якості глибокої внутрішньої аналогії між ними, про що попереджав Д. Пойа [1]: «... кожна метафора підкреслює деяку подібність, але не всяку подібність можна вважати аналогією». «Схожі предмети узгоджуються між собою в якомусь відношенні. Якщо ви намагаєтесь звести відношення, в якому вони узгоджуються, до визначених понять, то ви розглядаєте ці подібні предмети як аналогічні. Якщо ж вам вдається добратися до ясних понять, то ви з'ясували аналогію». [2, с. 6 Д.А. Поспелов. Передмова].

До робіт в цьому напрямі слід віднести роботи А. Вежбицької, [1972 г. *Semantic Primitives*], що присвячена пошукам елементарних смислів, з яких складаються значення всіх слів природних мов. У відповідності до цих уявлень, значення будь-якої мовної одиниці може бути представлено як деяка комбінація нерозкладних елементарних смислів. Вказані елементарні смисли вважаються принципово вербалізуємими в кожній природній мові, причому при їх вербалізації повинні використовуватись доволі прості елементи, зрозумілі рядовому користувачу мови без додаткових пояснень. Ці елементи які входять в словник нормативів природних мов первісного спілкування, повинні задовольняти вимогам само **зрозумілості, нерозкладності і універсальності**. Вимогу семантичної зрозумілості А. Вежбицька [3] ретельно аргументує в цілому ряді своїх робіт і рішуче виступає проти тлумачення природно мовних виразів використовуючи поняття запозичені з логіки або математики, і вказує на те, що тлумачити внормовані спільнотою елементи стандартизації інформаційного повідомлення за допомогою терміна імплікація, це значить визначати (інтуїтивно) відоме через невідоме, очевидне через неочевидне. Такий підхід використання відповідає точці зору згідно якої єдність лінгвістичної семантики визначається, не єдністю предмета вивчення, а єдністю інструмента аналізу. Вимога самозрозумілості безпосереднім образом пов'язана с логікою становлення вербалізуємості елементарних смислів [4]. Однак сьогодні в лінгвістиці існує інша точка зору (прийнята у глос семантиці) у відповідності до якої, нерозкладаємі одиниці плану вираження — фонемі, не мають ніякого визначеного змісту і для них не можна вказати ніякого адекватного виразу. Семантична нерозкладність і універсальність кандидатів на роль елементарних смислів підлягає емпіричній повірці. Лиш встановив можливість представити значення слів у вигляді конфігурацій елементарних смислів, а також існування слів, повністю тотожних йому по смислу, ми можемо стверджувати, з великою долею імовірності, що ми маємо діло з семантичною елементарною одиницею (*etalon semantic primitive*) [5].

Первісне мислення сприймає навколишній світ як цілісне явище, в якому необхідність спілкування поступово і цілеспрямовано спонукає його до виділення основних абстрактних рис і призводить до логічної диференціації навколишнього світу. В процесі спілкування з'являються еталони-образи які визначають основні характерні риси діяльності і орієнтації мислення і утворюються на основі істотних ознак образів найбільш визначальних предметів оточення. З часом ці образи поступово були визначені спільнотою як еталони інформаційного повідомлення (*etalon semantic primitive*). Кожен еталон має синкретичний набір властивостей, які відтворюють характерні реальні сторони аналога і можуть визначати (уявно відтворювати) різні сторони реальних предметів і явищ. [6]. Такий підхід повністю

співпадає з принципами сучасної філософії і психології, що розвиток людини відбувається на основі матеріалістичного усвідомлення людиною матеріальних образів оточуючого світу. Тобто, первісним фактором який визначає свідомість є буття, а вторинним — можливість усвідомлення свідомістю явищ оточуючого світу в кодових сигналах (матеріальних предметів, примітивних наглядних мальованих схем «одіозних» образів істотних ознак. Відображення знаків цього коду спочатку відбувалось в різних системах репрезентацій (жестів та артикуляцій). Семантичні аспекти кодування інформаційного сигналу сприяли швидкому становленню спілкування завдяки різкому підвищенню точності сигналу, перевело спілкування на новий більш високий рівень (на основі принципів комбінаторної семантики). В той же час «не стандартизована номенклатура елементів даних знижує ефективність функціонування і сумісність інформаційних повідомлень» [7, с. 21].

ЛІТЕРАТУРА

1. *Пойа Д.* Математика и правдоподобные рассуждения, М, ИЛ, 1957
2. *Арбиб М.* Метафорический мозг М., Мир 1976 — 296 с.
3. *Вежбицкая А.* Семантические универсалии и описание языков. М.: «Языки русской культуры», 1999. — 780 с.
4. *Кадомський С.В.* Логіко-образна функція артикуляційної членоподільності мови. Київ, КНУ ім. Т.Г. Шевченка. Мовні і концептуальні картини світу. Зб. наукових праць 2005 р., Вип. 19., кн.1. с. 81 – 84
5. *Goddard C, Wierzbicka A. (eds). Semantics and Lexical Universals: Theory and Empirical Findings. Amsterdam: John Benjamins, 1994.*
6. *Кадомський С.В.* Ключі абсолютних джерел образно-мовних асоціацій, як відображення ментальності звукообразного спілкування первісної людини. Київ, КНУ ім. Т.Г. Шевченка. Літературознавчі студії. Збірник наукових праць 2007 р., Вип. 19., ч. 1. с. 131 – 137.
7. *Давыдов М.Г.* Стандартизация информации. М., «Знание», 1978. — 64 с.

10. ВІДРІЗАННЯ ЗАГОТОВОК І ОБРОБКА КАНАВОК

Б.С. Пащенко, О.Г. Дзюб

Національний університет харчових технологій

При відрізанні заготовок і обробці канавок, як і при точінні взагалі, важливим є правильний підбір металорізального інструменту та режимів обробки.

Перший інструмент з плоскою передньою поверхнею для відрізання заготовок і обробки канавок виготовляли з швидкорізальної сталі. У процесі різання виникали великі сили і утворювалася закручена, стружка, напрям руху якої неможливо контролювати. При обробці канавки різець переміщається в радіальному напрямку (вздовж осі X), формується стружка такої ж ширини, як і канавка, а внаслідок її тертя по стінкам канавки збільшується тиск на передню поверхню різця. Крім того, через тертя стружки по бічним поверхням канавки погіршується їх якість.

У вдосконаленому інструменті для відрізання та обробки канавок вже була передбачена позитивна геометрія для зменшення сил різання і канавка для зменшення ширини стружки. У результаті цих змін домоглися більшої стійкості інструменту і кращої шорсткості бічних поверхонь одержуваної канавки.



У даний час стандартний інструмент для відрізан-ня та обробки канавок виготовляється з сплавів твер-дих марок дуже схожих на марки твердих сплавів для точіння, відповідно і працювати вони можуть при більших швидкостях різання. Обмеження режимів різання накладаються для забезпечення належного процесу формування стружки. Значно простіше отри-мати потрібну форму стружки при врізанні вздовж осі заготовки — це відноситься як до застосування звичайних пластин, так і пластин для обробки кана-вок. При радіальному врізанні стружка завивається в протилежному напрямку по відношенню до заготовки і не відбувається дія згинального моменту, як при різанні уздовж осі заготовки.

В ідеальному варіанті інструмент для відрізання і обробки канавок утворює спіральну стружку, що нагадує за формою годинну пружину. Закру-чуючись в спіраль, стружка ламається. Це відбу-вається або в кінці циклу обробки канавки, або через третя стружки по оправці або стінці канавки при збільшенні діаметра витка.

При застосуванні пластин без стружкозламної канавки формується стружка у формі спіралі, але стружка не стає вужчою, тому потрібен додатковий чистовий прохід для отримання необхідної шорсткості поверхні. Для матеріалів, що дають зливну стружку, така геометрія передньої поверхні не забезпечує достатнього опору для того, щоб завити стружку в спіраль. В цьому випадку утворюється пряма плоска стружка, яка обвивається навколо інструменту і заготовки.

При збільшенні подачі формується стружка з більшою товщиною, яка при попаданні в канавку ламається краще. При сталій швидкості різання зменшується і основний час. При збільшенні подачі погіршується шорсткість поверхні.

Відрізання і обробка канавок дуже схожі, хоча є і ряд відмінностей. Слід розглянути два тимчасових періоди в циклі відрізання. Перший часовий період — момент відділення готової деталі від прутка або труби. Якщо заготовка затиснута в другому шпинделі, то відрізання мало відрізняється від обробки зовнішніх канавок.

Обробка канавок за допомогою повздовжнього точіння є ефективною, якщо ширина канавки більше її глибини. Зазвичай таким способом оброблюються канавки, у яких ширина в два або більше разів перевищує глибину. Обробка канавки за допомогою поздовжнього точіння починається з радіального врізання в заготовку, далі інструмент рухається уздовж осі заготовки. Поздовжнє точіння канавок має кращі режими різання з точки зору подрібнення стружки.

Обробка торцевих канавок відрізняється від обробки зовнішніх канавок. Стружка рухається не паралельно пластині, а під кутом через відносно положен-ня пластини і заготовки в процесі обробки.

Науковий керівник: Ю.І. Бойко

11. УЛЬТРАЗВУКОВА ФІНІШНА ОБРОБКА ПОВЕРХНІ (УФО)

А.М. Кацюбанський, О.А. Яковенко

Національний університет харчових технологій

Проблема створення ефективних методів зміцнення поверхонь деталей, є однією з найважливіших в машинобудуванні. Більшість деталей працює в умовах

інтенсивного зносу, при високих контактних навантаженнях і несприятливих умовах впливу навколишнього середовища. Одним з ефективних способів зміцнення деталей є поверхневе пластичне деформування (ППД), сутність якого полягає в тому, що деформуючий елемент (індентор) притискається до поверхні оброблюваного виробу. В результаті пластичної деформації поверхневого шару збільшується твердість, утворюються стискаючі напруги, знижується шорсткість, що сприятливо впливає на ресурс деталей.

ППД ультразвуковим інструментом, в останній час отримує широке розповсюдження, внаслідок своїх особливостей (високої частоти, сили ударів) веде до більш суттєвої зміни мікроструктури поверхневого шару. Крім того відмітною особливістю УФО від інших відомих методів пластичного деформування є значна швидкість деформації. При такому динамічному впливі на метал змінюються його механічні властивості: збільшується втомна міцність, межі текучості і міцності, опір зносу на стирання, коефіцієнт відбиття світла; зменшуються відносні подовження і звуження, електропровідність, магнітна проникність, теплопровідність, коефіцієнт згасання поверхневих звукових хвиль; збільшується корозійна стійкість.

Експериментальні дослідження показали, що в процесі обробки між деформуючим елементом і оброблюваною поверхнею виникає періодичний контакт з частотою ультразвукових коливань. У момент контакту миттєві напруги істотно вище середніх, що викликає значну пластичну деформацію. Також як і для інших методів поверхневого деформування (вигладжування, обкатування ...) в результаті обробки зменшується шорсткість поверхні.

Різні варіанти обробки металів на заводах показали, що вибір параметрів обробки повинен бути зроблений з урахуванням потужності акустичної системи і її особливостей. Потужність у значній мірі визначає пластичне деформування виступів у мікропогографії поверхні металу, збільшення мікротвердості й, в остаточному підсумку, клас шорсткості.

Критичним параметром режиму обробки є тиск випромінювача ультразвуку на деталь. Надлишковий тиск може привести до перенаклепування поверхневого шару. Але оптимальний тиск легко визначається по формуванню контрольної смуги на початку обробки металу.

Результати застосування даного способу покращення поверхневого шару деталей поєднують в собі кращі показники окремих, класичних, способів обробки:

- мікротвердість поверхні, в залежності від оброблюваного металу, зростає на 30 – 300 %;

- шорсткість знижується з 5 до 9 – 14 класу, дану якість поверхні можна отримати не тільки на термічно оброблених і сирих сталях, але і на чавунах, на кольорових і нержавіючих металах і сплавах;

- товщина наклепу може бути до 0,3 мм, в окремих випадках можливо реалізувати режим холодного кування з товщиною наклепу до 0,7 мм;

- межа контактної витривалості підвищується на 10 – 20 %;

- відсутність шаржування в поверхню зерен абразиву збільшує до 2 разів термін служби сполучених деталей (пар ковзання, ущільнювальних сальників, сальникової набивки й т.п.), з'являється можливість за допомогою ультразвукової обробки виготовляти деталі для харчової промисловості (дозатори і т.п.), для будь-яких машин і механізмів, для яких наявність абразиву в технологічній зоні неприпустима;

- регулярний мікрорельєф підвищує властивість утримання обробленою поверхнею масел і мастил;
- регулярний мікрорельєф додатково знижує знос при зворотно-поступальному русі спряжених деталей;
- підвищується корозійна стійкість обробленої поверхні.

У результаті комплексу перерахованих властивостей, деталі машин і механізмів, піддані ультразвуковій імпульсній зміцнюючи-чистовій обробці, мають більшу зносостійкість, циклічну міцність, контактну втомленість, ніж після шліфування, обкатування кулею і багатьох інших остаточних, фінішних, способів обробки поверхні деталей.

Ультразвукову зміцнюючи-чистову обробку слід розглядати як фінішну. Величина необхідних припусків визначається експериментально, в залежності від конкретних технологічних параметрів обробки.

Продуктивність ультразвукової імпульсної зміцнювально-чистої обробки визначається тими ж факторами, що і обробка різанням в штатному режимі. Застосовувати цю технологію можливо до різних конструктивних форм поверхонь металів: циліндричних, плоских, зовнішніх й внутрішніх, торцевих, конічних й кульових; до різних виступів і западин, прямокутних і радіальних канавок. Безабразивна ультразвукова фінішна обробка, як було сказано вище, відкриває нові перспективи у використанні покриттів поверхонь різного призначення, у тому числі й антифрикційних, тому що створює ідеальну поверхню для пар тертя.

УФО виключає ручну працю, необхідність застосування абразивних матеріалів, спрощує технологічний процес; зменшує обсяги цехового транспортування деталей; заощадує виробничі площі, електроенергію, знижує трудовитрати.

Автори вважають, що сьогодні в навчальному процесі приділяється недостатньо уваги сучасним економічним і ефективним методам фінішної обробки і вважають за доцільне включити опанування цього методу в лабораторні заняття по курсу «Технологія машинобудування»

Науковий керівник: С.В. Кадомський

13. РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРІВ МАЛОГО ДІАМЕТРА

Т.В. Никитюк

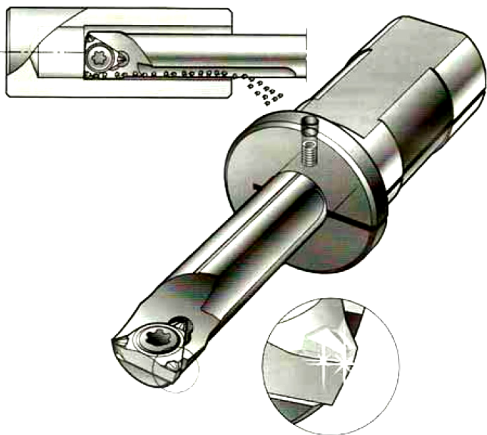
Національний університет харчових технологій

При розточуванні отворів малого діаметра, як і при точінні взагалі, дуже важливо правильно підібрати металорізальний інструмент та режими обробки. Інструмент зі змінними непереточуваними пластинами є одним з найбільш підходящих для технології обробки отворів малого діаметра.

Металообробні виробництва все частіше використовують інструмент зі змінними непереточуваними пластинами, наприклад для розточування отворів діаметром від 6 мм. При цьому виникає ряд переваг, серед яких зменшення собівартості виготовлення та простота експлуатації інструменту. В даний час для обробки отворів малого діаметра часто використовують розточувальні різці з напаяними пластинами або у цільні твердосплавні. Але багато металообробних виробництва переходять на розточувальні оправки зі змінними непереточуваними пластинами, які приблизно в 4...6 разів дешевше, ніж у цільні твердосплавні. У порівнянні з розточувальними

різцями з напаяними пластинами використання інструменту зі змінними пластинами забезпечує цілий ряд переваг. По-перше, зменшується час на заміну зношеного інструменту: немає необхідності знімати різець, заточувати, закріплювати різець, а потім перевіряти його. Крім того, не так багато залишилося фахівців, які вміють правильно заточувати різці, а при використанні розточувального обладнання зі змінними пластинами, при зношенні пластини досить лише повернути її за умови, що похибка установки пластини менше допуску на отвір. Остання умова дотримується, якщо використовується якісний інструмент.

Геометрія пластини для обробки отворів малого діаметра в першу чергу призначена для забезпечення стабільного стружкоподрібнення при обробці з невеликою подачею і глибиною різання. Глибина різання в середньому становить 0,05...0,2 мм, а подача 0,025...0,075 мм/об. Деякі пластини для обробки отворів малого діаметра мають радіус при вершині 0,4...0,8 мм, такі пластини застосовувати не рекомендується. Найбільш придатні в даному випадку радіуси при вершині знаходяться від 0 до 0,2 мм. Невеликий радіус при вершині пластини дозволяє запобігти вібрації, знизити сили різання і поліпшити стружкоподрібнення. При використанні невеликого радіусу, але гіршій чистоті поверхні, що легко виправити, використовується пластини з технологією Wiper.



Багато говорили з приводу переваг інструментальних покриттів, але такі покриття можуть навіть зашкодити обробці, особливо при розточуванні невеликих отворів. Будь-яке покриття трохи згладжує різальну кромку, що не завжди доцільно при знятті невеликого припуску. У загальному випадку для даної операції рекомендують покриття PVD типу, що характеризуються невеликою товщиною в порівнянні з покриттями CVD типу. Таким чином, в повній мірі використовуються переваги сучасних інструментальних покриттів.

Більшість металообробних підприємств використовують розточувальні оправки з лисками і закріплюють їх за допомогою гвинтів. Недолік полягає в тому, що оправки закріплюються всього лише в двох або трьох точках. Тому рекомендується використовувати оправки з циліндричним хвостовиком без лисок для забезпечення повного контакту оправки з розжимною втулкою. Єдиною проблемою залишається встановлення ріжучої кромки по центру, яка вирішується за допомогою спеціальної системи Easy Fix: на оправці фрезеруються два маленьких паза, а на відповідній частині втулки розташована підпружинена кулька, яка входить в паз при виставленні ріжучої кромки рівно по центру. Таким чином істотно зменшується підготовчо-заклучний час. Виставлення ріжучої кромки по центру особливо важливо для розмірної обробки дрібних деталей, адже навіть невеликі зсуви можуть призвести до істотного зниження стійкості інструменту. Існує безліч варіантів обробки отворів малого діаметра, що вимагає уважного підходу до вибору інструмента.

Науковий керівник: Ю.І. Бойко

14. РАЦІОНАЛЬНИЙ ВИБІР СПОСОБІВ ВИСОКОТОЧНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ

С.О. Глушко

Національний університет харчових технологій

Традиційний підхід до шліфування, як остаточного методу обробки заважає побачити і оцінити безсумнівні переваги іншого методу — лезвійної обробки інструментами з надтвердих матеріалів. Недостатньо інтенсивний перехід на лезвійну обробку замість абразивної (звичайно, там, де це доцільно) пояснюється інформаційним вакуумом — дуже мало теоретичних робіт із глибоким аналізом границь і умов застосування лезвійної обробки. Аналіз енерговитрат (рис.1) показує, що шліфування є більше витратним, тому що питома енергія різання суттєво більше при шліфуванні. Цей висновок є досить важливим.

Поява нової групи інструментальних матеріалів — синтетичних надтвердих матеріалів (СТМ) — і розробка лезвійних інструментів на їхній основі дозволили повному вирішувати складні технологічні задачі. Лезвійна обробка інструментами на основі СТМ, визначається унікальними фізико-механічними властивостями цих матеріалів. Алмазних інструменти мають найвищі характеристики: високу твердість, теплопровідність, модуль пружності, зносостійкість, низький коефіцієнт тертя. Нітрид бору має характеристики, що трохи уступають алмазному інструменту, але за показниками теплостійкості і ударної міцності, ці інструменти перевершують алмазні. В той час, коли теплостійкість алмазних інструментів не перевищує 700 °С. Інструменти з нітриду бору мають цей поріг майже у два рази вище, що істотно розширює можливості цього інструмента.

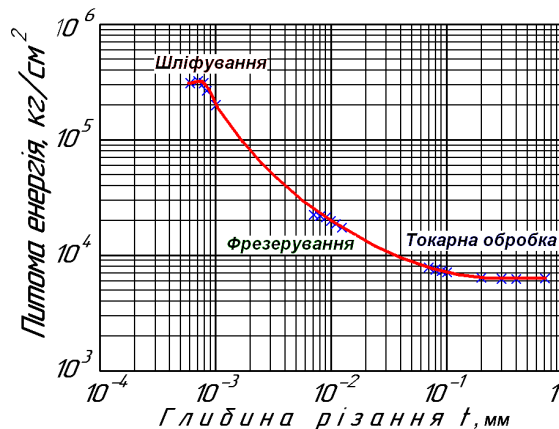


Рис. 1. Витрати питомої енергії при обробці сталі SAE-1112 в залежності від глибини різання Walker D. R., Shaw M. C., *Mining Eng.*, 6(3), 313-320 (1954)

Алмазний інструмент, крім низького коефіцієнта тертя з багатьма матеріалами, має високу гостроту ріжучої кромки (малий радіус округлення), що забезпечує малу деформацію зрізуємого шару, що наближає процес алмазної обробки до умов чистого зрізу. Мала деформація при високій теплопровідності алмазного інстру-

мента не сприяють розвитку високих температур у зоні різання. Тому процес лезвійної обробки кольорових металів, пластмас і ряду інших матеріалів можна умовно назвати «холодним», тому що температура в зоні різання не перевищує 200 °С. Низький рівень температур дозволяє вести обробку, що характеризується відсутністю температурних перетворень в обробленій поверхні, максимально зберігаючи структуру основи, що часто дуже важливо. Відсутність температурного впливу на оброблену поверхню дозволяє знизити вплив швидкості різання на якість обробки і одержувати лезвійним інструментом такі показники якості, які раніше забезпечувала абразивна обробка. При цьому алмазна обробка інструментом з синтетичних алмазів дозволяє забезпечити шорсткість обробленої поверхні Ra 0,2 мкм, а інструментом з натуральних алмазів $Ra \sim 0,1 - 0,05$ мкм. Тому виготовлення параболічних дзеркал сьогодні здійснюється, в основному, лезвійною обробкою, а не абразивною. Як показує досвід, у більшості випадків час лезвійної обробки і її собівартість нижче, ніж абразивної.

Заміна шліфування точінням при виготовленні нарізних з'єднань зі склопластиків підвищує продуктивність обробки в кілька разів при значному поліпшенні характеристик якості і міцності. Найбільше повно переваги лезвійної обробки проявляються при обробці деталей із загартованих сталей і чавунів, внаслідок заміни шліфування лезвійною обробкою інструментами зі СТМ на основі нітриду бору.

Аналіз схем різання при шліфуванні, точінні і розточуванні показує переваги лезвійної обробки і локальність контакту інструмента з деталлю при лезвійній обробці. Площа контакту шліфувального кола з деталлю значно перевищує площу контакту різця з деталлю в десятки або навіть сотню разів, що зумовлює значно більші енерговитрати і тепловиділення при шліфуванні ніж при точінні. Швидкість обробки (окружна) деталі при шліфуванні менше, ніж при точінні що зумовлює короткочасність впливу високої температури на оброблену поверхню, а відповідно менший вплив високої температури на поверхню деталі при точінні. Так час впливу високої температури при точінні лише 10^{-5} сек.

Локальність і короткочасність впливу високої температури на поверхню деталі при лезвійній обробці є гарантією того, що вона не проникає на більшу глибину й не «встигає» зробити істотних фазово-структурних змін у поверхневому шарі деталі. Так, якщо на поверхні деталі при точінні різцями з нітриду бору загартованої сталі температура досягає ~ 1200 °С, то на глибині 10 мкм від поверхні вона не перевищує 100 °С.

Високі температури під час точіння, через локальність і короткочасність їхнього впливу в дуже тонких шарах деталі, з урахуванням величезних градієнтів можуть приводити до появи аморфної плівки на обробленій поверхні, чому сприяє контакт з таким інтенсивним аморфізатором, яким є нітрид бору. З теорії тертя відомо, що наявність тонкого шару Бейльбі деталі суттєво підвищує експлуатаційні характеристики останньої.

При точінні загартованих сталей різцями з нітриду бору можна забезпечити шорсткість $Ra = 0,3 - 0,4$ мкм, а відповідно і більшу відносну опорну довжина профілю t_p , при точінні.

Порівняння залишкових напруг у поверхневих шарах обробленої поверхні після шліфування і точіння показує, що лезвійна обробка забезпечує одержання сприятливих стискаючих напруг у той час, як шліфування — несприятливих розтягу.

При точінні повністю відсутні припали, мікро- і макротріщини в обробленій поверхні. Фазово-структурні зміни в підповерхневому шарі при точінні мінімальні, шаржування поверхні відсутнє.

Аналіз порівняння варіантів оброблюваних поверхонь показує, що шліфування далеко не завжди продуктивніше точіння. Так, внутрішнє шліфування (особливо поверхонь малих діаметрів) багаторазово програє процесу розточування і тільки при обробці великих діаметрів процеси порівнянні.

Ще одна перевага, що вигідно відрізняє лезвійну обробку від шліфування — можливість відмовитися від застосування мастильно-охолоджуючих рідин, що значно поліпшує екологічні показники.

Таким чином, порівняльний аналіз процесів і дозволяє зробити висновок про певні переваги лезвійної обробки перед шліфуванням.

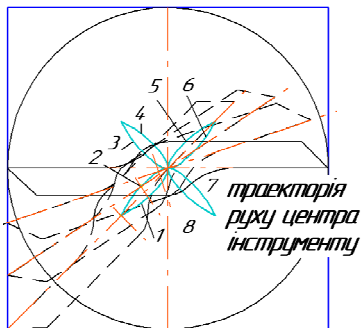
Науковий керівник: С.В. Кадомський

15. ПРОСТИЙ МЕТОД ВИГОТОВЛЕННЯ КВАДРАТНОГО ОТВОРУ?

П.О. Олексійчук, Ю.І. Бойко

Національний університет харчових технологій

Зробити круглий отвір дуже просто. Досить скористатися дрилем зі звичайним свердлом спіральної форми. А чи можна висвердлити квадрат? На перший погляд здається, що це суперечить здоровому глузду. Насправді свердло, що робить майже квадратні отвори, є, що правда, для свердління потрібна спеціальна насадка на дріль.



**Рис. 1. Ідеальна схема отримання
різальною кромкою квадратного отвору**

Для того, щоб інструмент оброблював отвір кількома різальними кромками він повинен мати в перерізі форму фігури що, обертаючись усередині квадрата (між двома паралельними лініями), постійно б торкалася б його сторін?

Для цього звичайному інструменту з рівновіддаленими різальними кромками від центра обертання тоді треба надати центру обертання спеціальний рух, щоб різальні кромки вибирали кути квадрату. Щоб відповісти на це питання, звернемо увагу на одну відому властивість окружності: вона має постійну ширину по всім напрямкам, рівну її діаметру. Це означає, що окружність можна котити між двома паралельними дотичними, при цьому відстань між ними залишиться незмінним і саме рівним діаметру окружності.

При свердлінні круглого отвору різуча точка різця обертається по колу. Якщо ж ми хочемо одержати отвір квадратної форми, кромка різця, повинна «викреслювати» квадрат. Чи може таке бути? Як показано на рис. 1 може. Але в такому випадку цей отвір можна зробити лише інструментом з однією різальною кромкою, що призводить до великих зсувних бічних навантажень. По друге центр інструменту повинен рухатись з різкою зміною напрямку руху, що призводить до великих бокових прискорень, внаслідок чого буде відбуватись швидке зношування верстату.

З математики відомо, що властивістю постійної ширини володіє трикутник німецького математика і інженера Франца Рело (1829 – 1905). Легко переконатися, що ширина трикутника Рело постійна й дорівнює стороні вихідного рівностороннього трикутника (рис. 2).

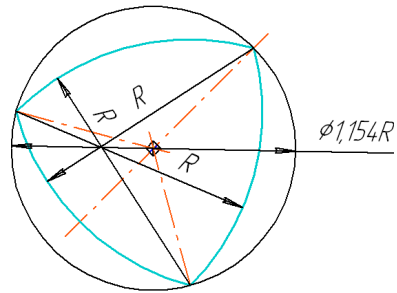


Рис. 2 Схема побудови трикутника Рело

Якщо обертати трикутник Рело між тими ж паралельними прямими, неважко уявити, що він постійно торкається їх обох, а при обертанні в квадратному отворі він постійно торкається його чотирьох сторін (рис. 2). Для більшої переконливості варто вирізати трикутник Рело з товстого картону й спробувати прокотити по столі. Він буде котитися як дійсне колесо, без поштовхів і підскакувань. Якщо обертати усередині квадрата трикутник Рело, кожна з його вершин пройде майже по всьому периметрі. Невеликі відхилення є лише поблизу вершин: кути виходять заокругленими. На креслениках показано як повинен рухатись центр обертання різального інструменту побудованому на цьому принципі.

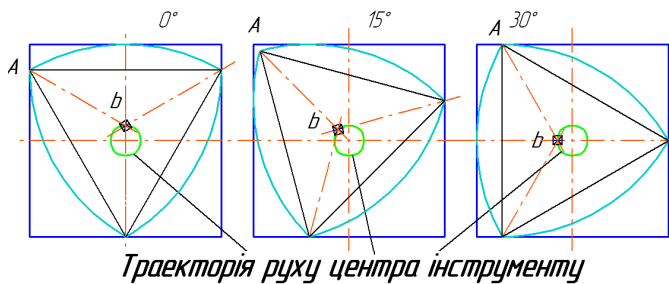


Рис. 3. Схема руху трикутника Рело всередині квадратного отвору

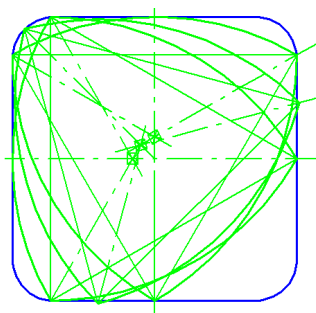


Рис. 4. Реально можлива форма квадратного отвору за допомогою обкочування трикутника Рело всередині квадрату

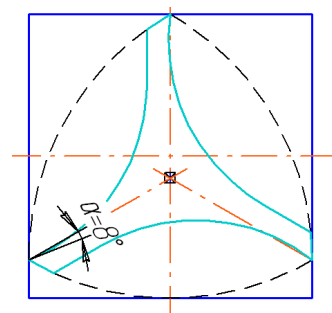


Рис. 5. Схема побудови інструменту на базі трикутника Рело

Усередині квадрата ми фактично котимо трикутник Рело по прямій з поворотами на 90° . У цьому випадку в нього немає центра обертання. Щоб інструменту надати необхідну траєкторію необхідно зробити шаблон, який

понуждав рухатись інструмент по потрібній траєкторії. Свердління виробляється за допомогою металевого шаблону у вигляді квадратного отвору потрібних розмірів. При обертанні у квадраті (або, точніше, при коченні по його сторонах) центр трикутника Рело повинен пройти траєкторію, показану на рис. 2.

В 1914 році англійський інженер Гаррі Джеймс Уаттс винайшов інструмент для свердління квадратних отворів. Свердло Уаттса зображені на рис.4. Само свердло має в перетині форму трикутника Рело. У ньому тільки прорізані поглиблення для відводу стружки і заточені ріжучі крайки.

Науковий керівник: С.В. Кадомський

16. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОЇ ТОЧНОСТІ ЗУБЧАТИХ КОЛІС

М.П. Ільчук

Національний університет харчових технологій

Зубчасті передачі є відповідальними ланками машин і механізмів, що визначають якість, надійність і довговічність їхньої роботи. Значний ріст вимог до точності і шорсткості поверхні зубів коліс викликає необхідність удосконалювання засобів виробництва і контролю зубчастих коліс і черв'ячних передач.

Необхідну точність і шорсткість поверхні зубів, можливо досягти при обробці зубчастих коліс з цементуємих сталей з використанням сполученням різних технологічних процесів операцій зубообробці: фрезерування (8 – 9), шевінгування (5 – 7), термообробка (6 – 8), шліфування (2 – 5). Аналіз існуючих технологічних процесів дозволяє зробити висновок, що найбільш ефективною операцією фінішної обробки робочих поверхонь зубів є зубошліфування, яке стабільно забезпечує шорсткість поверхні зубів Ra 0,3 – 1,6 мкм, а при додаткових витратах і оптимізації процесу можливе досягнення Ra 0,2 мкм. У порівнянні з іншими операціями воно дозволяє не тільки істотно знижувати погрішності зубів, отримані на попередніх механічних операціях і при термічній обробці, стабільно одержувати поверхні зубів з параметрами точності в необхідному діапазоні.

Серед великого розмаїття верстатів і методів шліфування зубів, технологічного оснащення, останнім часом пануюче положення зайняли винятково два методи зубошліфування: обкатаний і профільний. Безперервне обкатане зубошліфування є одним з найпоширеніших методів шліфування зубів. Як інструмент використовують черв'ячне шліфувальне коло, вихідний контур якого має форму зубчастої рейки. Евольвентний профіль зуба утворюється за допомогою руху обкату черв'ячного шліфувального кола і зубчастого колеса, що перебувають у зачепленні. Точковий контакт на лівій і правій бічній поверхнях зубів колеса і витків кола при їхньому безперервному обертанні забезпечує безперервне знімання матеріалу. Завдяки подачам кола в радіальному напрямі і заготовці в осьовому напрямку шліфується вся ширина зубчастого вінця. Шифтінгове переміщення заготовки уздовж шліфувального кола дозволяє використати в різанні всю його ширину. Таким чином зубошліфувальні верстати можуть шліфувати зубчасті колеса різної форми: вали, диски, зубчасті сегменти, зубчасті довбяки, дискові шевери. Особливістю технології зубошліфування методом безперервного обкатування є точна синхронізація обертання черв'ячного шліфувального кола й оброблюваного зубчастого колеса.

Найважливішого складовою безперервного обкатаного шліфування є автоматичне профільне виправлення черв'ячного шліфувального кола. Найбільше поширення одержало виправлення за допомогою двох металевих кіл, покритих шаром

алмазних зерен (частіше природних), зв'язаних нікелем гальванічним способом. Ліві й праві бічні поверхні витків кола і дно западини правлять одноконусними алмазними колами, а зовнішній діаметр проточують торцем дискового алмазного кола. Частота обертання одноконусних кіл 8000 хв^{-1} . виправлення роблять після використання всієї ширини кола. Час виправлення — 2 – 5хв при нормальній експлуатації. Масивні черв'ячні шліфувальні кола допускають велика кількість виправлень (100...150) при шліфуванні 5...30 коліс між виправленнями.

Неодмінною умовою якісного зубошліфування є застосування охолоджувальних-мастильно-охолодних рідин (СОЖ) на базі мінеральних масел з низьким піноутворенням, які призначені для відводу тепла від заготовівлі й інструмента й змиву відходів шліфування в спеціальні резервуари. З метою збереження ріжучих властивостей кола й усунення утворення припалів на поверхні зубів СОЖ подається в зону шліфування під тиском 500...2000 КПа й промиває пори кола від металевої стружки. Високий тиск дозволяє СОЖ переборювати повітряну подушку, що виникає при шліфуванні і вільно надходить безпосередньо в зону різання. Спеціальний установка, розташована поза верстатом, робить очищення СОЖ за допомогою центрифуги (розмір часток залишкового забруднення менш 10 мкм) і її охолодження. При безперервному обкатаному шліфуванні застосовують масивні черв'ячні шліфувальні кола (діаметром 275 – 400 мм і шириною 84 – 125 мм), які встановлюють на прецизійну планшайбу з коротким конусом. Вони забезпечують стабільність сил різання при шліфуванні, а найменші вібрації поглинаються масою інструмента. Перед встановленням на верстат кола динамічно балансуються у двох площинах на планшайбі, а балансувальний пристрій автоматично підтримує високу точність протягом всього терміну служби.

Матеріалом шліфувальних кіл служать електрокорунд білий вищої якості або суміш спеченого корунду (30 %) і електрокорунду білого. Перевагою абразивних кіл, що містять спечений корунд, є можливість профільного правлення. Розмір зерна шліфувальних кіл дорівнює 0,06 – 0,15 мм. Твердість, що характеризує здатність сприймати більші сили при шліфуванні без викрашування кола, застосовується середньо м'яка СМ або м'яка М. Структура кола — відкрита 5 – 18, зв'язка — керамічна. Іноді для шліфування зубчастих коліс застосовують шліфувальні кола з кубічного нітриду бору (ельбору) на керамічному зв'язуванні. У прагненні зробити безперервне обкатане зубошліфування ще більш продуктивним розроблений процес шифтінгового зубошліфування. Цей процес у порівнянні з маятниковим шліфуванням за два-три робочих ходів робить остаточну обробку зубів колеса.

Науковий керівник: С.В. Кадомський

17. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ ВЕРСТАТОБУДУВАННЯ

П.І. Адаменко

Національний університет харчових технологій

Світові темпи розвитку верстатобудування й технологій обробки конструктивних матеріалів у порівнянні з попередніми періодами продовжують залишатися високими. Підтримка передових позицій у цій області вимагає небаченої раніше концентрації капіталів. Саме тому 55 % світового виробництва засобів виробництва зосереджене всього лише в трьох країнах, які диктують сьогодні всю технічну політику. Це Японія, Німеччина й США. За 10 останніх років особливо високі темпи росту відзначені в Іспанії, Китаї й Тайвані.

Конкурентоспроможність продукції верстатобудування на ринку визначається кількома факторами, головними з яких є технічний рівень і якість. Прогрес в області засобів виробництва характеризується, по-перше, вдосконаленням уже відомих технологій і видів устаткування, по-друге, більш широким застосуванням абсолютно нових машин, створених на зовсім іншій основі, чим існуючі. Такий прогрес став можливим завдяки розвитку електроніки, появі нових приводів, нових видів інструменту. Більшості зразків новітнього верстатного устаткування властиве стрімке зростання швидкості обробки і допоміжних операцій, забезпечення комфортних умов праці при гарантованій якості продукції.

При обробці круглих деталей, особливо на токарних обробних центрах, виявляється тенденція до зближення конструкцій, прагнення замкнути обробку деталі на одному верстаті. Характерно й більше широке, чим раніше, проникнення фрезерних операцій, у тому числі силових, на верстати токарної групи.

Обробні центри з ЧПУ представляють нині широку гаму верстатів — від найпростіших традиційних для обробки немудрих деталей до суперсучасних, горизонтального або вертикального компонування, з великим набором інструментів і точністю в частки мікрона. Головна тенденція цієї групи — повна обробка деталі на одному робочому місці.

Слід відзначити також повсюдний ріст швидкості холостого ходу до 25 – 30 м/хв. Поширюється використання електро-шпинделів, вибір яких за останні роки значно розширився. Ще одна загальна для всіх турбота — постійна модернізація ЧПУ, підвищення зручності і спрощення керування й програмування.

У групі багатшпиндельних автоматів найбільшим попитом користуються верстати з діаметром обробки від 14 до 42 мм. Росте попит і на верстати з можливістю обробки великих розмірів. Широке застосування одержують регульовані приводи й приводи ЧПУ для виконання окремих функцій і операцій. Спрощується механічна частина з метою розширення простору для розміщення приводів (ЧПУ), які виконують додаткові функції.

Безсумнівним прогресом варто вважати появу на ринку верстатів з частотно-регульованим електроприводом, внаслідок чого стає непотрібною громіздка, гучна й незручна в експлуатації багатоступінчаста коробка швидкостей. Верстати цієї серії, в основному, призначені для інструментальних ділянок. Найбільший діаметр установлюваної заготовки, залежно від моделі, становить 330 – 533 мм. Відстань між центрами — від 635 до 3040 мм. Поперечне переміщення супорта — 249 мм. Точність обробки — у межах 2,5 мкм. Частота обертання (до 3250 об/хв.) регулюється плавно. Напрявні супорта нових верстатів мають антифрикційне покриття. Відмінна риса — підвищена жорсткість і ширина станини. Рівень шуму на відстані метра не перевищує 80 дБ. Європейські вимоги до шумових характеристик суворі, але верстатобудівники їх виконують неухильно.

Важливе місце у верстатобудуванні завжди займають комплектуючі. Тому що саме вони в багатьох випадках визначають технічний рівень продукції. У першу чергу це відноситься до приводів, систем керування, шпинделям з автономним приводом, шаро-гвинтовим парам, датчикам, підшипникам, напрямним. В останні роки особливою увагою користуються лінійні приводи, механізми і способи базування деталей на верстатах. Загальною тенденцією є підвищення точності базування, що покращує загальний баланс точності верстата. Сучасний момент характерний тим, що на ринках з'явилися всі компоненти, що задовольняють перерахованим вимогам при належній надійності й прийнятних цінах.

Найважливішим кроком у справі створення універсальних засобів виробництва стала поява й розвиток верстатного устаткування з мехатронними приводами. Ці машини характерні тим, що при універсальному компонуванні й модульній конструкції їх вже можна використати як роботів для зварювання, складальних робіт, а також як різноманітні обробні цетри, що мають можливість робити операції на деталі з різних сторін. Саме універсальність цього встаткування в майбутньому зробить майже всі традиційні способи виробництва, що призначено для зварювання, механічної обробки і збиранні, чисто допоміжними, а подальший розвиток витисне значну частину сучасного верстатного парку.

Продукція ряду українських виробників верстатного встаткування конкурентоспроможна на ринках СНД і частково на європейському ринку. Як позитивний момент, треба відзначити, що українська верстатна техніка, з конструкторської точки зору, у багатьох випадках не уступає тим закордонним аналогам, які широко використовуються в загальному машинобудуванні. У той же час не можна не визнати нашого відставання в наукомістких видах устаткування, у тій техніці, що інтегрує в собі досягнення відразу кілька напрямків машинобудування, створена по модульних принципах і складається з багатьох компонентів при кооперації 5 – 10 фірм, найчастіше різних країн, в одну складну систему. Щоб вижити (про процвітання поки говорити не будемо), треба терміново міняти застарілі поняття про хід науково-технічного прогресу, співвіднести їх із загальносвітовими, створити умови для поширення й впровадження сучасних технологій. Задача величезна, але здійсненна.

Науковий керівник: С.В. Кадомський

18. СЕКРЕТИ І ПРОБЛЕМИ ВИГОТОВЛЕННЯ НАРІЗІ

Л.О. Ліфанова, С.В. Кадомський

Національний університет харчових технологій

Кожен, хто має справу з обробкою металу, зіштовхується з питанням створення нарізі. Адже точний профіль нарізі — це застава міцного з'єднання деталей і довговічної роботи механізмів! Нарізь — це не просто вид надійного й зручного з'єднання...Виготовлення правильного профілю нарізі — це завжди мистецтво! Фахівці постійно вдосконалюють свої знання в методах різьбонарізування!

Винахідники перших машин відзначали, що нарізне сполучення принципово поліпшує конструкцію складних механізмів, полегшує їхнє збирання і підвищує надійність. На сьогодні нарізь є самим популярним з'єднанням, і це заслужено пояснюється: можливістю створення великих осьових сил, що перевищують силу, що прикладається в 70 – 100 разів, через клинову дію нарізі; малими габаритами з'єднання; простотою виготовлення...

Однак довгий час процес виготовлення був зовсім не простим... Перші кріплення з механічним нарізуванням з'явилися лише в XVв., до цього, у Давньому Римі, застосовували гвинти з різью, нарізаною вручну, або з дротом, накрученим і припаяним на стрижень і припаяної до нього. У записних книжках Леонардо да Вінчі, що відносяться до кінця XV- початку XVI вв., є начерки проектів кількох гвинторізних верстатів. Однак перший такий верстат, що одержав практичне застосування, був винайдений в 1568 р. Ж. Бессоном.

Довгий час основною проблемою при виробництві нарізі була відсутність однаковості різьб, що нарізають на болтах і гайках. Нарізі великих розмірів наносилися

гарячим куванням, а дрібні утворювались вручну, обидві з'єднувальні деталі, для згинчування підганялися друг під друга. Кожен профіль був унікальний, незмінний і дорогий! Дж. Насмит, винахідник парового молота, указував: «Усяке змішування гайок і болтів... викликає нескінченний клопіт і як наслідок, додаткові витрати часу й матеріалів...». Ситуація значно змінилася коли Нартов А.К. розробив конструкцію першого токарно-гвинторізного верстата з механізованим супортом і набором змінних зубчатих коліс (1717). Цей винахід був забутий і повторно його винайшов 1800 года Г. Модслі побудував перший токарно-гвинторізний верстат, на якому можна було виготовляти гвинти будь-якого діаметра з будь-яким кроком нарізі...

Сучасний темп, що підтримується у всій світовій промисловості, торкнувся й напрямку утворення нарізних з'єднань... Сучасні інструменти використовують для обробки штампів і прес-форм, загального машинобудування, аерокосмічної й медичної промисловості.

Сьогодні промисловість пропонує цілу гамму способів виготовлення нарізних з'єднань, як стандартизованого, так і спеціального профілю.

Сучасні підходи це виготовлення суцільних твердосплавних різьбофрез для обробки нарізі з малими кроками, з посиленою серцевиною, збільшеним діаметром хвостовика для зниження вібрацій при обробці з більшим вильотом, мають коротку ріжучу частину, невеликий кут підйому гвинтової канавки й позитивний передній кут для зниження навантаження забезпечують м'який процес різання. Можливе використання для нарізування різби в глибоких отворах глибиною до $2D$.

Поява нових видів покриттів TiN з додатковою обробкою пароксидуванням збільшує стійкість інструмента. Альтернативний варіант із багат шаровим покриттям TiCN призначений для вуглецевих сталей і крихких алюмінієвих сплавів.

Сучасний інструмент виконується з мастильними канавками й радіальними каналами для MOP суттєво покращує виготовлення нарізі в глибоких отворах ($3,5 D$), створює можливості обробки з охолодженням масляним туманом (скорочення споживання MOP).

Широке розповсюдження в масовому виробництві набув самий високопродуктивний метод накатування зовнішньої нарізі роликками й плоскими плашками на спеціалізованих різьбо-накатних верстатах. Низька вартість виготовлення торованої поверхні при високій її механічній і втомлювальній міцності суттєва й істотна відмінність!

На відміну від традиційного зовнішнього й внутрішнього різьбонарізання, вихрове нарізування дозволяє одержувати вершини без задирки. Інструмент служить довше, час обробки менше, виключається ушкодження інструмента. Цей метод запобігає утворення нарізі на напрямній втулці і виключає заїдання через перекіс. Метод можна використати для утворення як зовнішньої так і внутрішньої нарізі. Обробка виконується на токарному автоматі з верхньою межею частоти обертання шпинделя до 30000 хв^{-1} . Для внутрішнього різьбонарізання шпиндель з вихровим пристроєм повинен переміщатися паралельно оброблюваної заготовці. При зовнішньому різьбонарізанні шпиндель із вихровим пристроєм повинен налагоджуватися на кут підйому різби. Цей метод дозволяє зміною кута налагодження вихрової головки отримувати як ліву так і праву нарізь. Нахил вихрового пристрою визначає напрямок обробки. В контакт з заготовкою в будь-який момент перебуває тільки одне лезо, що забезпечує остаточне оброблення.

Науковий керівник: О.Є. Новицький

16.3. ПІДСЕКЦІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ

Голова підсекції — доц. В.М. КРИВОРОТЬКО
Секретар підсекції — асист. Н.І. КОВАЛЬОВА

Ауд. А-512

1. ПРОЕКЦІЮВАННЯ ПРЯМОЇ

П.П. Загородній

Національний університет харчових технологій

Найбільш зручно задавати пряму двома точками, наприклад $E(x_E, y_E, z_E)$ та $F(x_F, y_F, z_F)$. Тоді рівнянням прямої, яка проходить через ці точки, буде

$$\frac{x - x_E}{x_F - x_E} = \frac{y - y_E}{y_F - y_E} = \frac{z - z_E}{z_F - z_E}, \quad (1.1)$$

або у параметричному вигляді

$$x = t(x_F - x_E) + x_E = t \cdot l + x_E, \quad (1.2)$$

$$y = t(y_F - y_E) + y_E = t \cdot m + y_E, \quad (1.3)$$

$$z = t(z_F - z_E) + z_E = t \cdot n + z_E. \quad (1.4)$$

Приклад . Нехай $E(20, 50, 70)$ і $F(50, 35, 10)$. Тоді рівнянням прямої, яка проходить через ці точки, буде

$$\frac{x - 20}{50 - 20} = \frac{y - 50}{35 - 50} = \frac{z - 70}{10 - 70}, \text{ або } \frac{x - 20}{l} = \frac{y - 50}{m} = \frac{z - 70}{n}, \quad (1.1a)$$

де $l = x_F - x_E = 50 - 20 = 30$; $m = y_F - y_E = -15$; $n = z_F - z_E = -60$, або у параметричному вигляді

$$x = t(50 - 20) + 20 = 30t + 20, \quad (1.2a)$$

$$y = t(35 - 50) + 50 = -15t + 50, \quad (1.3a)$$

$$z = t(10 - 70) + 70 = -60t + 70. \quad (1.4a)$$

Натуральна величина відрізка прямої EF буде дорівнювати

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{(x_E - x_F)^2 + (y_E - y_F)^2 + (z_E - z_F)^2} = \\ &= \sqrt{(20 - 50)^2 + (50 - 35)^2 + (70 - 10)^2} = 68,74 \text{ мм}. \end{aligned} \quad (1.5)$$

Координати слідів прямої EF можна знайти за координатами цих точок та наступними виразами:

а) горизонтального сліда прямої

$$x_2 = \frac{(x_F - x_E)z_E}{z_E - z_F} + x_E = \frac{(50 - 20)70}{70 - 10} + 20 = 55; \quad (1.6)$$

$$y_2 = \frac{(y_F - y_E)z_E}{z_E - z_F} + y_E = \frac{(35 - 50)70}{70 - 10} + 50 = 32,5; \quad (1.7)$$

$$z_2 = 0,$$

тобто $M(55; 32,5; 0)$,

б) фронтального сліда прямої

$$x_\phi = \frac{(x_F - x_E)y_E}{y_E - y_F} + x_E = \frac{(50 - 20)50}{50 - 35} + 20 = 120; \quad (1.8)$$

$$y_\phi = 0,$$

$$z_\phi = \frac{(z_F - z_E)y_E}{y_E - y_F} + z_E = \frac{(10 - 70)50}{50 - 35} + 70 = -130, \quad (1.9)$$

тобто $N(120, 0, -130)$,

в) профільного сліда прямої

$$x_n = 0;$$

$$y_n = \frac{(y_F - y_E)x_E}{x_E - x_F} + y_E = \frac{(35 - 50)20}{20 - 50} + 50 = 60; \quad (1.10)$$

$$z_n = \frac{(z_F - z_E)x_E}{x_E - x_F} + z_E = \frac{(10 - 70)20}{20 - 50} + 70 = 110, \quad (1.11)$$

тобто $P(0, 60, 110)$.

Кути нахилу прямої EF відповідно до Π_1 , Π_2 та Π_3 будуть:

$$\alpha = \arcsin \frac{|z_F - z_E|}{S} = \arcsin \frac{|10 - 70|}{68,74} = 60,79^\circ; \quad (1.12)$$

$$\beta = \arcsin \frac{|y_F - y_E|}{S} = \arcsin \frac{|35 - 50|}{68,74} = 12,60^\circ; \quad (1.13)$$

$$\gamma = \arcsin \frac{|x_F - x_E|}{S} = \arcsin \frac{|50 - 20|}{68,74} = 25,88^\circ, \quad (1.14)$$

де S — натуральна (дійсна) величина відрізка EF (див. рівняння (1.5)).

Необхідною і достатньою умовою належності двох прямих, заданих їх канонічними рівняннями, до однієї площини (умова компланарності двох прямих) буде:

$$\begin{vmatrix} x_2 - x_1 & y_2 - y_1 & z_2 - z_1 \\ l_1 & m_1 & n_1 \\ l_2 & m_2 & n_2 \end{vmatrix} = 0. \quad (1.15)$$

Умовою паралельності двох прямих є:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{n_1}{n_2}. \quad (1.16)$$

Умовою перпендикулярності двох прямих буде:

$$l_1 \cdot l_2 + m_1 \cdot m_2 + n_1 \cdot n_2 = 0 \quad (1.17)$$

2. ПЕРЕРІЗ ПОВЕРХНІ ТОРА СІЧНОЮ ПЛОЩИНОЮ @ ЗАГАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ

П.П. Загородній

Національний університет харчових технологій

Для побудови проєкцій лінії перерізу поверхні тора січною площиною загального положення (рис. 1) використовують допоміжні фронтальні січні

площини, які у перерізі із поверхнею тора утворюють кола, а із січною площиною $\Theta [h_1^0 \cap f_2^0]$ — фронталі площини. Точки перетину фронталі із відповідною лінією перетину тора допоміжною січною площиною (колом) і визначає шукані точки.

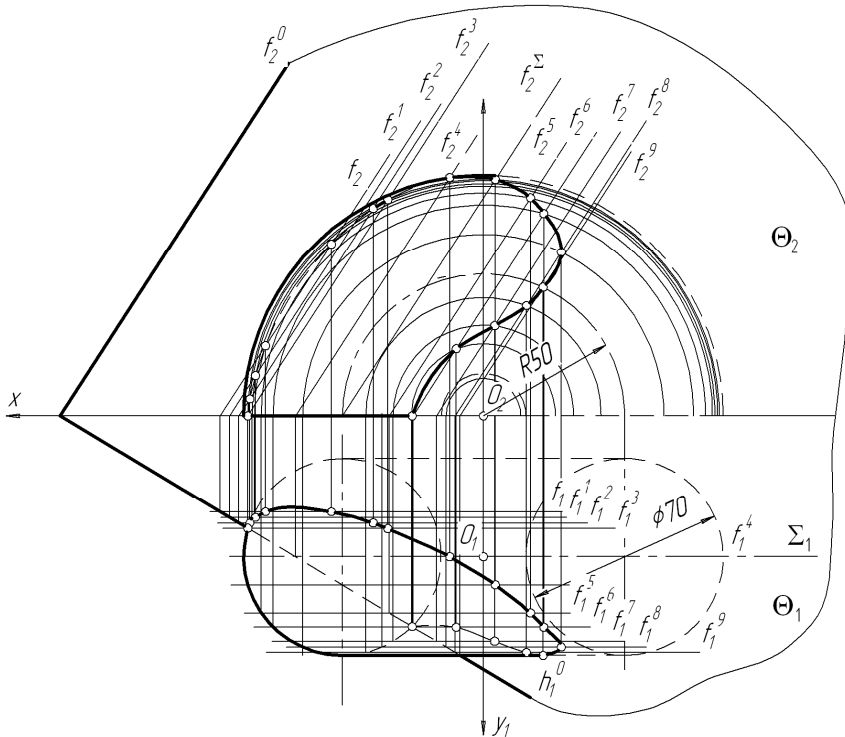


Рис. 1

Приклад. Для визначення характерної точки А лінії перетину поверхні тора січною площиною, яка визначає перехід від невидимої частини лінії перетину до видимої на Π_2 проводять допоміжну січну фронтальну площину $\Sigma (\Sigma_1 \parallel \Pi_2)$, яка у перетині із січною площиною Θ утворює фронталь $f^4 (f_1^4, f_2^4)$, а у перетині із поверхнею тора коло, що співпадає із зовнішнім контуром тора. Тоді перетин f_2^4 із зовнішнім контуром тора і визначає шукану точку А (A_2). А її горизонтальна проекція буде належати Σ_1 (або f_1^4).

3. ПЕРЕТИН ПОВЕРХОНЬ ТОРА ТА ПРИЗМИ

П.П. Загородній

Національний університет харчових технологій

Для побудови лінії взаємного перетину використовують допоміжні фронтальні площини, які у перерізі тора на Π_2 утворюють кола, а із призмою — прямі лінії.

Перетин цих ліній і визначає точки лінії (ліній) перетину цих поверхонь.

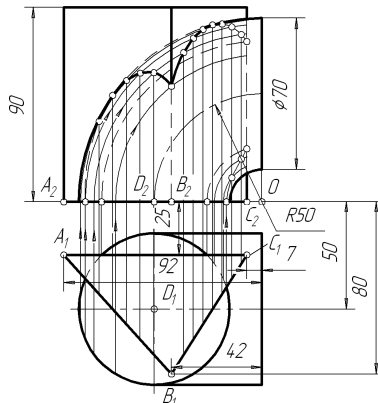


Рис. 2

ЛІТЕРАТУРА

1. Антонович Є.А. та ін. Нарисна геометрія. Практикум. Навч.посібник. За ред. проф.Є.А.Антоновича. — Львів «Світ», 2004. — 528 с.

4. ЕРГОНОМІЧНІ ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ ОПЕРАТОРА

А.В. Зрібняк

Національний університет харчових технологій

Поняття науки ергономіка походить від грецьких слів *ergon* — робота і *nomos* — закон.

У процесі трудової діяльності людина-оператор взаємодіє технічними засобами. Ергономічні вимоги до них визначають конструкцію, організацію і компонування робочих місць — цілісних одиниць виробництва, в яких наявні три основних елементи: предмет, знаряддя та суб'єкт праці. Конструктивні властивості технічних засобів мають бути узгоджені з можливостями людини виконувати робочі операції в нормальних і аварійних роботах. Цього можна досягти, якщо враховувати антропометричні, біомеханічні, психофізіологічні й інші властивості працюючої людини, вимоги техніки безпеки, дотримуватися санітарно-гігієнічних норм і вимог, а також вимог технічної естетики.

При організації робочих місць необхідно керуватися принципом економічності, що орієнтує на оптимізацію чинників, пов'язаних з особливостями технології (використання оптимальних технічних засобів, рівень автоматизації і т. ін.), організації праці (спеціалізація, кооперація суміщення професій), економічності використання матеріальних цінностей та ресурсів (площ, матеріалів, електроенергії і т. ін.). При оснащенні робочого місця і виборі його габаритних розмірів слід дотримувати модульного (функціонально-вузлового) принципу, що передбачає використання єдиної для даного типу робочих місць базової конструкції.

Просторова організація робочого місця забезпечує відповідність планування робочого місця до санітарних і протипожежних норм та вимог, безпеку працівників, відповідність просторових співвідношень між елементами робочого місця до антропологічних, біомеханічних, фізіологічних, психофізіологічних можливостей працюючої людини.

На робочому місці мають бути тільки ті технічні засоби, що необхідні для виконання робочого завдання. Засоби і предмети праці доцільно розміщувати в межах досяжності. Засоби, які часто використовують, потрібно розміщувати ближче до основного технологічного обладнання й до робочого сидіння. Предмети праці, що використовують у послідовних робочих операціях, треба розміщувати у відповідній послідовності і так, щоб не доводилося перекладати їх з однієї руки в іншу.

Робоче місце характеризують граничні розміри його зовнішніх контурів. Габаритний об'єм визначають як суму об'ємів, зайнятих основним виробничим обладнанням, орг- і техоснащенням, об'ємом простору, необхідним для виконання людиною або бригадою основних та допоміжних операцій, проходів і підходів до основних елементів робочого місця, а також до об'єму «мертвого» простору, що створюється неправильними формами вказаних об'єктів.

Компонувальні параметри робочого місця характеризують положення окремих елементів робочого місця один відповідно до іншого і працюючої людини. Вони дозволяють поєднати параметри всіх елементів робочого місця в систему з єдиними базами відліку. Компонувальні параметри мають забезпечувати можливість переміщення працюючої людини, досяжність елементів обладнання із різних положень тіла і робочих поз, потрібну величину зусиль та напружув робочих рухів.

Вільні параметри окремих елементів робочого місця й обладнання не мають загальних баз відліку з іншими елементами. Вільні параметри можуть бути постійними і змінними (регульованими). До останніх належать висота й кут нахилу підставки для ніг, висота сидіння та стінки, кут нахилу спинки і поруччя, рухомість спинки вперед-назад.

Загальні ергономічні вимоги до індивідуальних робочих місць, що визначають взаємне розташування елементів робочого місця, викладені в ГОСТ 22269-76, ГОСТ 12.2.033-78.

Робоче місце складається з пульта управління, засобу відображення інформації, органів управління, засобів зв'язку і крісла людини-оператора.

Пульт управління, як було вже сказано, — основний функціональний елемент робочих місць з автоматизованим управлінням. При роботі за пультом управління оператор може отримувати інформацію з контрольно-вимірюваних приладів, що розміщені на пульті. На пультах розміщуються й органи управління. Панелі пульта, які є його робочою поверхнею, можуть бути по-різному орієнтовані в просторі залежно від положення тіла працюючого.

Конструкція робочого місця має забезпечити швидкість, простоту й економічність технічного обслуговування в нормальних і аварійних умовах. При організації робочого простору необхідно враховувати основи антропометричні й біомеханічні дані такого контингенту людей, яком; доведеться експлуатувати робоче місце.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гамаш Д.Л., Бідюк П.І.* Людський фактор та ергономіка. — К.: Корнійчук, 2001.
2. *Войненко В.М., Мунипов В.М.* Эргономические принципы конструирования. — К.: Техника, 1988.
3. *Пятибратов А.П.* Человеко-машинные системы: эффект эргономического обеспечения. — М.: Экономика, 1987.

Науковий керівник: В.М. Нигора

5. КОМПАС-3D HOME — ДЛЯ НАВЧАННЯ Й ХОБІ

Є.О. Коврижко

Національний університет харчових технологій

Існує велика кількість людей, які застосовують САПР для вирішення своїх домашніх, непрофесійних завдань.

Вивчення креслення студентом і школярем, планування закупівель для виконання ремонту свого житла, створення моделі літака або автомобіля — для вирішення цих задач професійні продукти не підходять не стільки внаслідок їхньої складності, скільки через непомірну ціну для приватного використання.

Російська компанія АСКОН з 1999 року випускає полегшену версію професійної графічної системи — КОМПАС-3D LT.

Система КОМПАС-3D LT слугує для виконання навчальних проектно-конструкторських робіт у різних галузях діяльності. Вона використовується студентами машинобудівних, приладобудівних, архітектурних, будівельних вузів і технікумів при виконанні домашніх завдань, курсових і дипломних робіт. У серпні 2010 року після внесення відповідних змін у ліцензійну угоду компанія АСКОН зробила свій продукт доступним для масової аудиторії.

КОМПАС-3D Home — це повнофункціональна версія системи тривимірного моделювання КОМПАС-3D.

Школярам система допомагає освоювати тривимірне моделювання й креслення. Домашнім майстрам і моделістам КОМПАС-3D Home дає можливість створювати тривимірні моделі окремих деталей і складань, кресленики й специфікації, надає широкі можливості по тривимірному моделюванню авто-, авіа- і судномоделей, будь-яких інших об'єктів вашого хобі. По створеній тривимірній моделі можна автоматично отримати кресленики для фізичного виготовлення виробу. Також створену модель або окремі її компоненти можна роздрукувати на спеціальному 3 D-принтері.

Система КОМПАС-3D Home не є комерційною версією програмних продуктів сімейства КОМПАС і не призначена для використання у виробничій діяльності, пов'язаній з одержанням прибутку. У КОМПАС-3D Home можна виконувати власні домашні завдання, курсові й дипломні проекти, інші навчальні роботи, а також документи для самостійного некомерційного використання. Використання КОМПАС-3D Home у комерційних цілях незаконно. Не допускається виконувати в КОМПАС-3D Home навчальні роботи на замовлення, а також випускати документацію для виготовлення виробів на продаж.

У системі КОМПАС-3D Home можна відкривати й редагувати документи, створені в професійній комерційній версії КОМПАС-3D. Але для передачі документів з КОМПАС-3D Home у професійну версію КОМПАС-3D потрібна спеціальна ліцензія. Цю ліцензію зазвичай мають навчальні заклади — офіційні користувачі КОМПАС-3D. Таким чином, якщо студент виконує роботу вдома у КОМПАС-3D Home, те створені файли відкриються й у навчальному класі вузу у професійній версії КОМПАС-3D. Файли, збережені в інституті в професійній версії КОМПАС-3D, відкриються в КОМПАС-3D Home. Однак файли, збережені в КОМПАС-3D Home, неможливо буде відкрити в професійній версії КОМПАС-3D на промисловому підприємстві або в проектній організації.

Базова конфігурація КОМПАС-3D Номе включає в себе як основні засоби тривимірного моделювання й двовимірного креслення, так і великі бібліотеки стандартних виробів, базу матеріалів з їх фізичними характеристиками, модуль створення специфікацій і повноцінний текстовий редактор для написання пояснювальних записок курсових робіт і дипломних проєктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. <http://ascon.ru/>
2. <http://home.kompas.ru/>

Науковий керівник: В.Г. Серпученко

6. МЕТОДИ ГЕОМЕТРИЧНОГО КОНСТРУЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

М.П. Ільчук

Національний університет харчових технологій

Основне призначення комп'ютерної графіки — виготовлення креслень із використанням комп'ютера. В залежності від принципу обробки геометричних елементів розрізнять різні варіанти.

Існує *принципове конструювання*, яке застосовується у випадках, коли при конструюванні змінюються лише розміри, і конструкції окремих варіантів сім'ї деталей залишаються незмінними. При цьому методи незмінні дані технологічної документації для певного виробу не готуються кожного разу знову. Вони закріплені за вже розробленим за допомогою комп'ютера принциповим кресленням. Весь процес конструювання поділяється на два етапи: отримання результатів комп'ютерного представлення виробу й отримання безпосередньо технічної документації.

При цьому перший етап процесу проходить для певного класу виробів однаково, а другий — визначається необхідною технічною документацією.

Областями застосування є: проектування окремих виробів; проектування комплексних функціональних вузлів; проектування готових пристроїв.

Методом принципового проектування можна економічно розробляти технічну документацію для одиничного та дрібносерійного виробництва, а в масовому виробництві — технічну документацію для інструментального виробництва.

Прикладом принципового конструювання може бути комп'ютерне виготовлення технічної документації на шківні пасових передач.

Заздалегідь на прозорій плівці готується кресленик, на якому відсутні змінні дані — так званий «сліпш». Після визначення вхідних даних, їх вводять у комп'ютер. Обробка даних здійснюється в автоматичному режимі без втручання конструктора. Виведення обчислених даних відбувається по рядках пристроєм друку. З отриманого роздруку даних і накладеного на нього прозорого кресленика знімається копія, яка являє собою готовий кресленик.

Варіантне конструювання застосовується у випадках, коли шляхом зміни конструкції й розмірів комплексної деталі створюють варіанти сім'ї деталей. Варіантний метод передбачає опис комплексної деталі. Для цього з групи геометрично схожих деталей складається штучна комплексна деталь, якій властиві всі геометричні ознаки деталей групи. Додатково визначається на базі яких параметрів і в якому діапазоні зміни цих параметрів можна шляхом задавання дійсних параметрів створювати окремі варіанти групи.

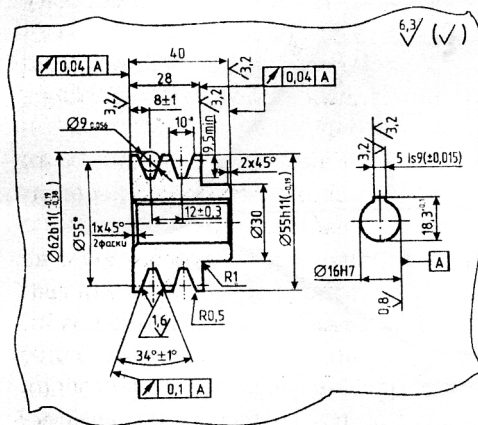
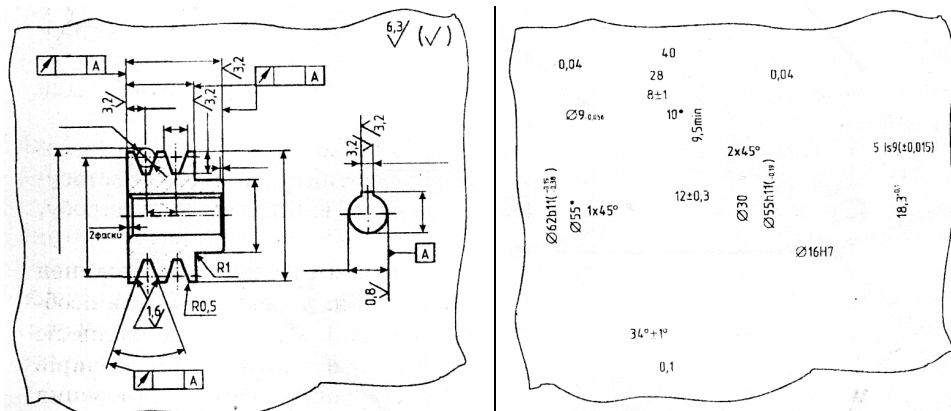


Рис. 1. Фрагмент креслення шків пасової передачі: «сліпш», дані обчислень, копія суміщених документів

Комплексна деталь для групи деталей визначається межами розмірів і геометрії. Кінцевим результатом визначення комплексної деталі є один, чи декілька ескізів, на яких замість конкретних розмірів позначаються вільні параметри з їхніми найменуваннями.

Для опису комплексних деталей використовують таблиці, які доповнюють основну програму.

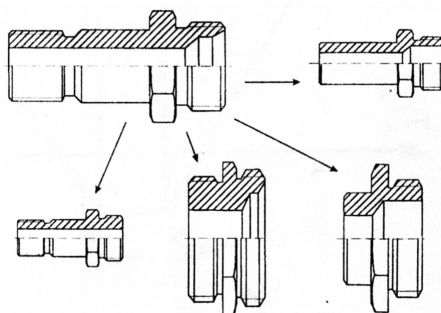


Рис. 2. Комплексна деталь і її варіанти

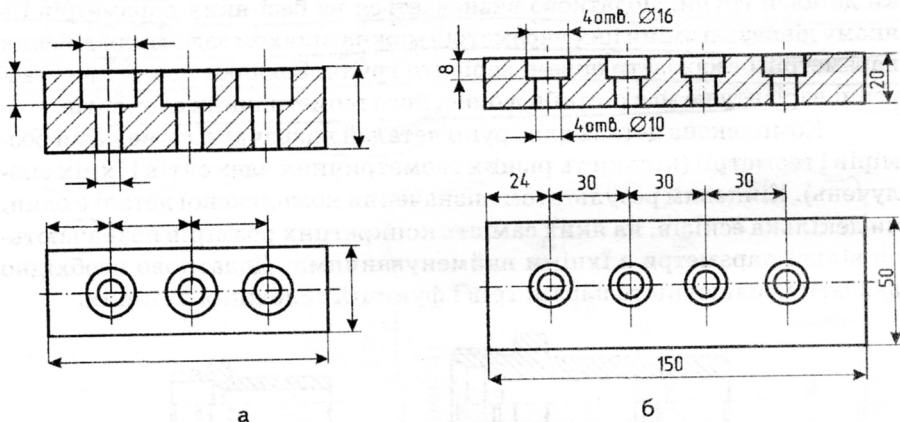


Рис. 5. Варіантне конструювання деталі «плита»:
 а — параметричне креслення; б — робоче креслення

Кількість уводжуваних даних при такому методі конструювання зменшується завдяки тому, що створена параметрична модель деталі містить усі потрібні незмінні дані.

Головною перевагою даного методу є те, що на етапі виготовлення креслеників користувачу надаються одразу всі моделі комплексної деталі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гельмерих Р., Швиндт П.* Введение в автоматизированное проектирование / Пер. с нем. Г.М. Родова, Я.Е. Львовича; Под ред. В.Н. Фролова. — М.: Машиностроение, 1990. — 176 с.: ил.

2. *Штур Г., Краузе Ф.Л.* Автоматизированное проектирование в машиностроении / Пер. с нем. Г.Д. Волковой и др.; Под ред. Ю.М. Соломенцева, В.П. Диденко. — М.: Машиностроение, 1988. — 648 с.: ил.

Науковий керівник: Л.І. Іванова

7. МЕТОДИ ГЕОМЕТРИЧНОГО КОНСТРУЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

А.М. Гуржій

Національний університет харчових технологій

Конструювання використанням конструктивних технічних елементів застосовують при створенні деталі з окремих елементів.

На різницю від варіантного методу, для виконання опису деталі її розкладають на конструктивні елементи, параметричні моделі яких, за їхніми назвами, містяться у банку даних. При формуванні зображення вони викликаються оператором із пам'яті, позиціонуються й отримують розміри. Так можна описувати будь-які деталі, які складаються з елементів, що розміщені поруч один з іншим.

Розрізняють такі групи елементів:

- 1) основні, за допомогою яких виконується опис геометрії деталі;
- 2) допоміжні, якими виконується детальніший опис, що дозволяє повністю передати геометрію виробу;

3) технологічні, які встановлюються технологією виготовлення деталі і впливають на проставлення розмірів.

Конструктор за допомогою спеціального меню виконує послідовний опис елементів деталі. Після завершення опису вводяться системні команди для визначення елементів кресленика (розрізи, перерізи, виносні елементи) і відбувається проставлення розмірів.

Найважливішими якостями графічної системи є: можливість збільшувати запас конструктивних елементів самому користувачу, створювати макроси опису, автоматично проставляти розміри на креслениках.

Характерним прикладом такого способу конструювання є представлення тіл обертання.

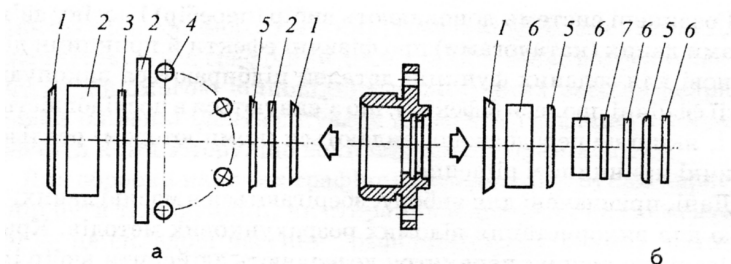


Рис. 1. Розклад деталі на елементи:

а — зовнішні елементи; б — внутрішні елементи:

- 1 — фаска; 2 — циліндр; 3 — проточка; 4 — отвори; 5 — радіус;
6 — внутрішній циліндр; 7 — канавка

Головною перевагою методу конструювання використанням конструктивних технічних елементів є велика гнучкість і легкість виконання опису виробів із цілком різноманітною конфігурацією.

Конструювання методом генерування. Дуже часто зустрічаються випадки, коли необхідно сконструювати унікальну деталь, аналогів якої ще не було закладено в комп'ютер. В такому разі деталь формується з окремих геометричних елементів — графічних примітивів, що введені в систему проектування й підлягають переробці.

Примітиви характеризуються параметрами і атрибутами. Параметрами є величини, що визначають форму, розміри й місце розташування примітива. При цьому для графічних примітивів використовуються цілі числа, які визначають їхні координати. В залежності від рівня формування примітивів розрізняють також фізичні і логічні примітиви. Фізичним примітивом називають графічний об'єкт для генерації якого у графічному пристрої існує апаратний блок. У більшості діалогових графічних підсистем апаратно реалізуються такі примітиви, як точка, відрізок прямої, ламана лінія, рядок тексту і ін. Логічним примітивом називають графічний елемент, що є елементарним об'єктом конкретної програми або області застосувань. Якщо логічний примітив немає свого фізичного еквівалента, виконуються його програмна інтерпретація в послідовність фізичних примітивів. Прикладами логічних примітивів є найпростіші геометричні фігури.

Опис деталі виконується розкладанням реального об'єкта на елементи, які можуть бути оброблені системою.

Головною перевагою даного методу є його універсальність при виконанні моделі виробу будь-якої складності.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гельмерих Р., Швиндт П.* Введение в автоматизированное проектирование / Пер. с нем. Г.М. Родова, Я.Е. Львовича; Под ред. В.Н. Фролова. — М.: Машиностроение, 1990. — 176 с.: ил.
2. *Штур Г., Ф.Л. Краузе.* Автоматизированное проектирование в машиностроении / Пер. с нем. Г.Д. Волковой и др.; Под ред. Ю.М. Соломенцева, В.П. Диденко. — М.: Машиностроение, 1988. — 648 с.: ил.

Науковий керівник: Л.І. Іванова

8. СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

В.В. Безушко

Національний університет харчових технологій

Комп'ютерна графіка з'явилась достатньо давно - вже у 1960-х роках існували повноцінні програми роботи з графікою. Сьогодні прийнято користуватися термінами «комп'ютерна графіка» і «комп'ютерна анімація». Поняття «комп'ютерна графіка» об'єднує всі види робіт зі статичними зображеннями, «комп'ютерна анімація» має справи з зображеннями, які динамічно змінюються.

У теперішній час, завдяки грандіозному розвитку комп'ютерної техніки, деякі сторони нашого життя неможливо уявити собі без застосування комп'ютерних технологій, у тому числі без комп'ютерної графіки. Це, насамперед усі види поліграфічних процесів; майже вся рекламна індустрія; телебачення; моделювання нових видів одягу; проектно-конструкторські розробки тощо.

По своїй структурі зображення можуть бути растровими та векторними. Наприклад, сканер під час сканування розбиває зображення на безліч дрібних елементів (пікселей) і формує з них растрову картинку. Колір кожного пікселя записується у пам'ять комп'ютера за допомогою певної кількості бітів.

За своїм професійним призначенням комп'ютерну графіку можна розділити на такі групи:

- комп'ютерна графіка для поліграфії;
- двовимірний комп'ютерний живопис;
- презентаційна графіка;
- двовимірна анімація, яка використовується для створення динамічних зображень і спецефектів у кіно;
- двовимірне і тривимірне моделювання, застосоване для дизайнерських та інженерних розробок;
- тривимірна анімація, яка використовується для створення рекламних і музичних кліпів і кінофільмів;
- обробка відеозображень, необхідна для накладення анімаційних спецефектів для відеозапису;
- наукова візуалізація.

Презентаційна графіка призначена для створення різноманітних варіантів представницьких, рекламних об'єктів та шоу. Сюди можна віднести подання різноманітних продуктів, оформлення різноманітних програм, (заставки та оболонки до різноманітних мультимедійних продуктів, оболонки компакт-дисків, інтерфейс-програм, WEB-дизайн тощо). Найбільш яскравий і характерний

приклад такої графіки — заставки практично всіх комп'ютерних ігор. Також достатньо поширений тип презентаційної графіки - оформлення Web-сторінок.

Двовимірне і тривимірне моделювання застосовується для дизайнерських та інженерних розробок. Крім того, дво- і тривимірне моделювання доповнює тривимірну анімацію, поліграфічні і презентаційні пакети.

Тривимірна анімація за технологією нагадує лялькову: ви створюєте каркаси об'єктів, накладаєте на них матеріали, компонуєте все це в єдину сцену, встановлюєте освітлення і камеру, а після цього задаєте кількість кадрів у фільмі і рух предметів. Продивитися результат моделювання можна за допомогою камери, яка теж може рухатися. Рух об'єктів у тривимірному просторі задається за траєкторіями, ключовими кадрами і з допомогою формул, які зв'язують рух частин складних конструкцій. Протягом деякого часу комп'ютер прораховує всі необхідні кадри і видає готовий фільм.

Таким чином, комп'ютерна графіка увійшла до усіх сфер людської діяльності. Її використання дозволяє значно спростувати процеси моделювання у науковій сфері, створювати складні відеоефекти, які були недоступні раніше, а також відкривати нові напрямки у мистецтві. Отже, комп'ютерна графіка - це, на сьогодні, величезний світ різноманітних редакторів та пакетів, у якому кожен може знайти майже будь-які інструменти для втілення у життя найсміливіших своїх задумів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Веселовська Г.В.* Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник для вузів. — Херсон: ОЛДІ-плюс, 2004. — 582 с.

2. *Глушаков С.В.* Компьютерная графика: Учебный курс. — Харьков: Фолио, 2001. — 500 с. *Дабижа Г.Н.* Компьютерная графика и верстка: CorelDRAW, Photoshop, PageMaker. — СПб.; М.; Х.; Минск: Питер, 2007. — 270 с.

3. Компьютерная графика. / С.В. Глушаков, А.В. Капитанчук, Е.В. Вещев, Г.А. Кнабе. — 3-е издание, дополненное и перераб. — Х.: Фолио, 2006. — 511 с.

Науковий керівник: В.П. Кавун

9. ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНЖЕНЕРНИХ САПР В ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Д.С. Бабенко

Національний університет харчових технологій

Використання в промисловому виробництві САПР дає можливість підприємствам швидко реагувати на зміну попиту, у короткий термін налагоджувати випуск нових видів продукції, швидко пристосовуватись до змін на ринку, відслідковувати життєвий цикл виробів, ефективно підвищувати та контролювати їх якість. Без впровадження комп'ютерних технологій у конструкторсько-технологічну підготовку виробництва неможливо привести його у відповідність вимогам міжнародної системи якості.

Сучасний підхід до конструкторсько-технологічної підготовки характеризується комплексністю прийнятих рішень. Перевага віддається інтегрованим між собою програмним продуктам, які дозволяють зберігати зв'язки між

документами в період підготовки виробництва. Таким чином можна виключити невідповідність у технічній документації.

Можна виділити наступні найбільш популярні програмні продукти за допомогою яких виконують конструкторсько-технологічну підготовку виробництва: КОМПАС-3D, AutoCAD, T-FLEX, Cimatron, CATIA, ENOVIA-SMARTEAM, DELMIA, Moldex3D.).

Одним із сучасних методів тривимірного твердотілого моделювання механічних деталей на персональному комп'ютері виступає система КОМПАС-3D, розроблена російською компанією «АСКОН»

У КОМПАС-3D об'ємні моделі та плоскі креслення асоційовані між собою. Це означає, що будь-яка зміна, внесена в модель, буде негайно і точно відбито на всіх видах креслення. Можливості системи дозволяють задавати параметричні зв'язки і асоціації як між окремими елементами деталей, так і між деталями в складальних одиницях. Це дозволяє швидко вносити зміни в проект, створювати різні варіанти, як окремих деталей, так і всього виробу в цілому.

Система AutoCAD, являється на сьогоднішній день найпоширенішою програмною графічною системою автоматизованого проектування в промисловості. Autodesk посідає четверте місце у світовому рейтингу розробників САПР. Широко функціональні можливості AutoCAD перетворили цю систему у стандарт у класі систем автоматизованого технічного проектування і виконання креслярських робіт. Зараз AutoCAD — це найбільш гнучка графічна програмна система для ПК, здатна ефективно працювати у всьох галузях технічного проектування.

Саме по такому шляху успішно рухаються творці системи автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва T-FLEX CAD.

T-FLEX CAD — система автоматизації креслення, параметричного проектування і тривимірного параметричного твердотілого і поверхневого моделювання. Висока функціональність і унікальні параметричні технології є відмінними рисами САПР T-FLEX CAD. Цей комплекс програмних засобів допомагає вирішувати завдання від проектування виробу до його впровадження у виробництво. Залежно від цілей проектування при розробці виробу використовують САПР тої або іншої функціональності. Це дозволяє раціонально оснащувати робоче місце інженера. Відоме геометричне ядро Parasolid, що лежить в основі системи параметричного тривимірного моделювання T-FLEX CAD 3D дозволяє користувачам моделювати тривимірні деталі і складальні конструкції будь-якої складності з можливістю оптимізації параметрів. Створені моделі можна розрахувати або піддати аналізу в більшості відомих західних і російських розрахункових систем, тому що майже всі вони також використовують ядро Parasolid. Наявність цілого комплексу підсистем робить систему T-FLEX CAD більш функціональною в порівнянні системами КОМПАС-3D і AutoCAD.

CIMATRON є провідним постачальником інтегрованих CAD / CAM-рішень для підготовки виробництва виробів і розробки складної технологічної оснастки та інструменту. Cimatron розробляє комплексні швидкокупні рішення, які покращують виробничі цикли, забезпечують кооперацію з зовнішніми постачальниками і, в результаті, скорочують терміни випуску виробів.

Потужні засоби гібридного моделювання забезпечують можливість реалізації проектів складних виробів з повною параметризацією і асоціативністю і застосуванням високоякісної поверхневої геометрії. Автоматичне формування креслярсько-

графічної документації в повній відповідності з ЕСКД і ЕСТД забезпечує виняткову продуктивність і якість роботи кресляра. Різноманітні засоби проектування технологічної оснастки і керуючих програм для різних типів обробки на верстатах з ЧПК дозволяють до мінімуму скоротити терміни випуску нових виробів.

Особливу увагу Cimatron приділяє розробці високопродуктивних програмних рішень для задач інструментального виробництва. Широкий спектр інтерфейсів для обміну даними з іншими системами і технологічним обладнанням, спеціалізованих програмних підсистем, розроблених для вирішення специфічних завдань різних галузей зарубіжної та вітчизняної промисловості, засоби організації розробки та електронного зберігання даних, повна русифікація системи та кваліфіковане гарантійне обслуговування забезпечують швидке впровадження і окупність системи Cimatron.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Твердотельное* моделирование в системе КОМПАС-3D./ Потемкин А.Е.; под ред. Е. Кондуковой. — СПб.: БХВ — Петербург, 2004. — 512 с.: ил.
2. AutoCAD 2000. Библия пользователя.: Пер. с англ. / Эллен Финкельштейн — М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. — 1040 с.: ил.
3. Сайт «bee-pitron» — [електронний ресурс]: <http://www.bee-pitron.ru/ru/left/mash/cimatron/about/index.shtml>
4. Сайт « T-FLEX « — [електронний ресурс]: <http://www.tflex.ru/SolidWorks/> Девид Мюррей. — второе изд. — М.: «ЛОРИ», 2003. — 560 с.

Науковий керівник: В.П. Кавун

10. НОВІ МОЖЛИВОСТІ ВЕРСІЇ КОМПАС-3D V14

Р.А. Рудь, В.В. Васильков

Національний університет харчових технологій

CAD програма Компас — одна з найпоширеніших систем САПР і досить динамічно розвивається. Так в кінці 2012 року була представлена нова версія цієї програми, яка має значні поліпшення. Так суттєвий розвиток отримали вбудовані технології, пов'язані з 3D проектуванням, які розширюють функції CAD-інструментарію і збільшені можливості спеціалізованих пакетів. Компас 3D V14 дозволяє не тільки створювати 3D-геометрію, але і повністю представляти інформаційну модель виробу, аналізувати її і готувати дані для подальшого виробництва. В 3D моделі при простановці розмірів стало можливим встановлювати поле допуску, а саму модель перебудовувати з його урахуванням (рис. 1).

В Компас-3D V14 реалізований функціонал, який дозволяє формувати компонент документації — кресленик та групові специфікації (рис. 2).

Функціонально змінена в новій версії команда «Отвір» — можна створювати отвори також і на криволінійних поверхнях (рис. 3), а штриховка асоціативно пов'язана з матеріалом деталі 3D моделі. Технічні вимоги передаються з 3D моделі, а розміри з ескізів і операцій автоматично переносяться на види кресленика.

Впроваджена нова технологія створення баз даних користувача, в ці бази можна додавати заново створені елементи, а також деталі та вузли від виробників обладнання та інших користувачів.

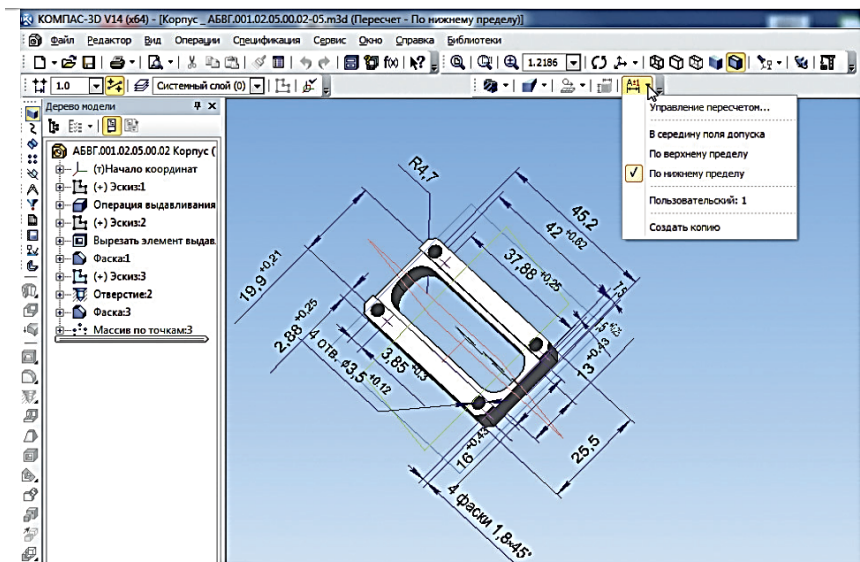


Рис. 1. Деталь з розмірами в режимі перерахування (з урахуванням полов допусків)

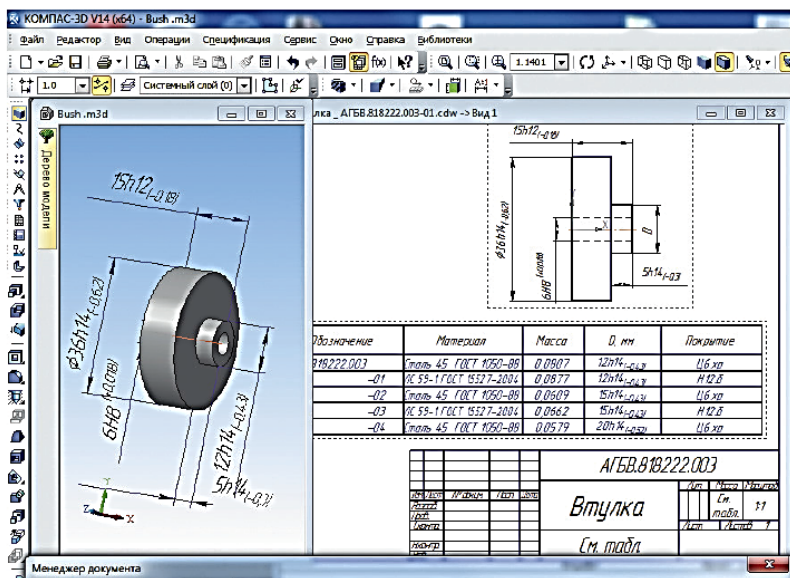


Рис. 2. Модель і асоціативне креслення деталі

Наявність розмірів ескізів і операцій, які керують геометрією моделі, а також введених на ці розміри допусків дало можливість робити зміну моделі (перерахунок розмірів) за верхнім, нижнім та середнім значеннями допуску. На змінній моделі також можлива зміна площі, відстаней, масових і інерційних характеристик і перетину компонентів. Перераховування розмірів дозволяє детально перевірити коректність розмірів (контроль операцій складання) (рис. 4). Стало можливим налагоджувати табличні форми, в яких представлена різноманітна інформація.

В новій версії стало можливим створення групових моделей деталей і вузлів, також можна робити одночасно із значною кількістю 3D моделей, які синхронно змінюються при редагуванні спряжених з ними деталей та асоціативних креслеників. Автоматизовані операції створення таблиць. В 3D моделях введені шари та відповідні функції керування ними (прозорість, колір та ін.). Значне нововведення — це таблиця масиву параметрів, які змінюються (рис. 5). Масив фактично стає комплексною функцією і дозволяє на основі базового об'єкта створювати значну кількість залежних об'єктів.

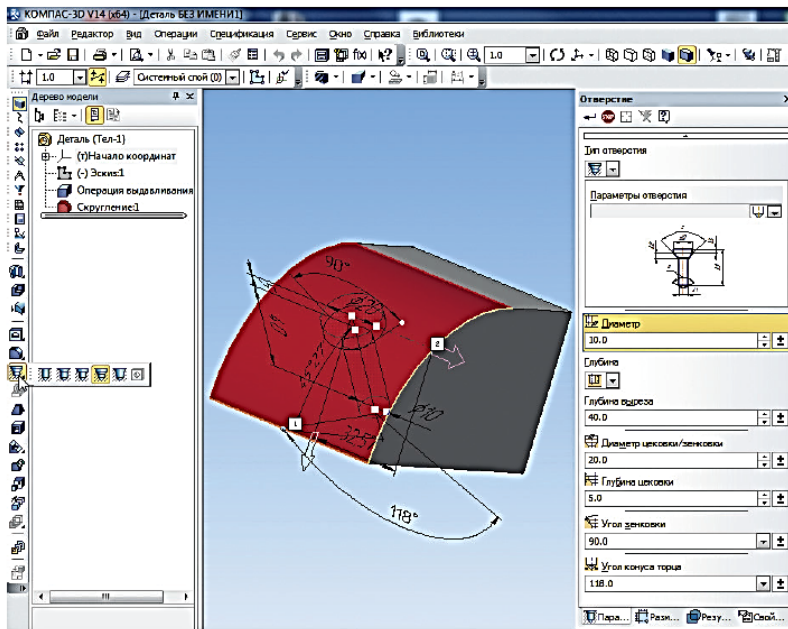


Рис. 3. Розміщення отвору на циліндричній грані

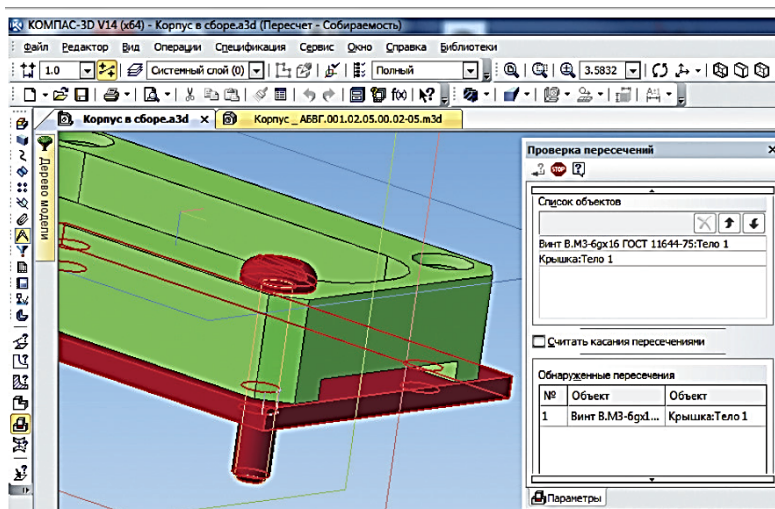


Рис. 4. Перевірка умови складання (перетинання компонентів)

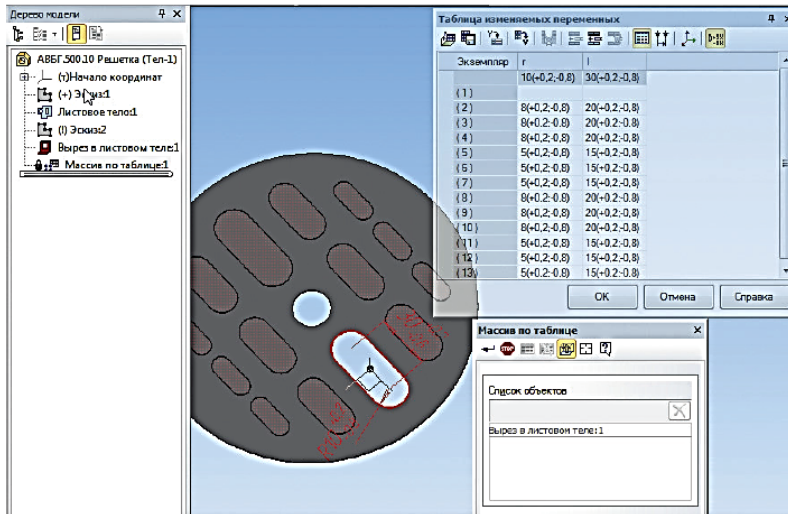


Рис. 5. Массив операций із зміною розмірів елементів, що створюються

У випадку «варіативного моделювання» редагування геометрії моделі можливе без урахування історії її створення, це особливо важливо при імпорті моделей з інших систем САПР (з використання універсальних форматів). Є також значна кількість інших змін та нововведень, що дозволяє за допомогою Компас 3D V14 розв'язувати значну кількість конструкторських задач швидше та якісніше.

ЛІТЕРАТУРА

1. <http://ascon.ru/>

Науковий керівник: Н.І. Ковальова

11. ПРОЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ТА ВУЗЛІВ МАШИН НА БАЗІ AUTODESK INVENTOR

А.В. Пакляченко

Національний університет харчових технологій

Враховуючи сучасні світові тенденції в галузі машино та приладобудування, передові виробництва для проектування та випуску технічної документації використовують системи САПР з можливістю 3D-проектуювання. 3D-модель дає можливість візуального уявлення про конструкцію, як окремих деталей, так і виробу в цілому, а також надає можливість проводити різноманітні розрахунки.

Однією з таких систем САПР є Autodesk Inventor 2012. Сім'яство 3D САПР Autodesk Inventor містить повний набір гнучких інструментів для машинобудівного 3D-проектуювання, аналізу виробів, створення інструментального оснащення та обміну проектними даними. Технологія цифрових прототипів, реалізована в Inventor, допомагає підвищити якість виробів, знизити витрати на їх розробку і прискорити їх виробництва. Деякі можливості Autodesk Inventor 2012 показані на прикладі розробки черв'ячного редуктора.

Зображення деталей в системі Autodesk Inventor дають повну уяву про будову та зовнішній вигляд деталей, що є дуже важливо для правильного розуміння деталей з

особливо складною будовою. Слід також відмітити, що деталі відображаються з накладеними візуальними текстурами, що додає реалізму відображенню.

В системі проектування Autodesk Inventor 2012 є спеціальні різноманітні модулі для розрахунку деталей на міцність методом кінцевих елементів, модулі розрахунку та автоматизації проектування зубчастих, ланцюгових та пасових передач, розрахунків та проектування валів, підшипників, кулачків, шпонкових та шліцьових з'єднань.

Скориставшись можливостями системи, проводимо розрахунок та проектування деталей черв'ячного зачеплення. На рис. 1 показано модуль розрахунку черв'ячної зубчастої передачі, який по вихідних даних розраховує необхідні геометричні параметри передачі, а також проводить розрахунок на міцність. В результаті роботи цього модуля отримуємо деталі черв'ячного зачеплення необхідного конструкційного оформлення.

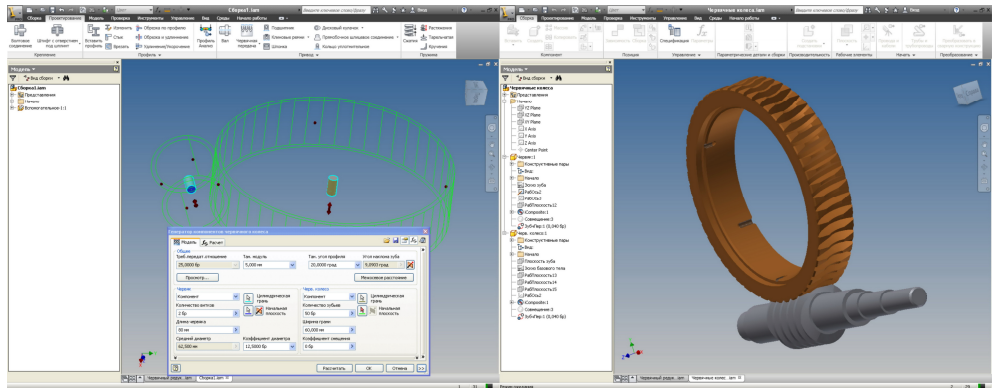


Рис. 1. Модуль розрахунку та генерації деталей черв'ячного зачеплення

В системі Autodesk Inventor можливо не лише проектування окремих деталей, але й проводити їх складання у складальні одиниці шляхом накладання певних обмежень та залежностей. На рис. 2 показано черв'ячний редуктор у повній збірці та з знятою кришкою.

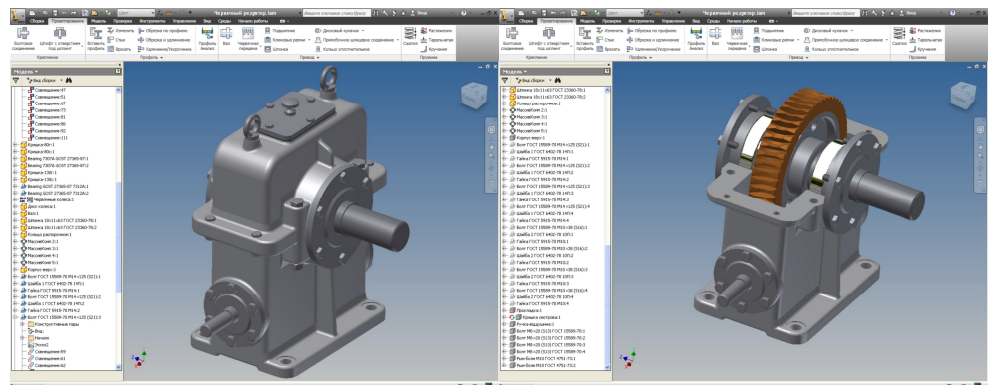


Рис. 2. Черв'ячний редуктор

Зображення складних складальних одиниць, таких як черв'ячний редуктор, у 3D вигляді поряд з іншою технічною документацією, а зокрема креслениками, допомагає більш повній уяві про їх будову.

Autodesk Inventor також має змогу створювати різноманітні анімаційні ролики, які дають можливість демонструвати роботу обладнання, можуть слугувати рекламною продукцією або бути відео інструкцією по правильній експлуатації, порядку складання, ремонту та розбирання виробу.

У підсумку можна сказати, що системи САПР з можливістю 3D-проекування, та зокрема Autodesk Inventor 2012, дає можливість оптимізувати процес проєкування, зменшити період до виробничої підготовки та полегшити сприйняття та розуміння технічної документації кінцевим споживачем.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Твердотельное* моделирование Autodesk Inventor /В.Г.Концевич. — М. — Сп-б. — К.: ДиаСофт, ДМК Пресс, 2008. — 672 с.
 2. *Современный* самоучитель работы в Autodesk Inventor /В.Г.Концевич. — М.: ДиаСофт, ДМК Пресс, 2009. — 672 с.
 3. *Представительство* Autodesk в Росії: <http://www.autodesk.ru>
- Науковий керівник: А.М. Коцюбанський**

12. ЕФЕКТИВНА ВЕЛИЧИНА ПОЧАТКОВОГО СИРОПУ ВАКУУМ-АПАРАТУ ДЛЯ УВАРЮВАННЯ ЦУКРОВОГО УТФЕЛЮ

А.М. Коцюбанський

В конструкціях вакуум-апаратів цукротехніки прагнуть створити сприятливі гідродинамічні умови, що забезпечують високу швидкість циркуляції та максимально можливе отримання кристалічного цукру з крупними і рівномірними кристалами. Одним із головних факторів, що визначає вплив конструктивних особливостей вакуум-апаратів на кінцеві характеристики утфелю і кристалічного цукру є величина початкового сиропу. Під початковим сиропом розуміють кількість сиропу на момент введення у вакуум-апарат затравки для примусової генерації кристалів цукру. В сучасних конструкціях вакуум-апаратів величина початкового сиропу відрізняється і складає від 53 % (вакуум апарат ВМА-600) до 25,6 % (вакуум апарат ВАМЦ-600).

Проаналізувавши співвідношення об'єму (маси) початкового сиропу до об'єму (маси) кінцевого утфелю у цих вакуум-апаратах маємо констатувати, що у вакуум-апараті ВАМЦ-600 співвідношення складає 2,9 одиниці, а для вакуум-апарату ВМА-600 — 0,9 одиниці. Отже, кількість живильного розчину відносно величини початкового сиропу однієї і тієї ж якості, що надходить для уварювання на стадії росту кристалів для вакуум-апарату ВАМЦ-600, в 3,2 рази більше, ніж для ВМА-600. Таким чином, при одних і тих же умовах вару у вакуум-апараті ВАМЦ-600 отримаємо розміри кристалів цукру в 3,2 рази більше, ніж в ВМА-600, що значно покращує умови центрифугування утфелю і зменшує вміст дрібних кристалів, які проходять через отвори сита центрифуги у відтоки. Крім того, враховуючи, що після відходу першого відтоку при центрифугуванні утфелю залишається на поверхні кристалів 10 – 15 % міжкристального розчину, кількість промивної води для кристалів більшого розміру зменшується, в наслідок того, що кількість залишкового міжкристального розчину пропорційна сумарній поверхні кристалів.

Для дослідження впливу та знаходження раціональної величини початкового сиропу застосована розроблена нами «Імітаційна модель роботи вакуум апарату періодичної дії» (Свідоцтво права автора на твір, зареєстроване в Державному департаменті інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України № 30055 від 28.08.2009).

За допомогою імітаційної моделі роботи вакуум-апарату були проведені обчислювальні експерименти впливу початкового сиропу на процес варки утфелю. В якості вихідного цукрового розчину взято розчин стандартної якості для варки утфелю першого продукту з вмістом сухих речовин 65 % та чистотою 91,8 %.

Дослідження показали, що з зменшенням величини початкового набору збільшується вихід цукру, але з умов текучості утфелю вміст кристалічного цукру в звареному утфелі першої кристалізації не може перевищувати 60 %, що відповідає величині початкового сиропу в межах 30 – 33 %. Експериментальна крива залежності чистоти міжкристалального розчину утфелю першого продукту показує, що в межах величини початкового сиропу $G_{\text{поч}} = 30 - 33 \%$ чистота міжкристалового розчину становить 77 – 78 %, що повністю корегується з виробничими показниками.

При величині початкового сиропу $G_{\text{поч}} = 33 \%$ наприкінці третього періоду (нарощування кристалів) вміст сухих речовин в утфелі становить $CP_y = 92 \%$, що є умовою завершення процесу варки. В такому випадку відсутній четвертий період остаточного згущення утфелю, що є позитивним моментом, оскільки в період остаточного згущення утфелю зростає значення коефіцієнту пересичення і відповідно зростає ризик вторинного кристалоутворення.

Експериментальні дані зміни вмісту сухих речовин в утфелі та зміни вмісту сухих речовин в міжкристалальному розчині під час кристалізації свідчать про те, що з збільшенням вмісту сухих речовин в міжкристалальному розчині погіршуються умови протікання процесу кристалізації, за рахунок збільшення в'язкості цукрового розчину, погіршення умов теплопередачі та підвищення середньої температури розчину, що в свою чергу призводить до збільшення розчинності цукрози та збільшенню її термічного розкладу.

Отже на основі проведених досліджень за допомогою імітаційної моделі роботи вакуум-апарату встановлено, що величина початкового сиропу не повинна перевищувати 33 %. Збільшення величини початкового сиропу не дозволяє отримати якісний утфель внаслідок обмеженого об'єму вакуум-апарату і змушує здійснювати доварювання. Зменшення величини початкового сиропу нижче 30 % не ефективно з умов забезпечення текучості утфелю та інтенсивного тепломасообміну в кінці вару.

ЛІТЕРАТУРА

1. Современные технологии и оборудование сахарного производства // Под ред. В.О. Штангеева. — К.: Цукор України, 2004. — 320 с.

2. Коцюбанський А.М., Мирончук В.Г. Імітаційна модель роботи вакуум-апарату, алгоритм та його реалізація //Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. №1 (107). — Луганськ, 2007. — с. 223 – 229.

3. Мирончук В.Г., Коцюбанський А.М. Імітаційна модель роботи вакуум апарату періодичної дії. Дослідження процесу кристалізації цукрози //Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка [Текст]: Міжнар. наук.-техн. конф.: [тези доп.]. — Донецьк: ДонНУЕТ, 2009. — с. 40 – 42.

Науковий керівник: В.Г. Мирончук

17

СЕКЦІЯ

**АВТОМАТИЗАЦІЇ
ТА КОМП'ЮТЕРНО-
ІНТЕГРОВАНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

17.1. ПІДСЕКЦІЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ

Голова підсекції — проф. А.П. ЛАДАНЮК
Секретар підсекції — доц. Л.О. ВЛАСЕНКО,
асист. Д.О. КРОНІКОВСЬКИЙ

Ауд. А-411

1. ПОБУДОВА АЛГОРИТМІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ ПРОЦЕСІВ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЇ

Д.О. Стеценко
Національний університет харчових технологій

Прогнозування поведінки нестационарних режимів процесів брагоректифікації (БРУ), являє собою науково обґрунтоване дослідження про майбутні стани об'єкта управління та про альтернативні шляхи досягнення цього бажаного стану. Така необхідність викликана тією обставиною, що майбутні стани об'єкта мають велике значення для рішень, прийнятих системою управління в даний момент. Має місце невизначеність БРУ, пов'язана з можливостями виникнення нештатних ситуацій, які необхідно усунути. Завданням людини, що приймає рішення при наявності невизначеностей, є знаходження оптимального рішення з ряду альтернатив. Прогнозування виступає, як один з інструментів пошуку такого рішення, що повинно прийматися на основі науково обґрунтованого аналізу ретроспективних даних.

Складність оцінки параметрів об'єкта управління залежить від ступеня взаємозв'язків змінних об'єкта управління, що може бути досліджено в його моделі. Точність прогнозу буде тим вище, чим менше взаємозалежних змінних і чим більше наявної інформації про прогнозований об'єкт. Математичні методи ідентифікації моделей припускають наявність деякого критерію, використання якого дозволить одержати найкращі в деякому змісті оцінки невідомих параметрів моделі об'єкта управління. Успішне рішення завдання прогнозування при застосуванні математичних методів визначається правильністю вибору математичної моделі (адекватністю її прогнозованому процесу) і точністю оцінки її невідомих

змінних. Найкращі результати виходять при використанні сполучених статистичних і причинно-наслідкових методів прогнозування. Евристичним і математичним методам прогнозування властиві певні переваги й деякі недоліки. Цілком природно прагнення об'єднати переваги цих методів і виключити їхні недоліки. Цього можна досягти, використовуючи комбінований метод прогнозування. У найбільш загальному випадку така комбінація має наступну послідовність. З дослідженої моделі технологічного процесу визначаються загальні закономірності (вид рівнянь, що описують зміни параметра, можливі області перерв поступовості), при цьому в них можуть бути коефіцієнти або навіть функція, які не вдається визначити на підставі аналізу закономірностей досліджуваного процесу. Ці коефіцієнти (функції) визначають статистичними методами, виходячи зі статистичних даних про хід процесу на ділянці спостереження. Отримані в такий спосіб залежності дозволяють обчислити математичний прогноз. Незалежно від нього здійснюється евристичний прогноз, і потім результати математичного й евристичного прогнозування рівняються. У випадку їхньої несуперечності після спільної обробки результатів завдання прогнозування можна вважати вирішеною. У випадку суперечливості доводиться прибігати до методу логічного аналізу, за допомогою якого й приймати остаточне рішення. У кожному конкретному випадку послідовність цих операцій може бути різною.

У цей час основною вимогою до якості даних, отриманих у результаті прогнозування, є їхня точність. Однак результати роботи навіть самих зроблених прогнозуючих систем можуть збігтися з кількісними даними про об'єкт у майбутньому лише з деякою ймовірністю. Якщо неправомірно вимагати точного збігу величини прогнозованого значення з його майбутнім значенням, то цілком законним є вимога влучення майбутнього значення в деяку область значень, обумовлену при прогнозуванні. Прогнозуюча система, що дає меншу величину області, у якій буде перебувати майбутнє значення параметра об'єкта, може вважатися більше точною (кращою).

Таким чином, з вищесказаного можна зробити наступні висновки. Що в першу чергу при розробці й внесенні прогнозуючої системи в контур керування технологічним процесом БРУ необхідно вирішити завдання максимального зменшення рівня невизначеності майбутньої ситуації. Прогнозуюча система повинна давати меншу величину області, у якій буде перебувати майбутнє значення параметра об'єкта. Також необхідно домогтися того, щоб прогнозуюча система могла як найшвидше розпізнати зміну в закономірностях функціонування досліджуваного процесу й робити подальше прогнозування з урахуванням цієї зміни. Прогнозуюча система повинна вміти вчасно відрізнити корисні зміни в об'єкті прогнозування від результату впливу невизначеностей. У системах керування це завдання аналогічне завданню прогнозування величини корисного сигналу при одночасному здійсненні фільтрації перешкод.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Мандельштейн М.Л.* Автоматические системы управления технологическим процессом брагоректификации / М. Л. Мандельштейн. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 240 с.

Науковий керівник: Я.В. Смітюх

2. АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ БРОДИЛЬНИМ ВІДДІЛЕННЯМ СПИРТЗАВОДУ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ

А.М. Назаренко

Національний університет харчових технологій

Економічна ефективність спиртового виробництва збільшується завдяки комплексній автоматизації, яка забезпечує якісну і ефективну роботу технологічних ділянок. До автоматизації варто віднести технологічне обладнання, а також вибрати необхідні засоби автоматизації для основних і допоміжних процесів.

Технологічний процес, що відбувається в бродильному відділенні є складним біотехнологічним процесом і здійснюється головним чином з використанням безперервно діючого обладнання, отже маємо всі передумови для повної та комплексної автоматизації.

Велике значення при підготовці об'єкта або технологічної ділянки до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, по яких здійснюється контроль та управління об'єктом. Об'єктом управління, на якому зосереджується основний акцент, є бродильне відділення [1].

Був проведений аналіз бродильного відділення спиртового заводу і встановлено, що об'єкт управління має всі ознаки складної технологічної системи: невизначеність, багатофакторність, ієрархічна структура, багатозв'язність, стохастичність, також була розроблена інтелектуальна підсистема системи управління бражною колоною на основі баз знань у вигляді продукційних правил, які передбачають динамічний аналіз ситуації, пошук та вибір фрагментів сценаріїв для формування та реалізації ефективних стратегій управління.

Сучасні системи управління таким складним технологічним об'єктом не в достатній мірі забезпечують стабільно – якісні показники функціонування. Для вирішення задачі підвищення основних техніко-економічних показників функціонування пропонується використати методи формування інтелектуальних алгоритмів управління, а саме сценарний підхід. Сценарні алгоритми управління бродильним відділенням повинні бути достатньо структурованими і при їх побудові необхідно враховувати основні нелінійні особливості їх поведінки, що характерно відрізняє їх від стандартних підходів. Особлива увага акцентується на врахування семантичних закономірностей та їх самоорганізаційних особливостей [2].

Кожний із технологічних об'єктів, що задіяний в технологічних операціях бродильного відділення виконує певну множину технологічних операцій з визначеними ресурсами на вході і результатами роботи на виході. Кожну технологічну операцію виконує окрема конструкція, представлена декількома елементами та оптимізуючими функціоналами. При формуванні сценарію враховується, що кожна технологічна операція потребує управління. Сукупність таких операцій утворює функцію, а сукупність функцій – задачу управління. Таким чином задача управління технологічним процесом бродіння складається із задач узгодженого вибору управляючих дій в залежності від виробничої ситуації та прямих показників цільових функцій управління. В бродильному відділенні необхідно чітко контролювати всі технологічні параметри та потоки, це в свою чергу підвищує ступінь складності управління та підвищує вірогідність перебування об'єкта в умовах невизначеності. Від якості роботи бродильного

відділення залежить якість роботи всього технологічного комплексу спиртового виробництва [3]. Вирішення задачі формування алгоритму управління здійснюється на основі апарату нечіткої логіки, в основі якого лежить лінгвістичний підхід до побудови залежностей між вихідними та вхідними змінними, у вигляді нечітких правил, цей підхід дасть змогу спростити роботу людей для виявлення основних залежностей між вхідними і вихідними змінними.

Розроблювана система управління бродильним відділенням спиртового заводу на основі інтелектуальних алгоритмів орієнтована на попередження виникнення нештатних ситуацій, що можуть виникнути на виробництві. Це в свою чергу підвищить техніку – економічні показники функціонування, а саме підвищить якість вихідного продукту, зменшить втрати, полегшить роботу оператора-технолога на даній технологічній ділянці.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Ладанюк А.П.* Управління автоматизованими технологічними комплексами харчових виробництв на основі сценарного підходу / А.П. Ладанюк, А.І. Українець, В.Д. Кишенько — К.: НУХТ, 2008.

2. *Смітюх Я.В.* Автоматизоване управління браго-ректифікаційною установкою на основі сценарного підходу / Я.В. Смітюх — дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук — К.: НУХТ 2007.

3. *Мандельштейн М.Л.* Автоматические системы управления технологическим процессом брагоректификации / М.Л. Мандельштейн — М.: Пищевая промышленность, 1975. – 240 с.

Науковий керівник: Я.В. Смітюх

3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОЮ УСТАНОВКОЮ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ

П.В. Камінський

Національний університет харчових технологій

Підвищення ефективності виробництва — основний напрямок на сучасному етапі економічного розвитку. У вирішенні цієї проблеми одну з головних ролей повинно зіграти створення найбільш економічних методів і процесів переробки сировини в споживчі товари та засоби виробництва.

На сучасному етапі розвитку спиртового виробництва, що базується на безперервності технологічного процесу з використанням безперервно діючого обладнання, маємо всі передумови для повної та комплексної автоматизації [1].

Об'єктом автоматизації є п'ятиколонна брагоректифікаційна установка (БРУ) потужністю 3000 дал. спирту за добу Червонослобідського спирт заводу. Технологічний процес в таких установках диференційований по операціях, що відбуваються послідовно в окремих колонах:

- в бражній колоні — перегонка бражки і отримання спирту-сирцю;
- в епюраційній — епюрація спирту-сирцю — видалення з нього головних домішок з ефіро-альдегідною фракцією;
- в спиртовій — концентрування спирту і його пастеризація; виділення в процесі концентрування спирту хвостових домішок (сивушного масла);

– в колоні повторної (зключної) очистки – повторна очистка ректифікованого спирту;

– сивушна колона — розвантажує спиртову колону від проміжних домішок, тим самим полегшує її роботу, і продовжує їх концентрувати.

Отримання ректифікованого спирту супроводжується відбором барди, ефіроальдегідної фракції і сивушного масла, видалення лютеру. В процесі ректифікації відбираються і направляються на повторну очистку забруднені погони: із спиртової колони непастеризований спирт, із колони заключної очистки непастеризований спирт і кубовий залишок.

В даній роботі запропоновано нове рішення задачі підвищення техніко — економічних показників функціонування БРУ та зменшення витрат енергоносіїв шляхом створення автоматизованої системи управління на основі інтелектуальних алгоритмів з урахуванням основних властивостей БРУ як складного об'єкта управління.

В результаті аналізу БРУ спиртового заводу встановлено, що такий об'єкт управління (ОУ) має всі характерні ознаки складної технологічної системи: невизначеність, багатфакторність, багатозв'язність, стохастичність.

Розроблена інтелектуальна підсистема системи управління БРУ на основі баз знань у вигляді продукційних правил, які передбачають динамічний аналіз ситуації, пошук та вибір фрагментів сценаріїв для формування та реалізації ефективних стратегій управління БРУ.

Вирішення задача ідентифікації на основі нейрон-нечіткого підходу показало можливість встановлення причинно — наслідкових зв'язків між вхідними та вихідними змінними процесів брагоректифікації у вигляді нечітких правил [2]. Розглянутий вище підхід дозволяє спростити роботу людей експертів для виявлення основних залежностей між вхідними та вихідними змінними ОУ БРУ, оскільки маючи лише тільки експериментальну статистику роботи окремих колон можна на основі отриманої бази знань формувати базу знань інтелектуальної системи управління.

Так як брагоректифікаційна установка відноситься до об'єктів неперервної дії, то потрібно особливо чітко контролювати за всіма технологічними параметрами та співвідношеннями потоків, що в свою чергу підвищує ступінь складності управління та підвищує вірогідність перебування об'єкта в умовах невизначеності. Щоб не допустити такої нештатної ситуації, розробляється система управління брагоректифікаційним відділенням на основі інтелектуальних алгоритмів, за допомогою яких з'явиться можливість попереджувати нештатні ситуації, що можуть виникати, або розв'язувати задачі управління сформовані в цих умовах для даного відділення, формування нового завдання на управління, що допоможе досягти більшої оптимальності процесу [3]. На основі цих алгоритмів можна сформувати базу продукційних правил для БРУ, що в свою чергу підвищить показники якості вихідного продукту, зменшить втрати, наприклад: втрати спирту у лютерній воді; полегшить роботу оператора-технолога на даній технологічній ділянці.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Смітюх Я.В.* Автоматизоване управління браго ректифікаційною установкою на основі сценарного підходу / Я.В. Смітюх. — дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук — К.: НУХТ 2007.

2. Ладанюк А.П. Управління автоматизованими технологічними комплексами харчових виробництв на основі сценарного підходу / А.П. Ладанюк, А.І. Українець, В.Д. Кишенько — К.: НУХТ 2008.

3. Мандельштейн М.Л. Автоматические системы управления технологическим процессом брагоректификации / М.Л. Мандельштейн — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 240 с.

Науковий керівник: Я.В. Смітюх

4. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ УСТАЛЕНОГО ПОТОКОРОЗПОДІЛЕННЯ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ

В.А. Демченко

Національний університет харчових технологій

Підвищення ефективності оперативного управління режимами роботи насосних станцій систем водопостачання здійснюється на основі реалізації алгоритмів інтелектуального управління. Такі алгоритми будуються з використанням результатів імітаційного моделювання об'єкта управління. Для цього використовується комплекс математичних моделей, що включають активні та пасивні статичні моделі. В якості такої моделі використовуємо модель сталого потокорозподілу в насосних станціях (НС), яка враховує фізичні особливості як структури об'єкта управління, так і процесу транспортування та розподілу рідини на НС в усталеному режимі.

Математична модель усталеного потокорозподілу насосної станції (УПР НС) відображає інформацію про структуру, параметри та фізичні процеси, які протікають в НС, і у самому загальному випадку може бути записана у векторному вигляді [1]:

$$W(\beta, z) = 0, \quad (1)$$

Розглянемо НС як сильно зв'язаний лінійний граф, на якому визначені два закони Кірхгофа [2]. Даний граф містить $v = \text{Card}(V)$ вершин і $e = \text{Card}(E)$ дуг, кожній з яких поставлений у відповідність активний або пасивний i -й елемент та дві змінних величини – Q_i і H_i , які зв'язані між собою монотонною залежністю, визначеною параметрами цього елемента:

$$H_i = H_i(Q_i), \quad i \in E. \quad (2)$$

Нехай I та O множини, відповідно, фіктивних вхідних та вихідних дуг мережі НС. Тоді, система $e + \text{Card}(I) + \text{Card}(O)$ складена з рівнянь вигляду (2) для дуг графа НС спільно з e рівняннями, які витікають із законів Кірхгофа, являють собою математичну модель усталеного потокорозподілення НС, яка однозначно відображає взаємозв'язок між змінними, параметрами та структурою мережі.

Отриманий таким чином граф мережі НС містить e дуг та v вершин. Множини E дуг графа мережі НС можна представити як $E = L \cup M \cup K$, де L — множина дуг графа мережі, які відповідають активним ділянкам; M — множина дуг графа мережі, які відповідають пасивним ділянкам; $K = I \cup O$ — множина фіктивних ділянок мережі. Виберемо дерево графа мережі, тоді $E = E_1 \cup E_2$, де E_1, E_2 — множини дуг, які відповідають гілкам дерева та хордам (у подальшому індекс 1 при множинах дуг буде означати приналежність до гілок дерева, а індекс 2 — до хорд).

Під базовим графом мережі НС будемо розуміти граф, який містить ділянки усіх елементів, що входять до складу НС, при відкритих зворотних клапанах і затворах. Такий граф відповідає режиму НС, при якому працюють усі НА НС та задіяні усі наявні на НС ділянки трубопроводу.

Під робочим графом мережі НС будемо розуміти граф, який містить тільки ділянки елементів, які задіяні в процесі перекачки цільового продукту (ЦП), у певний момент часу t . Система рівнянь, яка складена у відповідності з таким графом, і використовується в процесі оперативного управління режимами роботи НС. Перехід від базового до робочого графу визначається станом запірної арматури.

Варто відмітити, що у реальних умовах немає особливої необхідності до системи рівнянь додавати математичні моделі усіх пасивних ділянок, доцільніше ланцюг із декількох пасивних ділянок розглядати як один, з еквівалентним гідравлічним опором (еквівалентним діаметром та сумарною довжиною). Наприклад, якщо математичні моделі ділянок трубопроводу описані залежностями вигляду:

$$H(Q) = A \cdot \frac{L}{d^m} \cdot |Q| \cdot Q, \quad (3)$$

де A — множник при гідравлічному опорі r ; L — довжина ділянки; d — внутрішній діаметр ділянки, то параметри d_{Σ} і L_{Σ} еквівалентної ділянки можна визначити за наступними формулами:

$$L_{\Sigma} = L_1 + L_2 + \dots + L_{p-1} + L_p \quad (4)$$

$$d_{\Sigma} = \sqrt[m]{\frac{L_1 + L_2 + \dots + L_p}{\frac{L_1}{d_1^m} + \frac{L_2}{d_2^m} + \dots + \frac{L_p}{d_p^m}}}. \quad (5)$$

Такий підхід дозволяє зменшити число дуг і вузлів у графі мережі НС, та, отже, істотно зменшити розмірність розглядуваної задачі. Зокрема, значне зменшення розмірності задачі досягається за рахунок віднесення гідравлічних опорів ділянок затворів і зворотних клапанів до найближчих ділянок трубопроводу. У такому випадку, у відкритому стані початкові та кінцеві вузли дуги ділянки запірної арматури з'єднуються в один, і ділянка виключається з графа, у закритому стані ділянка запорної арматури виключається із графа.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Евдокимов А.Г.* Оптимальные задачи на инженерных сетях. / А.Г. Евдокимов; Харьков. — Х.: Вища школа, 1976. — 159 с.
2. *Евдокимов А.Г.* Оперативное управление потокораспределением в инженерных сетях. / А.Г. Евдокимов, А.Д. Тевяшев; Харьков. — Х.: Вища школа, 1980. — 198 с.

Науковий керівник: Я.В. Смітюх

5. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА АЛГОРИТМИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

І.В. Струнін

Національний університет харчових технологій

Альтернативні (поновлювані) джерела енергії — це джерела енергії природного походження, які постійно поповнюються. До них відносяться:

Біопалива (біодизель, біогаз, генераторний газ, брикети і гранули з відходів деревини, соломи, лузги та інших); енергія сонця (сонячні колектори); енергія вітру (вітрогенератори); енергія води (гідроелектростанції); геотермальна енергія.

Пропонується обладнання для виробництва альтернативних видів енергії:

– яке має оптимальне співвідношення ціна/якість;

– в комплектації яку вибирає клієнт;

– з продуктивністю відповідно до потреб клієнта чи підприємства.

Головна мета дослідження — показати, що і без пільг та державної підтримки, виробництво і використання альтернативної енергії може бути економічно вигідним як в домашньому чи фермерському господарстві, так і на виробничому підприємстві, яке в певній мірі споживає будь-яку енергію. Кошти, вкладені в виробництво альтернативних енергоносіїв, повертаються дуже швидко.

В стислій формі внутрішній енергоаудит буде складатись з наступних пунктів:

– виписка рахунків за останній рік по сплаті за електроенергію, газ, тепло та інші;

– аналіз енергетичних витрат;

– аналіз можливостей використання енергоощадного обладнання;

– аналіз можливостей використання альтернативних джерел енергії;

– підрахунок необхідних інвестицій;

– підрахунок економічного ефекту;

– прийняття рішення.

Необхідно зазначити, що виробництво і споживання альтернативної енергії може бути економічно вигідним практично для всіх підприємств. Все залежить від наявності сировини, обсягів споживання енергії, характеру виробництва та багатьох інших факторів. І дуже багато підприємств та господарств значно зменшують свої витрати на оплату енергоносіїв, використовуючи альтернативні джерела енергії, тим самим знижують собівартість продукції і стають більш конкурентоздатними. Екологічна шкода, що наноситься в наслідок не поновлюваних органічних енергоносіїв (вугілля, нафта, мазут) і ядерного палива, та їх швидке вичерпання вимагають переведення генерації теплової та електричної енергії на основі нетрадиційних екологічно чистих джерел енергії, передусім поновлюваних. Необхідно зазначити, що вся світова енергетика розвивається в напрямі використання поновлюваних джерел енергії [1].

Перевагами поновлювальних джерел енергії є:

– вони практично невичерпні;

– не забруднюють навколишнього середовища;

– відпадає необхідність у добуванні, переробці та доставлянні палива;

– не використовується вода для охолодження, відсутні виходи (зола та продукти розпаду);

– не потрібно дефіцитних високотемпературних матеріалів, за винятком сонячних концентраторів тепла;

– можуть працювати без обслуговування;

– немає потреби у транспортуванні енергії.

Основним недоліком більшості поновлювальних джерел енергії є непостійність їх енергетичного потенціалу.

Необхідність у використанні поновлювальних джерел енергії визначається такими чинниками:

– швидким ростом потреб електричної енергії;

– вичерпання найближчим часом розвіданих запасів органічного палива;

– забруднення довкілля оксидами азоту, сірки та вуглецю, пиловидними залишками палива після згоряння, радіоактивним забрудненням і тепловим перегрівом при використанні ядерного палива.

Необхідність і можливість розвитку енергетики України на базі поновлювальних джерел зумовлена такими причинами:

– дефіцитом традиційних для України паливно-енергетичних ресурсів;

– дисбалансом у розвитку енергетичного комплексу України, який орієнтований на значне виробництво електроенергії на атомних електростанціях (до 30 %) при фактичній відсутності виробництва ядерного палива, утилізації та переробці відходів, а також можливостей модернізації устаткування діючих АЕС;

– сприятливі кліматично-метеорологічні умови для використання основних видів поновлювальних джерел енергії;

Пріоритетними ПДЕ в Україні є: біоенергетика, видобування та утилізація шахтного метану, використання вторинних енергетичних ресурсів, позабалансових покладів вуглеводнів, вітрової та сонячної енергії, теплової енергії довкілля, освоєння економічно доцільного гідро потенціалу малих річок України.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Дзядикевич Ю.В.* Енергетичний менеджмент / Ю.В. Дзядикевич, М.В. Бу-
ряк, Р.І. Розум – Тернопіль: Економічна думка, 2010. — 295 с.

Науковий керівник: Б.М. Гончаренко

6. ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ НА ПРИКЛАДІ СТРУКТУРОМЕТЕРА

Е.Г. Столбовий

Національний університет харчових технологій

Механічні характеристики реологічних (структурно-механічних) властивостей хлібобулочних виробів є одними з найважливіших показників їх якості. Механізм деформування і характер прояву реологічних властивостей є досить складним і залежить як від вихідних характеристик сировини, хімічних процесів, що протікають в результаті приготування тіста, так і від параметрів технологічних схем виробництва хлібних виробів. До того ж, хлібобулочні вироби є тим видом продукту, який змінює свої структурно-механічні характеристики в процесі обробки і зберігання після виготовлення, причому ці зміни відбуваються за досить короткий час.

Зазначені особливості реологічних властивостей хлібних виробів, згідно вимогам якості за діючими стандартами на хліб визначаються шляхом органолептичної оцінки пружно-пластичних властивостей (стисливості, еластичності, здатність до відновлення після стиснення і липкості) його м'якушки. Однак стандартні методи контролю цих важливих властивостей хліба, на жаль, до цього часу не встановлюють кількісних параметрів механічних характеристик реологічних властивостей, до яких можна віднести напруги, деформації, швидкості і ступеня їх оборотності. У зв'язку з цим, стандартне визначення механічних характеристик реологічних властивостей хлібобулочних виробів є досить умовним і суб'єктивним.

Враховуючи недостатню точність і суб'єктивність органолептичної оцінки, вже в минулому сторіччі стали застосовувати для оцінки якості хлібних виробів прилади з умовними одиницями виміру. Однак і вони не в змозі змінити ситуацію, що склалася, оскільки володіють рядом серйозних недоліків. Так, при оцінці якості хлібних виробів приладами з умовними одиницями виміру, в більшості випадків визначаються комплексні характеристики їх структурно-механічних властивостей, фізичний зміст яких часто важко пояснити, причому одиниці виміру яких характеристик абсолютно не відповідають їх назві (наприклад, у ряді приладів, міцність вимірюється в одиницях маси), а іноді використовуються «одиниці приладу», що не мають коректного визначення [1, 2].

Таким чином, вимір характеристик структурно-механічних властивостей хлібних виробів в непорівнянних умовах або з використанням позасистемних одиниць вимірювання ускладнює, а в деяких випадках унеможлиблює облік цих характеристик при оцінці якості і сертифікації продукції.

Об'єктом вдосконалення є структурометр СТ-1. Предметом дослідження і вдосконалення є прилад Структурометр СТ-1, який вимірює реологічні характеристики хлібобулочних виробів. Метою дослідження є розробка роботи алгоритму вимірювання, вдосконалення механічних частин приладу. Контроль реологічних характеристик хлібобулочних виробів відбувається шляхом визначення деформаційних параметрів хлібної м'якушки.

Були зроблені спроби введення в вимірювальну практику методів і приладів, що дозволяють проводити вимірювання структурно-механічних властивостей хлібних виробів в абсолютних одиницях, але, на жаль, повсюдного поширення вони не отримали і, крім того також не позбавлені ряду недоліків [3]. Так, наприклад, пропонувані рядом авторів методи визначення структурно-механічних характеристик хлібобулочних виробів не враховують високої неоднорідності досліджуваної структури хлібної м'якушки і ведуть їх розрахунок з використанням теорії пружності та опору матеріалів, до того ж не враховують таку важливу властивість хлібобулочних виробів, як в'язкість [4]. При проведенні вимірювань структурно-механічних характеристик на приладах, що реалізують зазначені вище методи, не враховується також зміна площі поперечного перерізу зразка, в результаті чого, такі механічні характеристики як міцність і пружність визначають умовно за величиною навантаження при руйнуванні, віднесеної до початкової площі поперечного перерізу зразка [5]. Все це в кінцевому підсумку призводить до сильного розбіжності результатів розрахованих теоретично з результатами, отриманими дослідним шляхом.

Тому розкриття сутності та вдосконалення методів вимірювання та контролю реологічних властивостей хлібобулочних виробів по їх механічним характеристикам залишається досі актуальним.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Азаров Б.М.* Інженерна реологія харчових виробництв Текст. / Б.М. Азаров, В.А. Арета. — М: МТШП, 1978.
2. *Мачихіна Ю.А.* Інженерна реологія харчових продуктів Текст. / Ю.А. Мачихіна, С.А. Мачихіна. М.: Легка і харчова промисловість, 1981.
3. *Ур'єв Н.Б.* Фізико-хімічна механіка та інтенсифікація освіти харчових мас Текст. / Н.Б. Ур'єв, М.А. Талейснiк. М.: Харчова промисловість, 1976,
4. *Миколаїв Б.А.* Вимірювання структурно-механічних властивостей харчових продуктів Текст. / Б.А. Ніколаєв. М: Економіка, 1964.
5. *Плахотин В.Я.* Контроль якості харчових продуктів Текст. / В.Я. Плахотин. Київ: «Урожай», 1988.

Науковий керівник: В.В. Іващук

7. АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ СОЛОДОСУШАРКОЮ З УРАХУВАННЯМ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИК

Т.М. Герасименко

Національний університет харчових технологій

Дослідження нестационарних систем являє собою в даний час одну з найбільш актуальних областей сучасної теорії управління. Тому, як проблема побудови інформаційно-керуючих систем нестационарних динамічних об'єктів (НДО), і навіть проблема комплексної оцінки аналізу параметричного і фазового стану об'єктів із невідомими і змінними в часі динамічними характеристиками, і неповним вектором виміру фазових координат, не знайшли належного висвітлення в сучасній літературі.

В технологічних комплексах харчової промисловості функціонують технологічні установки та агрегати, в яких відбуваються не лише тепло- та масообмінні процеси, а і складні фізико-хімічні перетворення сировини [1]. Реальні технологічні режими цих установок відрізняються від оптимальних: знижується якість продукції, збільшується витрата енергоносіїв. Це пов'язано зі складними зв'язками між змінними, що характеризуються нестационарністю динамічних властивостей об'єктів керування. Тому виникає необхідність побудови систем, які при зміні параметрів об'єкта в часі забезпечують необхідну точність вимірювань та якість вихідного продукту.

Як об'єкт дослідження розглядається шахтна солодосушарка пивоварного заводу, що характеризується нестационарними властивостями, як об'єкта керування. Підтримання температурного режиму в сушильній установці є основним показником якості процесу сушки. Основними регульованими змінними з точки зору автоматизації є температура на верхній та нижній решітці, підтримання якої на заданому рівні відбувається за допомогою регулювання витрати пари на парових калориферах.

Сучасний розвиток теорії та практики автоматизації при вирішенні описаної вище проблеми необхідно пов'язувати з використанням ідей штучного інтелекту, що характерно для новітньої теорії управління, яка використовує відповідні методи:

- використання нечіткої логіки;
- створення штучних нейронних мереж;

– розробка еволюційних(генетичних) алгоритмів тощо.

Для розробки системи автоматизованого управління необхідно пройти такі етапи:

– визначити структуру та розрахувати параметри математичної моделі об'єкта управління;

– підібрати метод (алгоритм) управління, який забезпечить необхідну якість роботи системи відповідно до математичної моделі;

– розробити структуру та реалізацію системи управління.

У представленій роботі для підтримання необхідного температурного режиму на решітках та вологості було обрано використання нечіткої логіки. Замість математичної моделі для опису системи використовуються знання експертів, які описуються за допомогою лінгвістичних змінних та нечітких множин.

Метою роботи є побудова системи автоматизованого управління солодосушаркою на основі нечіткої логіки, побудова самонавчальної системи з адаптивними правилами прийняття рішень.

Загальна структура fuzzy-контролера містить у своєму складі такі складові: блок фазифікації, база знань, блок рішень, блок дефазифікації. Блок фазифікації перетворює чіткі величини, виміряні на виході об'єкта керування, а нечіткі величини, описані лінгвістичними змінними у базі знань. Блок рішень використовує нечіткі умовні (if-then) правила, закладені у базі знань, для перетворення нечітких вхідних даних на необхідні керуючі впливи, що мають також нечіткий характер. Блок дефазифікації перетворює нечіткі дані з виходу блоку рішень на чітку величину, яка подається на виконавчий пристрій для керування об'єктом.

Зважаючи на складність математичних моделей нестационарних систем, в практичних задачах по можливості їх заміняють квазістационарними, для чого використовують методи: «заморожених» коефіцієнтів та «заморожених» реакцій, а також визначають їх частотні характеристики [2].

З огляду на широке поширення систем штучного інтелекту з інтегрованою нечіткою логікою, розроблення ефективних систем прийняття рішень на їх основі є актуальною науково-практичною проблемою.

Перспектива застосування нечіткої логіки полягає в адаптивному поповненні баз нечітких правил, підтримці нечітких запитів до баз даних, побудові нечітких когнітивних карт, нечітких графів, нечіткого дерева прийняття рішень.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Трухаев Р.И.* Модели принятия решений в условиях неопределенности [Текст] / Р.И. Трухаев. — М.: Наука. — 1981. — 258с.

2. *Пупков К.А.* Нестационарные системы автоматического управления: анализ, синтез и оптимизация [Текст] / К.А. Пупков, Н.Д. Егупов. — М.: МГТУ им. Баумана. — 2007. — 632 с.

Науковий керівник: А.П. Ладанюк

8. АЛГОРИТМИ КООРДИНАЦІЇ НА ОСНОВІ КОГНІТИВНИХ КАРТ

Д.А. Шумигай

Національний університет харчових технологій

Технологічні комплекси (ТК) неперервного типу, зокрема технологічний комплекс цукрового заводу, з точки зору задач управління відрізняються багато-

вимірністю, наявністю окремих стадій переробки сировини та напівпродуктів, складними зв'язками між стадіями, які реалізуються на технологічному обладнанні великої одиничної потужності. При цьому автоматизація окремих стадій ТК (дільниць, підсистем) не дає можливості досягти високих техніко-економічних показників роботи ТК в цілому, тому що вони залежать багато в чому від взаємних зв'язків між підсистемами ТК, що об'єктивно приводить до необхідності розробки задачі координації роботи управляємих підсистем.

Існують різні методи моделювання та автоматизації динамічних систем і технологічних процесів. Вибір тих чи інших методів залежить від ступеня інформативності поведінки системи та її складності. Традиційним є підхід, що полягає в представленні системи у вигляді диференціальних рівнянь, що описують будь-які закони збереження, що відбуваються у ній. Часто при дослідженні складних систем не представляється можливим побудувати достовірну математичну модель через велику розмірність і невизначеність взаємодій елементів системи. Тому існує інший підхід, що ґрунтується на декомпозиції ТК та представленні системи у вигляді нечіткої когнітивної карти.

Нечіткі когнітивні карти (НКК) являють собою нечіткий орієнтований граф із зворотними зв'язками, вузли котрого є нечіткими множинами. Загальні нечіткі когнітивні карти [1] являють собою нечітку причинно-наслідкову мережу виду $G = (E, W)$, де $E = \{e_1, e_2, \dots, e_p\}$ — множина концептів, $W = \{w(e_i, e_j)\}$ — множина зв'язків між ними. Кожен концепт e_i , $i = 1, \dots, P$ характеризується терм-множиною лінгвістичної змінної

$$T_i = \{T_1^i, T_2^i, \dots, T_{m_j}^i\}, \quad (1)$$

Де m_j — число типових станів концепту. Для опису кожного терма T_k^i будується терм-множина з функцією належності $\mu_{T_k^i}(x)$. Зв'язки між типовими станами кожної пари концептів задаються нечіткими змінними, що описуються відповідними нечіткими множинами.

Різновид узагальненої нечіткої когнітивної карти визначається обраною формою функції належності (трикутна, трапецеїдальних, гауссова та ін), способом нечіткого логічного висновку (по Мамдамі, Цукамото, Ларсену), процедурою дефазифікації і деякими іншими параметрами і властивостями. Для побудови узагальненої нечіткої когнітивної карти використовується метод декомпозиції, що дозволяє розглядати ТК як сукупність підсистем U множини концептів C нечіткої причинно-наслідкової мережі $G = (C, W)$, виділяються множина вхідних впливів $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, множина вихідних впливів $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ і проміжні концепти $E = \{e_1, e_2, \dots, e_p\}$. $W = \{w(c_i, c_j)\}$ — множина зв'язків між концептами, $W \in [0; 1]$. Ці зв'язки виражають ступінь взаємовпливу одного концепта на інший і можуть приймати тільки позитивні значення. Кожному такому зв'язку $w(c_j, c_i)$ ставиться відповідне нечітке правило $r(c_j, c_i)$ з термами T_i і T_j згідно виразу (1). Кожному правилу відповідають функції належності умови і слідства. Правила, що містять однакові слідства і відносяться до однієї і тієї ж взаємодії, об'єднуються в одне за допомогою логічного підсумовування. Кількісний результат взаємодії між елементами визначається на основі нечіткого виводу. Нечіткі правила подаються у вигляді:

якщо $(x_1 \in A_1) \text{ І} \dots (x_j \in A_j) \text{ І} \dots (x_n \in A_n)$ то $(y \in B_i)$

Для визначення результуючого рівня активації застосовується оператор логічного множення для окремих складових умови в правилі:

$$\mu_A^j(x) = \min_i(\mu_A(x_i)) \quad (2)$$

Агрегована за всіма правилами функція належності визначається логічним підсумовуванням

$$\mu_B(y) = \max_{j=1, N}(\mu_A^j(x_i)\mu_B^j(y)) \quad (3)$$

а точкова оцінка результату концепту обчислюється щодо центру області

$$y_c = \frac{\int \mu_B(y)y dy}{\int \mu_B(y) dy} \quad (4)$$

Аналіз побудованої карти дозволяє швидко отримати інформацію про поведінку системи. Розв'язання задачі координації з допомогою нечітких когнітивних карт дозволяє значно спростити задачу визначення оптимальної взаємодії підсистем ТК. Показано, що алгоритми координації доцільно відобразити за допомогою НКК, наприклад, для окремих відділень ТК цукрового заводу з урахуванням нечітких зв'язків між ними. Наприклад, якщо збільшити відкачку, то це потребує зміни режиму роботи наступних станцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Паклин Н.Б.* Нечетко-когнитивный подход к управлению динамическими системами / Н.Б. Паклин // Искусственный интеллект. — 2003. — № 4. — С. 342.

Науковий керівник: А.П. Ладанюк

9. НЕОБХІДНІ УМОВИ СТВОРЕННЯ НАДІЙНОЇ ТА ЯКІСНОЇ САР З ПІД-РЕГУЛЯТОРОМ

Д.О. Кроніковський

Національний університет харчових технологій

Об'єкти автоматизації різняться за своєю складністю. Багато технологічних процесів сьогодення вимагає точності керування, адже точність здатна забезпечити не лише якість виробленої продукції, але й економію для підприємства. За нинішнього ринку жорсткої конкуренції саме якість та економія енергії та ресурсів здатні забезпечити переваги виробника. Адже економія здатна зменшити собівартість, а отже, збільшити потенційний прибуток, а висока якість — збільшить попит на продукцію. Таке економічне обґрунтування ще раз акцентує важливість застосування системи автоматизації. Значну роль в системі автоматизації відіграє алгоритм управління, класичним варіантом якого є ПІД-алгоритм.

Досліджено, що факторами, які обумовили широке використання ПІД-регуляторів у системах стабілізації різних об'єктів, стали простота їх структури й висока надійність. За даними [1] на 84 % японських підприємств використовуються звичайні ПІ(Д)-регулятори. У контролерах цього типу оператор може налаштовувати три параметри для поліпшення показників якості. Однак

недоліком є те, що при зміні робочих точок через збурення потрібне переналаштування контролерів [2]. На великих підприємствах з безперервним режимом роботи при використанні таких контролерів необхідний ретельний контроль. Крім цього, для процесів зі змінними параметрами, запізнюванням, істотними нелінійностями й значними завадами використання ПІД-контролерів може виявитися неефективним. Відомо, що 80% лінійних регуляторів, що обслуговують промисловість США, за даними американської статистики, працюють не в оптимальному режимі [3]. Таким чином, для ефективного рішення завдань керування потрібна розробка нових схем та алгоритмів керування, які повинні бути досить прості за принципами організації й функціонування і водночас забезпечувати високі якісні показники.

ПІД-регулятор і його модифікації є теоретичними ідеалізаціями реальних регуляторів, тому для їхнього практичного втілення необхідно врахувати особливості, породжувані реальними умовами застосування й технічної реалізації. До таких особливостей відносяться [4]:

- кінцевий динамічний діапазон змін фізичних змінних у системі;
- не завжди існує можливість зміни знаку керуючого впливу;
- обмежена точність вимірів, що вимагає спеціальних дій для виконання операції диференціювання із прийнятною погрешністю;
- наявність практично у всіх системах типових нелінійностей;
- технологічний розкид і випадкові варіації параметрів регулятора й об'єкта;
- дискретна реалізація регулятора;
- необхідність плавного перемикавання режимів регулювання.

ПІД-регулятори успішно застосовуються для вирішення широкого кола завдань керування технологічними процесами харчової промисловості. Однак ефективність їх використання може значно зменшуватися, якщо на вихідний сигнал регулятора накладаються обмеження. При цьому може виникати ефект «інтегрального насичення», що значно знижує якість регулювання. Інтегральне насичення виникає в лінійних ПІД (ПІ) регуляторах при виході керуючого сигналу за межі лінійної зони. У сталому режимі роботи й при малих збуреннях більшість систем з ПІД-регуляторами є лінійними. Однак процес виходу на режим практично завжди вимагає врахування нелінійності типу «обмеження». Ця нелінійність пов'язана із природними обмеженнями на потужність, швидкість, частоту обертання, кут повороту, площу поперечного перерізу клапана, динамічний діапазон і т.д. Контур регулювання в системі, що перебуває в насиченні, виявляється розімкнутим, оскільки при зміні змінної на вході ланки з обмеженням його вихідна змінна залишається без змін. Найбільш типовим проявом інтегрального насичення є затягування перехідного процесу.

Методи усунення інтегрального насичення є актуальними питаннями для науковців і на сьогоднішній момент. Серед найрозповсюдженіших, що проаналізовані в дослідженні, варто відмітити [5]: обмеження швидкості наростання вхідного впливу; алгоритмічна заборона інтегрування; компенсація насичення за допомогою додаткового зворотного зв'язку; умовне інтегрування; інтегратор з обмеженням.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Nozaka Y. Trend of new control theory application in industrial process control (Asurvey) / Y. Nozaka // Proc. Of 12th IFAC Word Congress, Sydney, Vol. VI, 1993.— pp. 51 – 56.*

2. *Васильев В.И.* Нейроуправление как новый раздел теории управления сложными системами Текст. / В.И. Васильев, С.В. Пантелеев // *Нейрокомпьютеры: разработка и применение*, № 5, 2005. — с. 33 – 45.

3. *Емельянов С.В.* Системное проектирование средств автоматизации [Текст]/ С.В. Емельянов, Н.Е. Костылева, Б.П. Матич, Н.Н. Миловидов. — М.: Машиностроение, — 1978. — 190с.

4. *Денисенко В.В.* ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации / В.В.Денисенко // *СТА*, № 4, 2006, с. 66 – 74.

5. *Astrom K.J.* Advanced PID control. — ISA (The Instrumentation, Systems, and Automation Society), 2006. — 460p.

Науковий керівник: А.П. Ладанюк

10. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗАМОРОЖУВАННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

О.Ю. Панасюк

Національний університет харчових технологій

Магістерська робота присвячена актуальній проблемі енергозбереження у зв'язку з зростанням вартості енергоресурсів. Застосування енергозберігаючих технологій сьогодні, враховуючи теперішнє економічне становище, є необхідною мірою.

Метою дослідження є розробка системи автоматизації заморожування м'ясних продуктів та підвищення економічної ефективності функціонування установки за рахунок використання алгоритмів енергозбереження.

Ділянка заморозки м'ясної продукції — одна з найважливіших на підприємстві. Заморозка це ефективний спосіб забезпечити тривале зберігання та зберегти смакові та харчові параметри продукції.

Глибока заморозка є найбільш енергозатратною у виробництві заморожених м'ясних продуктів, тому проблема енергоспоживання в цій області стоїть особливо гостро. Електроенергія витрачається на роботу конвеєрів, вентиляторів обдуву, насосів мийки. Виробництво холоду є енергозатратним, тому його раціональне використання є необхідним. Наприклад, для заморозки м'ясних продуктів використовується близько 80 – 280 кВт*год/т продукту [1].

Споживання енергії на одиницю маси замороженого продукту багато в чому залежить від параметрів, що встановлені для температури випарника, швидкості обертання вентиляторів і витрати продуктів, а також тиску конденсації і типу оброблюваного продукту.

Основна економія енергії в режимі охолодження може бути досягнута завдяки правильному налаштуванню робочих параметрів, таких як температура випарника, швидкість конвеєра, потужності та швидкості обертання вентиляторів обдуву у морозильній камері [2]. Всі ці параметри залежать від продукту, його розмірів та властивостей, подачі продукту в камеру.

Основні методи енергозбереження у сфері охолодження та заморозки: використання частотно регульованого приводу, оптимізація охолодження

повітря, мінімізація втрат холоду від морозильної камери, регулярна дефростація всієї системи, оптимізація циклу дефростації.

Використання вискоефективних двигунів для приводу вентиляторів. Двигуни для приводу вентиляторів встановлені в морозильній камері. Електрична енергія, що подається на двигуни, частково перетворюється в теплову і повинна бути розсіяною в морозильній камері. Встановлення вискоефективних двигунів вентиляторів дає змогу заощадити споживання електроенергії, а також зменшити теплове навантаження на двигуни.

Використання частотно регульованого приводу. Найефективнішим способом економії енергії на всіх виробництвах, де потрібне регулювання продуктивності механізмів на базі електродвигунів змінного струму є застосування регульованого електроприводу змінного струму. Впровадження такого електроприводу на механізмах з квадратичним навантаженням (насоси, вентилятори) дозволяє досягти значної економії електроенергії в 30 – 50 %. Ефект від роботи електроприводу визначається зниженням споживання електроенергії та підвищенням якості технологічного параметру, що регулюється.

Оптимізація охолодження повітря. Охолодження повітря і, відповідно, продукту нижче необхідної температури збільшує витрати енергії без покращення якісних характеристик продукту. Для раціонального використання холоду може бути здійснена оптимізація температури випарника для кожного продукту окремо.

Мінімізація втрат холоду від морозильної камери. Для зменшення передачі тепла та втрат в морозильній камері використовуються різні технологічні та конструктивні рішення.

Регулярна дефростація всієї системи. Випарники, які працюють в умовах температури, що значно нижче 0 °C повинні бути повністю розморожені перед тим, як лід почне накопичуватись на пластинах випарника. Коли випарник покритий льодом, температура випаровування знижується, збільшуючи споживання енергії. Падіння температури кипіння холодоагенту на 1 °C може збільшити поточні витрати енергії на 2 – 4%. Потужність установки також знижується, і необхідна температура не може бути досягнута.

Оптимізація циклу дефростації. Для оптимізації циклу розморожування випарників та всієї камери, час між циклами розморожування може бути скоригований. Якщо час між двома циклами розморожування занадто довгий, то ефективність випарника падає. Якщо цей час занадто короткий, то витрачається велика кількість тепла без необхідності

ЛІТЕРАТУРА

1. *Муромцев Д.Ю.* Методы и алгоритмы синтеза энергосберегающего управления технологическими объектами: автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.13.06 / Муромцев Дмитрий Юрьевич. — Тамбов, 2005

2. *European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, August 2006* [online]. Available:

http://www.ineris.fr/ipcc/sites/default/files/files/fdm_bref_0806.pdf

Науковий керівник: А.П. Ладанюк

11. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ФІЛЬТРАМИ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

О.В. Кузьменко

Національний університет харчових технологій

В технологічних комплексах харчової промисловості важливе місце займають процеси фільтрації різних продуктів, які здійснюються за допомогою фільтрів періодичної або неперервної дії, об'єднаних в комплекси різної структури [1].

Для систем автоматизації окремих фільтрів або їх комплексів формують такі вимоги:

- чистота вихідного продукту;
- час роботи фільтру;
- тривалість допоміжних операцій.

Таким чином, фільтрація продуктів є задача актуальна для техніко-економічних показників.

Впровадження цих проектів вимагає значних інвестицій, що в свою чергу повинно відшкодовуватись за рахунок поліпшення технічних, технологічних та економічних показників [2]. У зв'язку з цим впроваджуватись повинні такі проекти, які забезпечували б одержання максимального прибутку при мінімальних інвестиціях.

Необхідність значного підвищення рентабельності цукрового виробництва, зниження собівартості цукру визначили тенденції вдосконалення обладнання (в напрямку збільшення потужності) і технології з метою подальшої інтенсифікації технологічних процесів.

В цих умовах різко підвищуються вимоги до точності контролю і стабілізації технологічних параметрів і режимів роботи окремих ділянок, а також до управління всім технологічним процесом отримання цукру з буряку.

Основною метою проекту є впровадження автоматизованої системи управління фільтрами періодичної дії на ділянці фільтрування соку I сатурації.

Джерелом економічної ефективності при впровадженні автоматизованої системи управління для батареї фільтрів МВЖ [3] є:

- підвищення продуктивності технологічного устаткування та технологічних ділянок взагалі завдяки більш точному підтриманні технологічного режиму;
- покращення якості продукції, сировини та допоміжних матеріалів;
- зменшення собівартості продукції;
- інтенсифікація процесів і застосування прогресивних методів і технологій, які не можуть бути здійснені без автоматизації;
- підвищення продуктивності праці;
- покращення організації виробництва за рахунок координації
- роботи окремих одиниць обладнань;
- підвищення надійності протікання процесу.

Для досягнення оптимальної роботи фільтрів періодичної дії застосовуються нові засоби автоматизації, за допомогою яких здійснюється оперативний кількісний та якісний контроль сировини, що призводить до зміни техніко-економічних показників:

- підвищується стабільність роботи установки;

- зменшується витрати енергоресурсів;
- зменшується втрати цукру в осаді;
- зменшується трудомісткість виробництва (вивільнення працівників).

Завдяки новітнім технологіям передбачається значне полегшення обслуговування та наладки локальних систем, а також полегшення праці операторів локальної технологічної станції фільтрації та начальника зміни-технолога, завдяки можливості ведення технологічного процесу в автоматичному режимі.

Було розглянуто питання вибору обладнання. Вибране обладнання та програмне забезпечення надає можливість слідкувати і керувати технологічними процесами з локальних станцій за допомогою ПК.

Проведена кількісна та якісна заміна існуючих витратомірів в трубопроводах фільтрованого соку після кожного з МВЖ фільтрів на магніто-індукційний витратомір MAG 6000 фірми Siemens, який забезпечує необхідну точність вимірювання, вчасне регулювання та контроль над даним технологічним параметром.

Для візуалізації, контролю та управління технологічним процесом фільтрації на МВЖ фільтрах періодичної дії, була створена SCADA — програма, де на мнемосхемі відображається безпосередньо сам процес, створенні аларми та тренди для відображення параметрів даного процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Сапронов А.Р.* Технологія сахарного виробництва. [Текст] / А.Р. Сапронов — М.: «Колос», 1999. — 209 с

2. *Ладанюк А.П.* Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості. [Текст] / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра — К.: Аграрна освіта, 2001. — 224 с

3. *Волошин З.С.* Автоматизація свеклосахарного виробництва. [Текст] / З.С. Волошин, Л.П. Макаренко и др. — М: Пищевая промышленность, 1980. — 198 с

Науковий керівник: А.П. Ладанюк

12. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БАГАТОАСОРТИМЕНТНИМ ВИРОБНИЦТВОМ МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Б.Ю. Семеняка

Національний університет харчових технологій

Управління технологічними комплексами багатоасортиментного виробництва має ряд особливостей з урахуванням того, що номенклатура продукції суттєво залежить від часового інтервалу та функцій виробництва. В доповіді розглядається технологічний комплекс виробництва молочної продукції, асортимент якої складається з:

- продукція з незбираного молока;
- сири;
- тваринне масло та інші жири;
- сухі молочні продукти;
- молочні консерви;
- казеїн, лактоза, сироватка;

– морозиво.

Однією з головних задач при управлінні названого об'єкта є необхідність адаптації як технологічного обладнання, так і системи автоматизації, що змінює умови роботи. Це призводить до того, що необхідно оперативно оцінювати техніко- економічні показники виробництва в залежності від асортименту продукції та характеристик об'єкта. В сучасній теорії управління основними є : формалізовані регулярні методи синтезу на основі уявлень простору станів; векторно-матричне уявлення; створення адаптивних і робастних систем; методи оптимізації у широкому плані (структурної, параметричної, економії енергоносіїв) тощо. При цьому кожен з технологічних агрегатів (технологічних об'єктів) є нестационарним, нелінійним, неповністю визначеними, працюють в умовах інтенсивних збурень, в процесі роботи змінюються критерії та цілі, для кожного об'єкта існує множина станів функціонування [1]. На відміну від класичної теорії автоматичного керування сучасна теорія управління автоматизації складних динамічних об'єктів використовує такий підхід:

- оцінюється стан об'єкта в реальному часі;
- оцінюється характеристики зовнішнього середовища.

Показано, що технологічний комплекс молокозаводу доцільно розглядати з точки зору задач управління як організаційно технічну (технологічну) систему, яка має риси як технічних, так і організаційних систем: багатовимірність; складність і змінюваність структури; наявність і змінювання багатьох цілей; не детермінованість; активність та ін.

Аналіз ТК показав, що виробнича система молокозаводу, яка функціонує в умовах конкуренції, змінного попиту, стрибків цін, збурень фінансово-кредитної системи та соціальної нестабільності, буде ефективною, якщо при управлінні можна буде здійснювати контроль за раціональним використанням сировини та виробничих ресурсів.

У зв'язку з цим для молочного виробництва доцільним є впровадження не лише традиційних систем автоматизованого управління певними технологічними процесами, але й розробка інформаційної системи управління виробництвом з прогнозуванням собівартості [2]. Причому друга задача є значно складнішою ніж перша, але може дати значний економічний ефект.

В сучасних системах автоматизації багатоасортиментного виробництва виникає необхідність розробки та впровадження моделей та систем оперативного визначення та прогнозування собівартості виробничої продукції.

Основними методами прогнозування собівартості продукції на даний момент є:

- Метод екстраполяції на основі кривих росту;
- Адаптивні методи прогнозування;
- Методи прогнозування, що базуються на нейронних мережах;
- Технічний аналіз;
- Компонентний та регресійний аналіз часових рядів через коефіцієнти зростання методом «сезонних коливань»;
- Евристичні методи.

В ході дослідження було розглянуто методи та математичні моделі формування та прогнозування собівартості продукції.

При аналізі математичної моделі прийшли до висновку, що основну частку витрат займають матеріальні витрати та інші операційні витрати, тобто раціо-

нальне використання сировини, матеріалів, покупних напівфабрикатів, палива і енергії являється важливим резервом зниження операційних витрат

ЛІТЕРАТУРА

1. Савченко Т.В. Автоматизоване управління технологічним комплексом молокозаводу на основі техніко-економічного аналізу його функціонування. / Т.В. Савченко, А.П. Ладанюк, І.В. Ельперін // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. — Херсон: 2000. — № 1 (6) — С. 112 – 118.

2. Лошак Т.В. Автоматизоване управління технологічним комплексом молочного заводу на основі інтелектуальних підсистем прийняття рішень і забезпечення надійності./ Т.В. Лошак // Наукові праці УДУХТ. — К.: 2001. — № 10. — с. 202 – 203.

Науковий керівник: А.П. Ладанюк

13. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗШИРЕНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБ'ЄКТОМ

С.В. Бодашевський

Національний університет харчових технологій

Найбільшою практичною проблемою в сучасних умовах є управління складноорганізованими системами в умовах невизначеності, які в різних проявах характерні для харчових виробництв (не можна достовірно передбачити реакцію об'єкта управління на зовнішні дії); різноманітні конфлікти, що виникають в процесі управління, не можуть бути розв'язані однозначно на користь тих чи інших складових систем (необхідні компромісні варіанти організацій стратегій управління; досягнення цільового стану повинно здійснюватись по ефективній траєкторії) [1, 2].

Дослідження розширеної системи управління складним технологічним об'єктом присвячене основним завданням: це підвищення ефективності управління технологічним комплексом цукрового заводу на основі підвищення техніко-економічних показників функціонування колонної дифузійної установки і зменшення витрат енергоносіїв.

Сучасні АСУ, як правило, орієнтовані в деякому апіорі заданому класі об'єктів управління (ОУ). При чому складність ОУ, яка визначається множиною взаємопов'язаних параметрів і не повністю визначеними динамічними процесами, які описують еволюцію стану (зазвичай нелінійну і нестационарну), значно ускладнює проектування і експлуатацію оптимальних схем управління.

В той же час, більшість подібних систем управління допускають можливість оптимізації, яка базується на накопиченні статистики управління і реалізується у вигляді програмно-алгоритмічної настройки над уже існуючою АСУ. Даний факт, разом з можливістю отримання вагомого економічного чи іншого ефекту, слугував стимулом для розробки ідеології покращеного (або розширеного) управління (*APC, Advanced Process Control*). Як бачимо, APC являються проміжним етапом у створенні повністю автоматизованих систем управління багатопараметричними ТП, якими і являється виробництво цукру [3].

Реалізація APC технологій базується на основі різних методологічних платформ. Найбільш широке застосування отримала система APC на основі управління

з прогностичною моделлю [4]. Тому для підвищення ефективності роботи ТК доцільно доповнити системи автоматизації (СА) методами прогнозування, які дозволяють оперувати інтерактивними параметрами процесів, моделювати складні динамічні характеристики об'єкта, утримувати процес в заданих рамках, надійно та своєчасно реагувати на порушення технологічного процесу.

Як відомо, прогнозування — це спосіб наукового передбачення, в якому використовуються і накопичений у минулому досвід, і поточні припущення стосовно майбутнього для визначення останнього. Результатом прогнозування є прогноз, тобто науково обґрунтоване судження про можливі стани технологічного об'єкта в майбутньому, альтернативні шляхи й терміни його існування [5].

Результатом проведення прогностичних заходів є передбачення зміни в просторі станів траєкторії переходу об'єкта з одного стану в інший. Крім того, при проведенні прогнозування слід враховувати необхідність коректного вибору горизонту прогнозування. Для автоматизованого технологічного комплексу (АТК) цукрового виробництва горизонтом прогнозування може бути зміна або доба. На основі аналізу моделей в координатах стану визначається стан ТК, знаходяться відхилення від заданих значень і при наявності їх проводиться прогнозування якісних і техніко-економічних показників роботи заводу.

В ході дослідження розширеної системи управління складним технологічним об'єктом було проведено аналіз особливостей виробництва цукру на основі прогнозування, в результаті якого розроблено алгоритм проведення діагностики для одного з відділень. Показано, що застосування даної методики дозволяє визначити різні ситуації, які можуть виникнути в результаті функцій ТК. Також проведено прогнозування відхилень технологічних змінних від допустимих меж, які призводять до погіршення ефективності роботи заводу. З метою своєчасного їх виявлення і впровадження коригуючих керуючих впливів, направлених на ліквідацію або їх зменшення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Ладанюк А.П.* Сучасні методи керування біотехнологічними процесами/ А.П. Ладанюк, А.І. Українець, В.Д. Кишенько, // Наукові праці НУХТ, 2004, №15, с. 82 – 86.
2. *Сапронов Р.А.* Технология сахарного производства / Р.А.Сапронов, М //.: СИНТЕГ. — 1998. — с.495.
3. *Кононов Д.А.* Эффективные стратегии формирования сценариев поведения сложных систем в АСУ ЧС. / Д.А Кононов // Автоматика и телемеханика. — 2002. — № 2. — С. 170 – 181.
4. *Ладанюк А.П.* Управління автоматизованими технологічними комплексами харчових виробництв на основі сценарного підходу. / А.П. Ладанюк, А.І. Українець, В.Д. Кишенько // Наукові праці НУХТ, 2003, № 17, с. 35 – 47.
5. *Ладанюк А.П.* Системний аналіз складного об'єкта в задачах діагностики та координації // А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць // АВП — 2006. — № 2. — С. 44 – 47.

Науковий керівник: А.П. Ладанюк

14. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РОЗМІРНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЕЛЕКТРИЧНОЮ ДУГОЮ

Д.Д. Борисенко

Національний університет харчових технологій

Електроерозійний спосіб обробки відноситься до сучасних технологічних процесів, зменшуючи трудомісткість електропровідних важкооброблюваних матеріалів.

Видалення металу з заготовки відбувається у середовищі діелектрика за рахунок мікророзрядів, що розплавляють частину металів [1]. По мірі зближення електроду-інструменту з заготовкою напруженість E електричного поля збільшується зворотно-пропорційно відстані між електродами:

$E = \frac{U}{S}$, де U — різниця потенціалів електроду-інструменту та заготовки; S — величина зазору між електродами (міжелектродний проміжок, МЕР).

При електроімпульсній та дуговій обробці деталей необхідно забезпечити сталість ряду параметрів (міжелектродного проміжку S_e , робочого струму I_p , напруги на генераторі імпульсів U_r чи напруги горіння дуги U_d , температури робочої рідини $t_{ж}$, тиску робочої рідини $P_{ж}$ при роботі з прокачкою, амплітуди коливань електроду-інструмента h_w). Задача стабілізації фізичних величин, що довільно змінюються під дією випадкових чи важковраховуваних факторів, вирішується на основі використання систем автоматичного регулювання (САР) [2].

Автоматичне регулювання величини міжелектродного проміжка S між електродами здійснюється на основі його непрямого вимірювання.

Величина міжелектродного проміжку S через час Δt може змінитись внаслідок зносу анода (електроінструмента) на величину ΔS_a , знімання металу з катода (деталі) на величину ΔS_k та переміщення електроду – інструмента на величину l_n . Таким чином, змінення величини МЕР визначається рівнянням:

$$\Delta S = \Delta S_a + \Delta S_k - l_n.$$

Для вирішення задачі виявлення зміни напруги дуги з мінімумом помилкових тривог доцільно використовувати статистичні методи — наприклад, критерій відношення правдоподібності або критерій Неймана-Пірсона, котрий дозволить мінімізувати час запізнення у виявленні зміни середнього значення напруги дуги з мінімумом помилкових тривог [3]. Під помилковою тривогою розуміється прийняття гіпотези H_1 , в той час, коли істинна гіпотеза H_0 , що визиває небажану реакцію регулятора на короткочасну зміну напруги дуги та дестабілізує процес горіння дуги.

В основу статистичних гіпотез покладен критерій відношення правдоподібності:

$$l(r) = \frac{\prod_{k=1}^{r-1} p_0(u_k) \cdot \prod_{k=r}^n p_1(u_k)}{\prod_{k=r}^n p_0(u_k)} = \prod_{k=r}^n \frac{p_1(u_k)}{p_0(u_k)}, \quad (1)$$

$$\text{де } p_i(u_k) = \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(u_k - \mu_i)^2}{2\delta^2}\right\} \quad (i=0,1)$$

Логарифмічний вираз (1) дає статистику критерію:

$$\Lambda_n(r) = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\delta^2} \sum_{k=r}^n (u_k - \frac{\mu_1 + \mu_0}{2}) = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\delta^2} \sum_{k=r}^n (u_k - \mu_0 - \frac{\mu_1 - \mu_0}{2}) = \\ = \frac{1}{\delta^2} S_r^n(\mu_0, \nu),$$

де r – момент зміни значення напруги дуги; μ_0 – задане значення напруги дуги; μ_1 — поріг виявлення зміни середнього значення напруги дуги; ν – мінімальне значення зміни u_k , котре необхідно виявити.

$$S_r^n(\mu_0, \nu) = \nu \sum_{k=r}^n (u_k - \mu_0 - \frac{\nu}{2}),$$

В цьому випадку, критерій для прийняття гіпотез має вигляд:

$$g_n = \max_r S_r^n(\mu_0, \nu) \underset{H_0}{\overset{H_1}{>}} \lambda, \quad (2)$$

де λ – порогове значення критерію для прийняття гіпотези H_0 чи H_1 .

Поведінку критерію (2) можна виразити через накопичувальну суму S_1^n і приймати гіпотезу H_1 в перший момент часу n , для котрого виконується піввідношення:

$$g_n = S_1^n(\mu_0, \nu) - \min_{1 \leq k \leq n} S_1^k(\mu_0, \nu) > \lambda. \quad (3)$$

Це співвідношення є детектором, що запропонував Пейдж та котрий в подальшому отримав розвиток у роботах Бассвіль та Хінклі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патон Б.Е. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки / Патон Б.Е., Лебедев В.К. — М.: Машиностроение, 1966. — 359с.
2. Левинсон Е.М. Электроэрозионная обработка: справочное пособие по электротехнологии / Е.М. Левинсон, В.С. Лев — Л.: Лениздат, 1972. — 327с.
3. *Обнаружение* изменения свойств сигналов и динамических систем / М. Бассвиль, А. Вилски, А. Банвенист и др.]; пер. с англ. И.Б. Вильховченко — М.: Мир, 1989. — 278 с.

Науковий керівник: Б.М. Гончаренко

15. ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ АБСОРБЦІЙНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

В.В. Осадчук

Національний університет харчових технологій

У даній статті обґрунтовується необхідність використання штучного холоду, а акцент ставиться на безперервному управлінні абсорбційними холодильними

установками, як більш ефективним, порівняно з періодичним управлінням, і в деякій мірі більш доцільним перед компресорними ХУ [1].

Дисертаційна робота спрямована на вирішення протиріччя між запитами практики та підвищення енергетичної ефективності роботи АХУ і поліпшення умов зберігання продуктів, з одного боку, та існуючим рівнем стану науки й техніки в цій галузі — з іншого боку. В якості шляху вирішення даного протиріччя обрано цілеспрямоване вдосконалення САК АХУ. Такий шлях є практично безальтернативним, оскільки традиційні шляхи підвищення енергетичної ефективності, наприклад, за рахунок вдосконалення конструкції АХП, поліпшення теплоізоляції і т.д., лише дещо пом'якшують зазначене протиріччя, не вирішуючи його. Це й обумовлює актуальність роботи.

Мета дослідження — підвищити енергетичну ефективність процесу виробництва штучного холоду і поліпшити умови зберігання харчових продуктів в АХУ за рахунок вдосконалення їх системи автоматичного керування.

Головна задача полягає в підвищенні статичної і динамічної точності стабілізації температури в ХК, що регулюється, на її заданому значенні для забезпечення оптимальних умов зберігання харчових продуктів. Друга, але не другорядна, у підвищенні енергетичної ефективності АХП, яка може бути вирішена, зокрема, за рахунок оптимізації теплових режимів роботи підйомної ділянки дефлегматора. Вирішення вищевказаних задач не повинно проводити до порушень роботи основних елементів АХУ. Таким чином, перспективним напрямком вдосконалення САК АХУ є перехід від найпростіших позиційних алгоритмів керування до безперервних і використання додаткової інформації про хід процесу, зокрема — про положення рівня паро-рідинного фронту (ПРФ) на підйомній ділянці дефлегматора, робота якої значно впливає на енергетичну ефективність АХП.

Відповідно до концептуальної моделі АХУ як ОУ, сама АХУ розглядається як об'єкт із вхідними параметрами (керуючими впливами), вихідними параметрами і збуреннями. До вхідних параметрів відносяться — теплова потужність $P(u_1)$, що підводиться до генераторного вузлу, та інтенсивність відводу тепла від поверхні дефлегматора (u_2). До вихідних параметрів відносяться — температура на поверхні нагрівача θ_n і в ХК $\theta_{хк}$ рівнем паро-рідинного фронту на підйомній ділянці дефлегматора $h_{ф}$. До збурень належать — характеристики продукту і ступінь завантаженості камер, що охолоджуються, W , конструкційними Ψ_k та експлуатаційними $\Psi_{екс}$ особливостями.

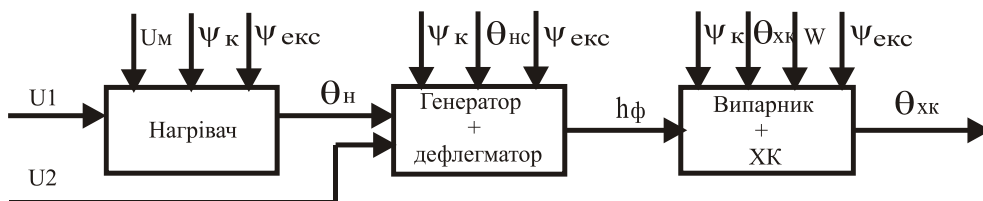


Рис.1. Структурна схема концептуальної моделі АХУ як ОК

Аналіз концептуальної моделі АХУ як ОК дозволив сформулювати і формалізувати концепцію побудови багатоконтурної САК АХП зі структурою, що комується, метою якої є збільшення їхньої енергетичної ефективності (без обмежень складності реалізації). Така САК має два канали керування: 1) тради-

ційний, керуючий вплив — зміна теплової потужності, що підводиться до генератору АХУ; 2) новий, керуючий вплив — зміна інтенсивності відводу тепла від поверхні підйомної ділянки дефлегматора в навколишнє середовище.

За рахунок цих двох каналів САК дозволяє стабілізувати рівень паро-рідинного фронту h_f на його заданому значенні і обмежити температуру на поверхні нагрівача θ_n в пускових режимах роботи АХУ для запобігання процесу його активної корозії. Вибір каналу керування здійснюється автоматично в залежності від поточної ситуації, зокрема, від коливань інтенсивності підводу теплової потужності до генератору і температури повітря навколишнього середовища.

Для підвищення ефективності експериментальних досліджень АХУ як ОУ і системи керування ними, а також підвищення якості отримуваних експериментальних даних, розроблено автоматизоване робоче місце дослідника теплових процесів в АХУ, яке дозволяє здійснювати збір інформації про параметри процесу в реальному масштабі часу, її первинну обробку і збереження, графічне представлення ходу процесу, а також прийнятої інформації у зручному для сприйняття вигляді, автоматичне регулювання теплової потужності, що підводиться до генераторного вузла АХУ, за будь-яким алгоритмом керування.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Титлова О.А.* Технологический процесс производства искусственного холода в абсорбционных холодильных приборах и задачи повышения его энергетической эффективности средствами автоматического управления. / О.А.Титлова // — Одеса 2011 р. — 412 с.

Науковий керівник: Б.М. Гончаренко

16. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ ВІД АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Б.О. Нагірний

Національний університет харчових технологій

Останнім часом Україна потерпає від кризових явищ в агропромисловому комплексі, зокрема енергозабезпеченні. Енергозабезпечення господарств здійснюється за допомогою центральних енергетичних систем, які були побудовані ще за часів СРСР. Будь-яке обладнання має свій ресурс роботи, в тому числі й центральні енергетичні системи, багато з яких вичерпали цей ресурс або знаходяться на його межі. Світова практика показала, що для забезпечення потреб агропромислових господарств у електричній енергії доцільним є вико ристання автономних джерел енергії [1].

Існуючі сучасні системи автоматизації процесу керування електропостачанням господарства від автономних джерел енергії мають певні недоліки, оскільки при їх створенні не було враховано цілу низку вхідних параметрів об'єкта керування (енергетичні потреби, енергетичні потенціали джерел енергії тощо).

Метою даної роботи є оптимізація процесу керування електропостачанням господарства від автономних джерел енергії у відповідності з енергетичними потребами за рахунок розробки системи автоматизації процесу керування, що

реалізує раціональні режими керування процесом з використанням нейроінформаційних технологій.

Досягнення поставленої мети реалізується через формулювання та розв'язання наступних задач:

- дослідження методів та засобів автоматичного керування процесом електропостачання господарства від автономних джерел енергії з метою виявлення проблем, які виникають при керуванні процесом електропостачання;

- дослідження енергетичних потреб господарства з метою визначення імовірнісних функцій енергетичних навантажень;

- дослідження кліматичних та метеорологічних умови місцевості, де розташовано господарство з метою визначення енергетичних потенціалів джерел енергії;

- обґрунтування та дослідження методу вибору оптимального складу системи автоматизованого електропостачання від автономних джерел енергії; визначення пріоритетів послідовності вмикання енергоустановок з метою вибору оптимального складу САЕП, потужностей енергетичних установок, визначення умов ефективного використання автономних джерел енергії та послідовності вмикання енергоустановок;

- проведення моделювання роботи енергетичних установок з метою визначення імовірнісних функцій виробництва електричної енергії енергоустановками;

- створення САК САЕП господарства від автономних джерел енергії,

В даній роботі об'єктом керування є джерела енергії та електроприймачі електричної енергії у господарстві (які в сукупності являють собою енергетичні потреби господарства). Оскільки в якості автономних джерел енергії виступають поновлювані джерела енергії, які зазвичай мають стохастичний характер надходження, так само як і енергетичні потреби господарства, то описати об'єкт керування за допомогою традиційних методів досить складно. Тому можна використати методи, які б дозволяли САК приймати рішення на основі знань про ситуації або випадки, які виникали раніше [2]. При такому підході ми можемо опиратися лише на ті дані про об'єкт керування, які відомі у відповідний момент часу (ці дані можуть змінюватись в процесі оновлення інформації під час керування).

Дослідження вхідних параметрів об'єкта керування САЕП показали, що САЕП зазвичай працює в умовах невизначеності. Тому для створення САК САЕП доцільно використовувати адаптивні методи керування, зокрема, апарат нечіткої логіки (НЛ) з нейромережною (НМ) адаптацією, що дає можливість, порівняно з традиційними методами керування об'єктами в умовах невизначеності, створювати енергоефективну поновлювану базу знань режимів функціонування системи та оптимізувати структуру САК в умовах реального часу.

Запропоновано структуру САЕП господарства, до складу якої входять сонячні батареї (СБ), вітроелектрична установка (ВЕУ), електроагрегат з двигуном внутрішнього згорання (ЕА з ДВЗ), САК, система гарантованого живлення (яка складається з системи акумуляування та автономного інвертора), електроприймачі у господарстві. Акумуляторні батареї (АКБ) використовуються в якості буферного елемента та у випадках, коли жодне з джерел енергії не здатне забезпечити енергетичні потреби господарства.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Жесан Р.В.* Основні проблеми, що виникають при створенні систем автоматизованого енергопостачання з використанням комбінованих геліо-вітрових уста-

новок автономного сільськогосподарського споживача / Р.В. Жесан, С.П. Плешков, О.П. Деморецька, В.О. Шкабура // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук, праць Кіровоград, нац. техн. ун-ту — 2006. - Вип. 17. — С. 312 – 316.

2. Савчук А.Й. Нетрадиційні способи та засоби видобутку електроенергії: [навчальний посібник: частина перша] / Савчук А.Й. – Чернівці: Рута, 2002. — 58с

Науковий керівник: Б.М. Гончаренко

17. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОЮ УСТАНОВКОЮ

Н.Г. Мосійчук

Національний університет харчових технологій

Підвищення продуктивності праці на спиртових заводах та розробка нових технологій, які підвищують якість та ефективність виробництва вимагають удосконалення систем управління (СУ) на базі найновіших засобів вимірювання та автоматизації. Найбільш перспективним шляхом розвитку СУ є впровадження на виробництві АСУТП, що працюють в режимі збирання та обробки інформації, контролю за ходом процесу та видачі рекомендацій оператору.

На промислових підприємствах застосовуються інформаційні системи (ІС), що працюють в режимі реального часу і забезпечують збір, відображення і архівацію технологічної інформації по роботі промислових об'єктів, — це технологічні або SCADA-системи [1, 2].

Останнім часом, розширення інформатизації усіх сфер людської діяльності, ріст об'ємів і ускладнення структури накопичених даних спричинило появу і активний розвиток аналітичних інформаційних технологій [3].

Аналітична інформаційна система (АІС) у цьому плані є однією із найперспективніших складових підсистеми технологічного моніторингу в СА, що дозволяє обмежити чи зовсім виключити помилки людини, яка приймає рішення (ЛПР), а також передбачає раціональніше використання робочого часу оператора (ЛПР), так як він звільняється від рутинних обчислень і зосереджує більше уваги на оперативному управлінні технологічним процесом.

Це стосується, в першу чергу, таких складних систем як брагоректифікаційна установка (БРУ), яка являє собою єдину систему з тісно взаємозв'язаними параметрами, тому порушення сталого режиму роботи на якійсь її одній ділянці, приводить до негативних наслідків в роботі БРУ в цілому. Проте, безперервний моніторинг параметрів роботи установки є дуже громіздким завданням для ЛПР, відволікаючи його від виконання інших важливих обов'язків. Виконання основних технологічних операцій також вимагає аналізу великого об'єму інформації, так як при роботі БРУ потрібно постійно контролювати такі показники режиму роботи колон, як питома витрата пари, тиск внизу та зверху кожної колони, температуру на різних технологічних ділянках та тарілках, міцність, допустимий вміст спирту та інші.

Саме в таких типових ситуаціях велику допомогу ЛПР надає розрахункова підсистема, яка працює в режимі реального часу та попереджує диспетчера про

відхилення від оптимальних режимів роботи БРУ і видає певні рекомендації. Використання подібної системи значно зменшує вірогідність людської помилки, що допомагає скоротити час простоїв, а в певних ситуаціях запобігти і такій серйозній ситуації як аварійна.

Нова аналітична інформаційна система (АІС) технологічного моніторингу будується з використанням принципів та методів системного аналізу, за допомогою декомпозиції інформаційних потоків на підзадачі, внаслідок вираженої стадійності технологічного процесу.

Існуюча архітектура технологічних ІС оптимізована на первинний контроль і управління технологічними об'єктами, що реалізують технологічний процес (ТП). Проте, при збільшенні складності ТП, для збереження ефективності технологічного моніторингу виникає необхідність загальнішого охоплення інформації. Кількісні зміни в інформаційному процесі переходять в якісні — з'являються аналітичні завдання моніторингу стану ТП. З ростом складності аналітичних завдань усе більше проявляється неефективність інформаційного процесу існуючої архітектури технологічних ІС. Таким чином, існує актуальна потреба в аналізі і синтезі оптимальної архітектури ІС, орієнтованої на аналітичні завдання моніторингу стану складних ТП.

Розглянуті основні функції підсистеми технологічного моніторингу: обробка вхідної-вихідної інформації, оцінка та класифікація виробничих ситуацій, ідентифікація (структурна та параметрична) математичних моделей, включаючи і нечіткі моделі, стратегічного та оперативного технологічного прогнозування.

Основна увага зосереджена на задачах організації керування БРУ з використанням інтелектуальних механізмів. Проведене когнітивне моделювання дозволило виявити доцільну множину контрольованих параметрів, здійснити причинно-наслідковий аналіз виробничих ситуацій при функціонуванні БРУ.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Благовещенская М.М.* Информационные технологии систем управления технологическими процессами. [Текст] / М.М. Благовещенская, Л.А. Злобин; М.: Высшая школа, 2005. — 768 с.
2. *Информационные системы в образовании и научных исследованиях.* Системный анализ. [Текст] / В.Т. Матчин, Д.Л. Монахов, В.А. Мордвинов, С.В. Свечников, А.Ю. Шленов; Ред. А.Н. Тихонова; М.: МИРЭА, ГНИИ ИТТ «Информатика», 2003. — 93 с.
3. *Андреев Е.Б.* SCADA-системы: взгляд изнутри [Текст] / Е.Б. Андреев, Н.А. Кунцевич, О.В. Синенко; М.: РТ Софт, 2004. — 168 с.

Науковий керівник: В.Д. Кишенько

18. МОДЕЛЮВАННЯ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ В УМОВАХ КРИТЕРІАЛЬНОЇ КОНФЛІКТНОСТІ

Л.Б. Дзюба

Національний університет харчових технологій

В основному, отримання харчового етилового спирту здійснюється на установках безперервної дії з використанням традиційної технології брагоректифікації [1]. В даний час виникли дві задачі, що стимулюють подальші дослід-

ження в області поліпшення показників роботи БРУ. Перша задача — поліпшення якості спирту, що обумовлено зміною умов споживчого ринку. Друга — зниження питомих енергетичних витрат, що пов'язано з збільшенням вартості енергії та її обмеженими ресурсами.

Сучасний рівень оснащення обчислювальною технікою, останні досягнення в області теорії парорідинної рівноваги, розвинена теорія масопередачі в багатокомпонентних сумішах дозволяють вирішувати ці завдання, опираючись на методи математичного моделювання [2]. Дослідження процесів брагоректифікації методами математичного моделювання вимагають комплексного вирішення питань теорії розрахунку багатокомпонентної ректифікації, масопередачі в системах з домішковими компонентами, а також адаптації до конкретного класу неідеальної суміші сучасних методів опису парорідинної рівноваги. За сформованим теоретичним уявленням про ректифікацію спиртовмісних сумішей, вони відносяться до бінарних систем з домішковими компонентами. Такий підхід є наближеним, і виникає завдання розробки еталонної моделі, що враховує взаємний вплив всіх компонентів і теплові ефекти на всіх дійсних тарілках колони. Розрахунок процесу ректифікації багатокомпонентних сумішей пов'язаний з специфічними труднощами, які визначаються наявністю великої кількості ступенів свободи, зростаючих з підвищенням кількості компонентів суміші.

С.В. Львов [3] розглядає процес ректифікації багатокомпонентної суміші як сукупність кількох процесів ректифікації окремих пар компонентів, протікаючих сумісно, при чому: будь-яка розділювальна пара компонентів розглядається як бінарна суміш; ефект розподілення в будь-якій ректифікаційній колоні визначається найскладнішою парою (так званою визначальною парою). Критерії вибору пари: мінімальна відносна летучість; максимальне значення мінімального флегмового числа R_{\min} та мінімального числа теоретичних тарілок N_{\min} . Обравши за такими ознаками визначальну пару подальший розрахунок можна вести будь-яким методом розрахунку бінарних сумішей.

Взаємодію компонентів визначальної пари розглянемо як варіант взаємного управління. Введемо поняття інтенсивності взаємодії [4] ${}_1\xi, {}_2\xi$ для отриманих пар компонентів S_1 та S_2 відповідно. Інтенсивність взаємодії – це функціональна (варіативна) похідна:

$${}_1\xi = \frac{d_1 E({}_2 E)}{d_2 E}, \quad (1)$$

$${}_2\xi = \frac{d_2 E({}_1 E)}{d_1 E}, \quad (2)$$

$$\frac{dF[u]}{du(x_0)} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{F(u \div du) - F(u)}{\int_{\Delta x} du(x) dx}, \quad (3)$$

де ${}_i E$ — ефективність взаємодії компонентів визначальної пари.

Під впливом взаємодії, ефективності систем змінюються, і це є основою критеріальної класифікації, яка вказує на спосіб взаємодії компонентів визначальної пари, а саме: нейтралітет, єдність, симбіоз, співдружність, коаліція, антагонізм, суворе суперництво, помірне суперництво.

Мета цієї роботи полягає в розробці математичної моделі ректифікації спиртових сумішей, що враховує процес масопередачі в багатокомпонентних сумішах, зміна витрати потоків парів і рідини від тарілки до тарілки, вплив усіх компонентів та парорідинної рівноваги, а також у застосуванні цієї моделі для вдосконалення схеми і управління режимами роботи брагоректифікаційних установок. Проаналізовано особливості розрахунку ректифікації багатокомпонентних сумішей з урахуванням масопередачі в багатокомпонентних сумішах і запропоновано метод, що забезпечує надійну збіжність обчислень.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Мандельштейн М.Л.* Автоматические системы управления технологическим процессом брагоректификации / М.Л. Мендельштейн. — М.: «Пищевая промышленность», 1975. — 240с.
2. *Гартман Т.Н.* Основы компьютерного моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие для вузов/ Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. — 416с.
3. *Львов С.В.* Некоторые вопросы ректификации бинарных и многокомпонентных смесей / С.В. Львов. — М.: АН СССР, 1960. — 168с.
4. *Дружинин В.В.* Введение в теорию конфликта. / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов. — М.: Радио и Связь, 1989. — 288с.

Науковий керівник: В.Д. Кишенько

19. СИНЕРГЕТИЧНЕ КЕРУВАННЯ КОТЛОАГРЕГАТОМ БАРАБАННОГО ТИПУ

С.С. Кіндінов

Національний університет харчових технологій

Теплоенергетичні об'єкти (ТЕО), що є генераторами теплової енергії, відносяться до класу складних нелінійних динамічних суперсистем, які складаються із комплексу різних динамічних підсистем, між якими відбуваються інтенсивні процеси обміну енергією, речовиною і інформацією. З точки зору математичного опису внутрішні теплоенергетичні процеси є *багатовимірними, багатозв'язними і нелінійними*. Саме ця обставина є непереборною перешкодою для застосування традиційних методів лінійної теорії управління. Очевидно, що при проектуванні ефективних систем управління теплоенергетичними процесами необхідно використати адекватні *нелінійні* математичні моделі і застосовувати *прогресивні методи нелінійної теорії управління*. Крім того, структурна складність ТЕО і високий рівень взаємодії між окремими компонентами обумовлюють необхідність побудови системи управління ТЕО за ієрархічним принципом з підпорядкуванням функцій локальних регуляторів загальносистемної стратегії [1].

До котлоагрегату барабанного типу відносяться такі основні параметри: рівень води у барабані котла, розрідження у верхній частині топки, коефіцієнт надлишку повітря, тиск перегрітої пари, температура перегрітої пари, тиск у барабані котла.

Найчастіше керована змінна або повинна лежати в певних технологічних межах (наприклад, зниження рівня у барабані котла нижче деякої межі може привести до перепалу екранних труб, а його надмірне підвищення - до занесення

солями пароперегрівача і турбіни), або набувати деякого цілком певного значення, що відповідає найкращому протіканню якого-небудь процесу (наприклад, підтримка коефіцієнта надлишку повітря на заданому рівні забезпечує найкраще спалювання палива). І у тому, і в іншому випадку завдання управління ставиться як завдання стабілізації [2].

Найбільш перспективним методом синтезу для нелінійних об'єктів є метод аналітичного конструювання агрегованих регуляторів (АКАР), який складає основу синергетичної теорії управління. Основні положення даної теорії можна сформулювати наступним чином:

– Задача управління ставиться як задача досягнення точки, що відображує замкнену систему управління деяких атракторів в просторі їх станів.

– Досягнення атрактора супроводжується динамічною декомпозицією простору станів системи. Поведінка точки, що відображує на атракторі описується редукційованою системою рівнянь більш низького порядку в порівнянні із загальносистемною.

Результати імітаційного моделювання створеної системи синергетичного керування котлоагрегатами на основі методу АКАР в порівнянні із традиційними лінійними системами керування мають більшу точність регулювання змінних, особливо в критичних режимах роботи котлоагрегату.

При синтезі систем управління ТЕО використовуються зазвичай лінійні математичні моделі. Суттєва залежність параметрів лінійної моделі ТЕО від режиму його роботи приводить до того, що регулятор, розрахований для одного режиму, при зміні режиму зазвичай не спроможний забезпечити необхідну якість регулювання.

Особливі вимоги пред'являються до роботи системи управління в нештатних режимах роботи, які характеризуються високими швидкостями протікання перехідних процесів.

При синтезі системи управління ТЕО врахування нелінійних властивостей та взаємозв'язності протікаючих в них процесів є принциповим. Причому, сам синтез повинен проводитись на основі нелінійних математичних моделей, які адекватно описують фізичні процеси ТЕО в широкому діапазоні режимів їх роботи, з використанням методів синергетичної теорії управління [3].

Система, яка проводить синтез управління нелінійними динамічними ТЕО, повинна мати ієрархічну структуру для забезпечення максимального ефективного управління у високо динамічних нештатних режимах роботи.

Найбільш кращим для рішення задач синтезу нелінійних систем управління ТЕО є синергетичний метод АКАР, який найбільш повно відповідає фізичній сутності поставленій задачі. Застосування цього методу гарантує асимптотичну стійкість процесів, які протікають в замкненій системі та дозволяє достатньо просто зв'язати параметри в законі керування з початковими показниками якості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами: энергетические системы / А.А. Колесников, Г.Е. Веселов, А.Н. Попов, А.А. Кузьменко, М.Е. Погорелов, И.В. Кондратьев — М.: Едиториал УРСС, 2005. — 224 с.

2. Липов Ю.М. Котельные установки и парогенераторы / Ю.М. Липов, Ю.М. Третьяков — Москва — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2003. — 588 с.

3. Колесников А.А. Синергетика и проблемы теории управления / А.А. Колесников — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 504 с.

Науковий керівник: В.Д. Кишенько

20. АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ВИПАРНОЮ СТАНЦІЄЮ НА ОСНОВІ МЕТОДУ АКАР

О.В. Данильченко

Національний університет харчових технологій

Випарна станція займає важливе місце у загальній технології і тепловій схемі цукрового заводу. Вона має основне призначення — випаровування дифузійного соку до заданого значення вмісту сухих речовин при визначеній продуктивності цукрового заводу — забезпечує вторинними соковими парами теплообмінну апаратуру цукрового заводу. Для випаровування соку на цукрових заводах використовуються багатокорпусні установки, які дозволяють послідовно багаторазово використовувати пару, яка надходить в перший корпус. Випарна станція — основна ланка технологічного процесу, що визначає якість і вартість виготовленої продукції. Через те, що випарні установки споживають значну кількість енергоресурсів, а їх спорудження і експлуатація потребують значних капітальних і виробничих затрат, в процесі випаровування соку актуальною задачею є максимізація продуктивності, при мінімальних затратах. Тому велике значення мають проектування випарних установок з високими техніко-економічними показниками, раціоналізація і оптимізація режимів їх роботи у процесі експлуатації.

Важливим технологічним параметром процесу випарювання, який визначає якість готового продукту, є концентрація розчину на виході з випарної установки. При експлуатації випарний апарат (ВА) зазнає різних збурень, що викликають відхилення концентрації від заданої. Концентрація та рівень рідини у ВА є взаємозв'язаними параметрами. Основною задачею регулювання ВА є підтримання постійної концентрації розчину на виході з апарату шляхом зміни витрати рідини на вході. Для покращення якості регулювання ВУ, особливо при значній кількості апаратів, перспективно виконувати керування на основі методу аналітичного конструювання агрегованих регуляторів (АКАР), де використовуються принципи інваріантності. Зараз велику увагу вчених і розробників займає новий метод — АКАР [1], сформульованому А.А. Колесніковим в контексті синергетичної теорії управління. Метод базується на принципі інваріантних багатовидів, що описують стан вихідної динамічної системи, який задовольняє технічній меті управління. Завдання синтезу регулятора в методі АКАР вирішується в два етапи. Спочатку в залежності від фізичної суті задачі будують інваріантне різноманіття, розмірність якого менше розмірності вихідної системи. Потім із системи диференціальних рівнянь

$$T\dot{\varphi} + \varphi = 0 \quad (1)$$

для агрегованих змінних знаходять управління $u(\varphi(x))$, яке переводить систему з початкового стану $x(0)$ в області заданого інваріантного різноманіття. Незважаючи на обґрунтованість даного підходу, відкритою залишається проблема вибору інваріантних багатовидів $\varphi(x) = 0$, тому метод АКАР успішно застосовується в основному для завдань стабілізації, де форма інваріантного різнома-

ніття очевидна. До того ж, при розв'язанні нелінійного рівняння, що описує зв'язок управління з агрегованими змінними, необхідно враховувати обмеження на управління. Нами для забезпечення асимптотичної стійкості синтезованих нелінійних систем високої розмірності використовувалась паралельно-последовна сукупність функцій Ляпунова. При цьому спочатку вводились найпростіші функції Ляпунова виду

$$V_s = 0,5\psi_s^2 \quad (2)$$

щодо макрозмінних $\psi_s(x_1, \dots, x_n)$, а потім на кінцевому різноманітті $\psi_s = 0$ досліджується стійкість руху лише по відношенню до частини $(n-rm)$ координат, які описують поведінку зображуючої точки декомпозиційної системи на заключному етапі руху. Як показав комп'ютерний експеримент, застосування методу АКАР в порівнянні з традиційними лінійними системами керування дозволило підвищити продуктивність випарної станції та знизити витрати енергоресурсів. Застосування методу АКАР [2] для синтезу ієрархічної системи управління випарної станції має наступні відмітні особливості:

- каскадний синтез ієрархічних законів управління здійснюється повністю аналітично, тобто ці закони формуються у вигляді функцій координат стану системи без проведення будь-яких чисельних процедур;
- зовнішній ієрархічний закон управління — це закон-координатор для кожного з наступних локальних законів-виконавців, пов'язаних, в свою чергу, між собою деякою ієрархічною підпорядкованістю, яка визначається числом і видом введених інваріантних багатовидів;
- застосування нелінійних синергетичних регуляторів в системі керування ВС дає значний економічний ефект.

ЛІТЕРАТУРА

1. Южный федеральный университет: [Электронный ресурс]. Таганрог, 2011. URL: <http://synergetics.tti.sfedu.ru/index.html>. (Дата звернення: 06.02.2012).
2. Колесников А.А. Прикладная синергетика: основы системного синтеза/ А.А. Колесников. — Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. — 384с.

Науковий керівник: В.Д. Кишенько

21. СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНИХ РОБАСТНИХ H_∞ – РЕГУЛЯТОРІВ ДЛЯ ЛІНІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ З СТОХАСТИЧНОЮ НЕВИЗНАЧЕННІСТЮ

О.Ф. Шемет

Національний університет харчових технологій

Оскільки об'єкти управління харчових технологій являються багатовимірними, все більше уваги спеціалістами в області автоматизації приділяється задачам конструювання багатовимірних регуляторів.

В роботах [1, 2] розглядалися задачі побудови H_∞ регуляторів для систем, функціонуючих в умовах детермінованої невизначеності. Далі ці результати були поширені на клас стохастичних систем з адаптивними збуреннями [3, 4]. В даній

роботі задачі H_∞ управління узагальнюються для стохастичних систем з мультиплікативними перешкодами.

Розглянемо довільний динамічний об'єкт управління, котрий описується лінеаризованою стохастичних диференціальних рівнянь в сенсі Іто

$$\begin{cases} dx(t) = (A(t)x(t) + B_1(t)w(t) + B_2(t)u(t))dt + \\ + F(t)x(t)d\beta(t) + G(t)u(t)dv(t), \\ x(0) = x_0, \end{cases} \quad (1)$$

$$z(t) = C_1(t)x(t) + D_{12}(t)u(t),$$

$$dy(t) = (C_2(t)x(t) + D_{21}(t)w(t))dt + H(t)x(t)d\zeta(t), \quad (2)$$

де $x(t) \in R^n$ — вектор стану, $x_0 \in R^n$ — невідомий вектор початкового стану, $u(t) \in R^m$ — вектор управління вхідними сигналами, $w(t) \in R^p$ — вектор невідомих зовнішніх збурень, $z(t) \in R^r$ — вектор контролюючих параметрів, $y(t) \in R^l$ — вектор спостережуваних змінних.

Відмітимо, що рівняння (1) функції $\beta(t)$, $v(t)$, $\zeta(t)$ — скалярні вінерівські процеси, задовольняючи умовам

$$M\{d\beta(t)\} = 0, \quad M\{dv(t)\} = 0, \quad M\{d\zeta(t)\} = 0,$$

$$M\{d\beta(t)^2\} = dt, \quad M\{dv(t)^2\} = dt, \quad M\{d\zeta(t)^2\} = dt,$$

$$M\{d\beta(t)dv(t)\} = \alpha dt, \quad |\alpha| \leq 1, \quad M\{d\beta(t)d\zeta(t)\} = 0, \quad M\{d\zeta(t)dv(t)\} = 0,$$

де $M\{\bullet\}$ — математичне сподівання, α — відома величина, характеризуючи міру кореляційної залежності між випадковими процесами $\beta(t)$ і $v(t)$.

Розглянемо критерій якості функціонування системи (1) у вигляді функціоналу

$$I(u) = M\left\{\int_0^T \|z(t)\|^2 dt + x^T(T)P_T x(T)\right\}, \quad (3)$$

де $\|\bullet\|$ — евклідова норма, $P_T = P_T^T \geq 0$ — задана вагома матриця.

Завдання полягає в тому, щоб знайти управління $u(t)$, яке мінімізує функціонал (3) при найбільш несприятливих зовнішніх збуреннях $w(t) \in L_2([0, T])R^p$ і векторі початкового стану x_0 , тобто з умови

$$\inf_{u(t) \in L_2([0, T]; R^m)} \sup_{\substack{w(t) \in L_2([0, T]; R^p), \\ w(t) \neq 0, x_0 \neq 0}} \frac{I(u)}{M\left\{\int_0^T \|w(t)\|^2 dt + x_0^T R^{-1} x_0\right\}}, \quad (4)$$

Цей критерій можна інтерпретувати як гасіння енергії вихідного сигналу при найгірших збуреннях, що діють на об'єкт управління.

В роботі розглядаються дві під задачі: в першій — будується оптимальний регулятор $u(t)$ в вигляді зворотного зв'язку від стану системи $x(t)$, тобто у вигляді $u(t) = -K(t)x(t)$, де $K(t)$ — шукана матриця підсилення зворотного зв'язку; в другій — оптимальний регулятор знаходиться в класі управлінь зі зворотним зв'язком від спостережуваних координат вектора стану $y(t)$ у вигляді

$$u(t) = C_f(t)\hat{x}(t) + D_f(t)y(t),$$

де $\hat{x}(t)$ — оцінка вектора стану $x(t)$, яка являється виходом лінійного фільтру

$$d\hat{x}(t) = A_f(t)\hat{x}(t)dt + B_f(t)dy(t).$$

Основним результатом роботи є пошук оптимальних матриць $K(t)$, $A_f(t)$, $B_f(t)$, $C_f(t)$, $D_f(t)$, формуючих оптимальні багатовимірні зворотні зв'язки векторів управління відповідно до критерію (4).

ЛІТЕРАТУРА

1. *State-space solutions to standard H_2 and H_∞ control problems*. IEEE Transactions on Automatic Control / Doyle J., Glover K., Kargonekar P., Francis B. // 1989; 34:831 – 847 p.
2. *Kojima A. H_∞ control with preview compensation*. Proceedings of the American Control Conference, Albuquerque / Kojima A., Ishijima J. // NM, 4–6, June, 1997; 1692 – 1697 p.
3. *Hinrichsen D. Stochastic H_∞* : SIAM Journal on Control and Optimization / Hinrichsen D., Pritchard A. // 2003; 36(5): 1504 – 1538 p.
4. *Dragan V. Global solutions to a game-theoretic Riccati equation of stochastic control*. Journal of Differential Equations / Dragan V., Morozan T. // 1997; 138(2): 328 – 350 p.

Науковий керівник: О.П. Лобок

22. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОЮ УСТАНОВКОЮ В УМОВАХ КОНФЛІКТНОСТІ

Н.В. Кофанова

Національний університет харчових технологій

Експертні системи знаходять застосування як ефективний засіб аналізу слабоформалізованих і важкоалгоритмізованих задач по розпізнаванню образів і класифікації конфліктів, умов їх реалізації, пошуку доцільних і оптимальних дій в умовах різних конфліктів. Технології експертних систем дозволяють знаходити рішення при неповноті вихідних даних про об'єкт управління, ідентифікувати стратегії і дії в конфліктних ситуаціях, обробляти семантику великих об'ємів інформації і на основі цього формувати оптимальні рішення і управління. Одним з основних напрямів застосування експертних систем в управлінні стала концепція ситуаційного управління, яке реалізує не лише управління об'єктом, його параметрами і структурою, але і для кожного класу ситуацій, що виникають при функціонуванні системи, також визначаються рішення по управлінню.

Реальним напрямом прикладного розвитку технології штучного інтелекту стало ситуаційне управління [1], засноване на управлінні складними технічними і організаційними системами на основі логічно-лінгвістичних моделей по поточних ситуаціях. Ситуаційне управління на відміну від традиційного управління характеризується рядом властивостей, що відрізняють його від традиційного управління:

– необхідність врахування конкретної ситуації, пов'язаної з управлінням об'єктом, яка відрізняється унікальністю і неможливістю вживання типової стандартної процедури управління;

– відсутність формалізованої мети функціонування («існування») об'єкта, що вивчається в традиційній теорії;

- істотний вплив особи, що приймає рішення (ОПР) на оцінку ефективності і безпеки управління і, відповідно, на вибір показників якості і критерії порівняння альтернативних варіантів управління;
- наявність в керованому об'єкті людей;
- неповнота опису об'єкта управління, що не дозволяє ясно і просто сформулювати перед системою завдання, правомірність введення допущень і обмежень на функціонування.

Концептуальна модель ухвалення рішення в цьому випадку може бути описана наступною системою

$$D_0 = \langle Y, G, U, L, J, \Omega \rangle, \quad (1)$$

де Y — множина наслідків (результатів); G — модель надання переваг результатів (рішень, що приймаються); U — множина стратегій ухвалення рішень; L — множина можливих значень невизначених чинників; J — функція, що визначає взаємозв'язок невизначеного чинника і результату прийнятого рішення; Ω — вся інша інформація про рішення, що приймається, у формалізованому вигляді (відомості про конфлікт, переваги інших осіб, що беруть участь в конфлікті і ін.).

Зручність використання моделі (1) в умовах конфлікту визначається тим положенням, що вона дозволяє просто і наочно пов'язати значення невизначених чинників і стратегій з управлінням, що реалізовується інтелектуальною системою. Множини Y , G , U , L і функція J формально задають компоненти рішення, що приймається, і визначають зв'язок з системою управління через поняття критерію і показників ефективності системи.

На основі системного аналізу брагоректифікаційної установки розглянуто задача визначення структури інтелектуальної системи ухвалення рішення і управління в умовах конфлікту. Визначення інтелектуальної системи ґрунтувалося на можливості декомпозиції системи на три підсистеми: підсистему інтелектуального управління, підсистему ухвалення рішення і підсистему базового управління, яка організовувала дії на об'єкт управління, що функціонує в умовах конфлікту. Незважаючи на складність і методологічні особливості елементів інтелектуальних систем прийняття рішення і управління в умовах конфлікту при визначенні оптимальної системи, вдається виділити наступні основні задачі:

- побудова моделі умов конфліктної взаємодії системи, що оптимізується, з іншими системами, вивчення і опис інформації про дії на систему;
- формування інтелектуальної підсистеми, що включає датчики, базу знань, блоки експертизи, оцінки стану, формування цілей, вибір показників і критеріїв оптимізації системи і інших елементів інтелектуальної діяльності;
- ухвалення рішень, що забезпечують оптимальну протидію одній або декільком конфліктуєчим системам;
- визначення і математичний опис класів допустимих систем управління об'єктом управління.

ЛІТЕРАТУРА

1. Амосов О.С. Интеллектуальные информационные системы. Нейронные сети и нечеткие система: учеб. пособие. / О.С. Амосов. Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2005. — 106 с.

Науковий керівник: В.Д. Кишенько

23. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КІНЕТИКИ ГІДРОЛІЗУ ЗАТОРУ В КЛАСІ СТОХАСТИЧНИХ НЕЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

М.В. Чернецький

Національний університет харчових технологій

Технологічні комплекси харчових виробництв мають всі характерні ознаки складних організаційно-технологічних систем. В основі лежить принцип підпорядкування, згідно якого вихідна система може бути представлена у вигляді деякої складної ієрархічної системи, що складається із сукупності динамічних підсистем. Ці підсистеми підпорядковані одна одній і знаходяться між собою в певному динамічному взаємозв'язку.

Управління такими складними технологічними комплексами є актуальною з точки зору підвищення ефективності їх функціонування. Було створено передумови для розв'язання даної проблеми на основі сучасних досягнень теорії та практики автоматизованого управління та передових комп'ютерних технологій. Виходячи із особливостей технологічних процесів харчових виробництв, для побудови ефективних стратегій управління ними найбільш перспективним є використання синергетичних алгоритмів, в основі синтезу яких лежить синергетична теорія управління. За методикою [1] розроблена нелінійна, багатомірна, багатозв'язна кінетична модель гідролізу затору:

$$\begin{aligned} \frac{dG_n}{dt} &= a - l \frac{E}{L+E} \frac{G_n}{K+G_n+M_1G_2} - \frac{dG_2}{dt} = k \frac{E}{L+E} \frac{G_n}{K+G_n+M_1G_2} - l_1 \frac{E_1}{L_1+E_1} \frac{G_2}{K_1+G_2+M_2G} \\ \frac{dG}{dt} &= k_1 \frac{E_1}{L_1+E_1} \frac{G_2}{K_1+G_2+M_2G} - \mu \frac{XG}{1+G+\mu_2X} - \frac{dE}{dt} = E_0 \frac{G_n}{\beta+G_n} X \frac{N}{N+G_2+MG} - \alpha E \\ \frac{dE_1}{dt} &= E_{01} \frac{G_2}{\beta_1+G_2} X \frac{N_1}{N_1+G} - \alpha_1 E_1 \frac{dX}{dt} = \mu_1 \frac{XG}{1+G+\mu_2X} - \mu_0 X \end{aligned}$$

$$+ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c \end{bmatrix} d \begin{bmatrix} f1 \\ f2 \\ f3 \\ f4 \\ f5 \\ f6 \end{bmatrix}$$

де E_0 – коефіцієнт активності β -амілази; E_{01} – коефіцієнт активності α -амілази; a , l , K , L , M_1 , k , l_1 , L_1 , K_1 , M_2 , k_1 , μ , μ_2 , β , N , α , β_1 , N_1 , α_1 , μ_1 – параметри моделі.

Було проведено дослідження моделі, доповненої стохастичною складовою у вигляді вінерівського процесу, з метою виявлення проявів атрактивної поведінки та оцінки впливу зовнішніх збурень та внутрішніх флуктуацій. Модель розв'язувалась як система стохастичних нелінійних диференціальних рівнянь методом Кузнєцова Д.Ф. [2] Для цього здійснювалось перетворення моделі шляхом другого уніфікованого розкладання Тейлора-Іто

$$R(x_s, s) = R(x_t, t) + \sum_{q=1}^r \sum_{(k,j,l_1,\dots,l_k) \in A_q} \frac{(s-t)^j}{j!} \sum_{i_1,\dots,i_k=1}^m G_{l_1}^{(i_1)} \dots G_{l_k}^{(i_k)} L^j R(x_t, t)^*$$

$$* I_{l \dots lk, s, t}^{(i1 \dots ik)} + D_{r+1, s, t}$$

де $I_{l \dots lk, s, t}^{(i1 \dots ik)}$ — розкладання повторних стохастичних інтегралів Іто і Стратоновича, $L^j R(x_t, t)$ — поліном Лежандра, c_p^q — біноміальний коефіцієнт, A_q — деяка підмножина, s, t — момент часу, k — коефіцієнт ($k = 1$), l — параметр ($l = 0, 1, 2, \dots$), $\zeta_0^{(i1)}$ — випадкові процеси, $D_{r+1, s, t}$ залишковий член. В постановці задачі синтезу стратегій управління опис системи задається диференціальними рівняннями об'єкта

$$\dot{x}(t) = F(x, u, g, J, M),$$

в склад яких входять координати стану $x(t)$, а також деякі зовнішні сили, що складаються із управлінь $u(t)$, завдань $g(t)$, зовнішніх(збурюючих) $M(t)$ і параметричних $J(t)$ впливів. Синергетична теорія управління полягає у формуванні у фазовому просторі систем управління синтезованих цільових атракторів, на які невідворотно потрапляють всі траєкторії руху замкненої системи «об'єкт — регулятор». [3] Це дозволяє розробити нові методи цільової дії на процеси самоорганізації в нелінійних динамічних об'єктах. Виходячи із синергетичного підходу на основі принципу «розширення-стиснення» розроблений новий метод аналітичного конструювання агрегованих регуляторів — АКАР, що базується на ідеї введення притягуючих інваріантних багатообразів $\psi_s(x_1 \dots x_n) = 0$, на яких найкращим чином узгоджуються природні властивості об'єкта та вимоги до задач управління. З математичної точки зору проблема синергетичного синтезу полягає у способі генерації таких законів управління $u(\psi) = u(x)$, які дозволили б перевести систему із довільного початкового стану A_1 спочатку в окіллія багатообразів $\psi_s(x_1) = 0$, а потім забезпечити стійкий рух системи біля цих багатообразів аж до попадання системи на цільові атрактори A_c . Ця задача вирішується комплексом корегуючих регуляторів Р-К, що мають ієрархічну структуру.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гачок В.П. Странные аттракторы в биосистемах / В.П. Гачок; Отв. ред. Самойленко А.М.; АН УССР. Ин-т теорет. физики. — Киев: Наук. думка, 1989. — 240 с.
2. Кузнецов Д.Ф. Стохастические дифференциальные уравнения: теория и практика численного решения / Д.Ф. Кузнецов; — 3-е изд., испр. и доп. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. — 800 с.
3. Колесников А.А. Синергетика и проблемы теории управления / А.А. Колесников; — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 504 с

Науковий керівник: В.Д. Кишенько

24. МУЛЬТИФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ФЛУКТУАЦІЙ ЧАСОВИХ РЯДІВ СТАНЦІ ДЕФЕКОСАТУРАЦІЇ

В.І. Зайка

Національний університет харчових технологій

Стандартний аналіз динамічних флуктуацій використовується для визначення (моно-) фрактальних скейлінгових властивостей і довгострокових кореляцій в зашумлених нестационарних часових рядах [1].

Але, як правило, технологічні змінні об'єктів не демонструють простої монофрактальної скейлінгової поведінки, що може бути визначена одним коефіцієнтом. Таке явище спостерігається і в економічних, біологічних, електротехнічних та інших системах. Також відмічається таке явище і в поведінці складної динамічної системи, станції дефекосатурації, відображене в часових послідовностях технологічних змінних. У деяких випадках існує кросовер (crossover) на часових послідовностях sx , що відділяє моделі з різною поведінкою, наприклад, довгострокові кореляції на малих масштабах часу $s \ll sx$ та кореляції іншого виду чи некорельовану поведінку на більших масштабах $s \gg sx$. В деяких випадках поведінка скейлінга ще більш складна, і існують різні значення коефіцієнтів для різних частин. Трапляються ще більш складні випадки, коли розглядаються накладені одна на одну множини із різною фрактальністю, для яких необхідно обчислювати множину коефіцієнтів скейлінга для повного опису поведінки об'єкта. В таких випадках доцільно застосовувати мультифрактальний аналіз флуктуацій[2].

У загальному випадку процедура мультифрактального аналізу динамічних флуктуацій (МФ-АДФ) складається із декількох етапів, перші три з яких ідентичні процедурі стандартного АДФ. Нехай є послідовність x_k довжини N , що не має великої кількості нульових значень (compact support).

Визначається профіль (накопичення):

$$Y(i) \equiv \sum_{k=1}^s (x_k - \bar{x}), \quad i = \overline{1 \dots N} \quad (1)$$

Профіль Y_i розбивається на $N_s = \text{int}\left(\frac{N}{s}\right)$ сегментів (підпослідовностей)

однакової довжини s , які не перекриваються. Оскільки загальна довжина послідовності N часто не ділиться націло на s , залишок в кінці послідовності, який є меншим за ширину вікна, відкидається. Для врахування відкинутої частини і використання, таким чином, усіх елементів послідовності, вищевказана процедура повторюється також, починаючи з кінця послідовності. Таким чином буде отримано $2N_s$ послідовностей.

Для кожної із $2N_s$ послідовностей обчислюється локальний тренд методом найменших квадратів. Потім визначається відхилення для кожного сегмента v , $v = \overline{1 \dots N}$ і для кожного $v = N_s + 1 \dots N_s$. Для інтерполяції використовуються лінійні, квадратичні, кубічні поліноми чи поліноми вищого порядку (відповідні методи називаються АДФ₁, АДФ₂, АДФ₃ і т.д.). Оскільки детрендування часового ряду відбувається відніманням значень полінома від реальних значень ряду, АДФ різних порядків відповідно відрізняються у своїх можливостях по вилученню тренду в ряді. Таким чином, порівняння результатів роботи АДФ різних порядків використовується для визначення типу тренду у вихідному часовому ряді.

Знаходиться середнє по всіх підпослідовностях для отримання функції флуктуацій q -го порядку, де значення змінної q може бути довільним за виключенням нульового. Для $q=2$ отримується стандартний метод АДФ.

При визначенні, як впливає часова шкала s при різних значеннях q на узагальнену залежність $Fq(s)$ від q необхідно повторити попередні етапи для різних масштабів s . Цілком зрозуміло, що буде збільшуватись із збільшенням q , а також буде залежати від порядку методу АДФ _{m} . Визначається скейлінгова

поведінка функції флуктуацій шляхом аналізу у подвійному логарифмічному масштабі залежності $Fq(s)$ від q .

$$F_q(s) \cong s^{h(q)} \quad (2)$$

Взагалі, коефіцієнт $h(q)$ повинен залежати від q . Для стаціонарних часових рядів, $h(2)$ ідентичний коефіцієнту Херста. Таким чином, функцію $h(q)$ можна назвати узагальненим коефіцієнтом Херста. Для монофрактальної часової послідовності $h(q)$ залежить від q , таким чином скейлінгова поведінка відхилень $F^2(v,s)$ однакова на всіх сегментах v і процедура усереднення дасть однакові значення скейлінгового коефіцієнта для всіх сегментів послідовності. Лише у випадку, коли масштаби малих і великих флуктуацій відрізняються, буде помітною залежність $h(q)$ від q .

Метод МФ-АДФ застосовано для аналізу динамічних флуктуацій часових послідовностей історичних даних роботи станції дефекосатурації цукрового заводу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кроновер Р.М.* Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. [Текст] // Р.М. Кроновер Москва: Постмаркет, 2000. — 352 с.
2. *Кононенко В.В.* Мультифрактальный анализ і ризик — менеджмент критичних і кризових явищ [Текст] / В.В. Кононенко, Н.В. Рябушенко, В.М. Соловйов // Вестник Восточно-украинского национального университета имени Владимира Дала. Сер. «Экономика», Луганськ 2005, №7. — С. 265 – 272.

Науковий керівник: В.Д. Кишенько

25. ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ

М.А. Сич

Національний університет харчових технологій

Спиртове виробництво в Україні є однією із важливих галузей в харчовій промисловості. Брагоректифікаційна установка (БРУ), що входить до складу виробництва спирту є складним об'єктом автоматизації.

Способи отримання етилового спирту дуже різноманітні. Кінцеві продукти ректифікації при отриманні спирту для використання в харчовій промисловості, повинні відповідати міжнародним стандартам.

Брагоректифікаційні установки спиртових заводів є складними технологічними об'єктами, які характеризуються багатоцільовою поведінкою, причому пріоритетність цілей і згортка критеріїв, що відображують цілі, є змінними і залежними від обставин, які склалися в поточний момент на об'єкті управління. В таких умовах значно знижується ефективність управління через велику розмірність задачі синтезу управляючої дії в реальному масштабі часу.

При цьому зростає навантаженість оператора брагоректифікаційної установки, який на основі виробничого досвіду та знань повинен в умовах дефіциту часу та інформації оперативно змінювати технологічні режими для забезпечення успішного функціонування об'єкта, що часто приводить до нерациональних витрат енергоресурсів і зменшення продуктивності брагоректифікаційної установки.

У зв'язку з цим необхідне залучення нових методів управління БРУ до проходження технологічного процесу та апаратів для перегонки та ректифікації повинні бути поставлені високі вимоги. Ці апарати повинні мати високу ефективність по відношенню до очистки спирту від домішок при роботі в різних умовах і разом з тим повинні бути економічними у відношенні пари та води.

Величини, що характеризують процес брагоректифікації можуть бути розділені на вхідні (незалежні), які формують режими колони, а вихідні (залежні), які відображують стан об'єктів. Необхідність оптимізації в управлінні процесом брагоректифікації викликається тим, що незалежні змінні підлягають збуренню, причому через взаємозв'язність параметрів зміна однієї чи декількох незалежних змінних призводить до зміни багатьох залежних величин.

Встановлення нормального режиму може бути досягнуто шляхом відповідного впливу на процес також зі сторони незалежних змінних.

Процеси ректифікації багатомірні, так як їх стан характеризується трьома полями: полем концентрації, полем температури та полем тиску.

Строго кажучи, процеси в колонах БРУ є процесами багатокомпонентної ректифікації. Тому, окрім поля концентрації етанолу, необхідно розглядати також поля розподілення по колонам багаточисленних домішок.

Оскільки для підтримання необхідного режиму розділення необхідно управляти декількома регулюючими величинами, а зміна однієї вхідної величини часто приводить до зміни всіх або декількох вихідних величин, брагоректифікаційна установка в цілому та кожна колона (з дефлегматором та конденсатором) окремо відносяться до класу багатозв'язних об'єктів управління.

Метою наукових досліджень є оптимізація режимів роботи БРУ на основі використання інтелектуальних технологій та побудови експертної системи.

Основна задача експертної системи по керуванню БРУ — допомога оператору-технологу у визначенні доцільної стратегії керування в умовах дефіциту часу на прийняття рішень, неповноти інформації, особливо при виникненні нештатних ситуацій.

Експертна система — це програмний комплекс, що поводить подібно експерту в деякій, звичайно вузькій прикладній області.

Типові застосування експертних систем містять у собі такі задачі, що вимагають для свого рішення експертних знань у деякій конкретній області. У тій чи іншій формі експертні системи повинні базуватися на цих знаннях.

Розробка та застосування експертної системи для оптимізації режимів роботи БРУ забезпечить підтримку оператору в нештатних ситуаціях, що складаються на об'єкті, допоможе ефективно управляти та дозволить підвищити техніко-економічні показники.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Стабников В.Н.* Ректификация в пищевой промышленности. Теория процесса, машины, интенсификация / В.Н. Стабников, А.П. Николаев, М.Л. Мандельштейн. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 232 с.
2. *Мандельштейн М.Л.* Автоматические системы управления технологическим процессом брагоректификации / М.Л. Мандельштейн. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 240 с.
3. *Ладанюк А.П.* Основи системного аналізу. Навчальний посібник / А.П. Ладанюк. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 176 с.

Науковий керівник: Я.В. Смігюх

26. МЕРЕЖНОЦЕНТРИЧНЕ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ПИВОВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

М.С. Романов

Національний університет харчових технологій

Технологічний комплекс пивзаводу є складною організаційно-технологічною системою, ефективне керування якою неможливе без використання комп'ютерних технологій та сучасних підходів до організації самого процесу керування.

Визначальною тенденцією сучасного розвитку систем інформатизації складних технологічних комплексів є інтегрування різних завдань життєзабезпечення технологічних процесів з їх системами автоматизації, працюючими в реальному часі (САРЧ), в комплексну систему шляхом охоплення автономних компонентів мережевою структурою. Функціональність сучасних САРЧ інтегрує завдання контролю і управління: технологічними процесами, безпекою виробництва, захистом устаткування, технологічною транспортною системою, обслуговуванням і ремонтами, екологічним станом середовища і т. д. Проблеми управління, обумовлені запитами забезпечення ефективної спільної взаємодії різнорідних систем технологічного комплексу пивзаводу. Проектування таких САРЧ є досить трудомістким і вимагає значних часових і людських ресурсів. Легко прослідковується аналогія інтегрованих і мережноцентричних систем [1].

Характерна особливість мережноцентричних («network-centric») систем виражається у здатності кожної територіально розподіленої компоненти (вузла) діяти в напрямку досягнення спільної мети і мати рівні можливості до доступу інформації, необхідної для здійснення функцій і досягнення мети, незалежно від розташування цієї інформації в системі. Створення мережноцентричних систем стало реальністю з розвитком сучасних ІТ-інструментів.

Дана робота ґрунтується на моделі «структурована дискретно-подієва система» (СДПС)[2]. Розробка СДПС мотивована двома особливостями обладнання з точки зору ДПС-моделювання. По-перше, для дискретного обладнання характерно наступне розбиття множини подій E . Традиційне для теорії ДПС розбиття на E_{uc} і E_c — множини керованих і некерованих подій, і E_w — множину очікуваних подій. Події з E_w моделюють стани (положення) виконавчих механізмів (актуаторів) або компонентів об'єкта. Ці події не можна блокувати супервізором як керовані події з E_c . Проте їхня поява очікувана, як відгук на події з E_c , що підтверджує факт виконання команд на актуатори.

По-друге, поведінка кожного актуатора G^i моделюється мовою $L(G^i)$ зі слів над $E^i = \{E_w \cup E_c\}$, а специфікація необхідної поведінки формулюється як мова K з подій $E_d = \{E_c \cup E_{uc}\}$ — множини подій, моделюючої сукупності команд і умов їх застосування. Врахування цих особливостей дозволяє отримати ряд переваг як у визначенні ДПС, так і формулюванні умов керованості і синтезі супервізора.

В рамках СДПС моделювання проводиться на двох рівнях. Перший — це компоненти ДПС — актуатори $G = (G^1, G^2, \dots, G^n)$ з множинами E^i подій, кожна з яких структурується на $E^i = \{E_w \cup E_c\}$ і множину E_{uc} спільних некерованих подій. Поведінка кожної компоненти G^i визначається кінцевим автоматом-

генератором мови $L(G^i)$, що задається $G^i = (Q^i, E^i, \delta_i, \Gamma^i, Q_m^i, q_0^i)$ — множинами станів, подій, функціями переходів і допустимих подій, множинами обов'язково досяжних станів і початковим станом відповідно. Другий рівень — це специфікація необхідного поведіння СПДС як мови $K \subseteq Ed^*$ (де Ed^* — множина різних слів будь-якої, але кінцевої довжини із подій $Ed = E_c \cup E_{uc}$).

Структуризація об'єкта починається з виділення всіх актуаторів (приводів і виконавчих механізмів); нехай це $G = (G^1, G^2, \dots, G^n)$. Для кожного G^i визначаються: множина подій, що є командами E_c^i , множина подій E^i , що характеризують траєкторію руху цього конкретного механізму (множина реакцій на E_c^i) і, нарешті, визначається множина умов, зовнішніх щодо $G^i - E_{uc}$. Загальний алфавіт для $G^i - E^i = \{E_w \cup E_c \cup E_{uc}\}$. Взаємозв'язок команд (E_c^i), очікуваних реакцій і зовнішніх умов (якщо це потрібно) на практиці представляється у вигляді діаграм (циклограм), що достатньо прозоро формалізується кінцевим автоматом $G^i = \langle Q^i, E^i, \delta_i, \Gamma^i, Q_m^i, q_0^i \rangle$ [3]. В результаті аналізу об'єкта визначаються: склад СДСС $G = G^1, G^2, \dots, G^n$, множини E^i подій, кожна з яких структурується на $E^i = \{E_w \cup E_c^i \cup E_{uc}^i\}$, і множини E_{uc} — множини загальних некерованих подій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Амбарцумян А.А. Супервизорное управление в дискретно-событийных системах/ А.А. Амбарцумян // Автоматика и телемеханика. — 2009. — № 8. — С. 156 – 166.
2. Амбарцумян А.А. Анализ состояния и предложения по повышению уровня автоматизации энергетических объектов/ А.А. Амбарцумян., И.В. Прангишвили, А.Г. Полетыкин // Проблемы управления. — 2003. — № 2. — С. 37 – 57.
3. Akesson K., Flordal H., Fabian M. Exploiting modularity for synthesis and verification of supervisors // Proc. of the IFAC World Congress, Barcelona, Spain, July. 2002. – P. 1444 – 1449.

Науковий керівник: В.Д. Кишенько

27. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОДАЧИ ЗВОНКОВ В УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕННІ

Д.Ю. Смирнов, А.С. Яровенко
 ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского» филиал в г. Мелеуз

В любом учебном заведении временные рамки учебных занятий обозначаются звонками. На сегодняшний день в большинстве учебных заведений практикуется подача звонков в «ручном» режиме. Одной из причин тому то, что устройства автоматической подачи звонков не производятся серийно. В настоящий момент, налажено лишь производство непосредственно самих звонков, а подача самого сигнала — как правило, закрепляется за вахтерами. Такая организация имеет ряд недостатков. Первый и очевидный — вахтеры порой склонны забывать эту свою

обязанность. Второй недостаток — необходимость платить зарплату вахтёру за осуществление данного вида работ. Кроме того, кнопки подачи звонков порой находятся в легкодоступном месте и могут быть объектом неадекватного поведения учащихся. Система подачи звонков позволяет освободить человека от подсчитывания оставшихся секунд и ручного нажатия кнопки подачи звонка. Тем самым исключаются человеческий фактор, ошибки во времени подачи звонков и появляется возможность подавать дополнительные «предупредительные» звонки с урока и на урок. Поэтому разработка и внедрение автономного устройства для автоматической подачи звонков является актуальной задачей в рамках конкретного учебного заведения.

Основные требования, предъявляемые к разрабатываемому устройству:

1. Точность времени с возможностью корректировки (например, при переходе на зимнее/летнее время);
2. Ручная настройка любого количества звонков без использования дополнительного оборудования;
3. Возможность ручной подачи звонка в экстренных ситуациях;

Главными задачами данной работы являются: разработка принципиальной схемы и «прошивки» для микроконтроллера.

Вся работа была проведена в рамках НИРС на кафедре «Информационные технологии». В настоящее время, разработанное устройство используется для подачи звонков в I учебном корпусе филиала ФГБОУ ВПО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского» в г. Мелеузе. Ниже приведены основные технические и программные характеристики устройства.

Проектирование принципиальных схем проводилось в программе Proteus 7 (программа-симулятор микроконтроллерных устройств). В качестве базового микроконтроллера использовался Atmel ATmega 16 DIP

На рисунках 1 и 2 представлены принципиальная схема устройства и схемы печатных плат

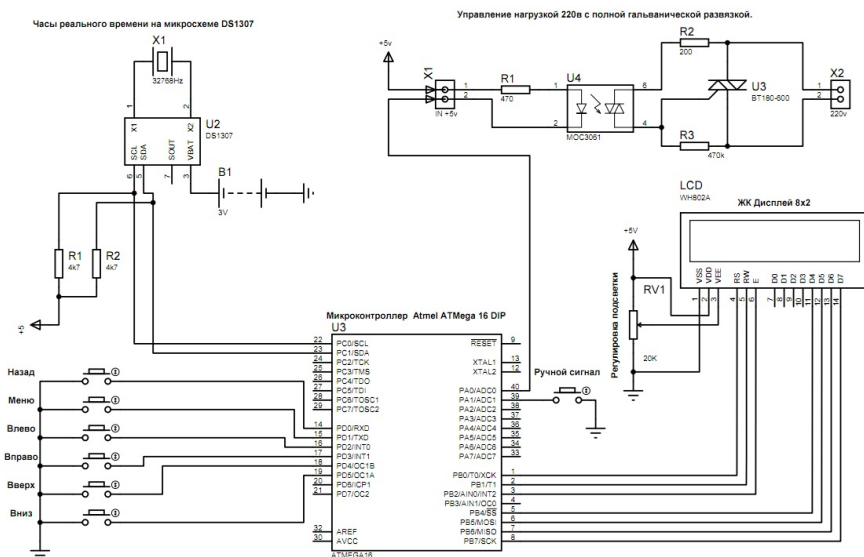


Рис. 1. Принципиальная схема

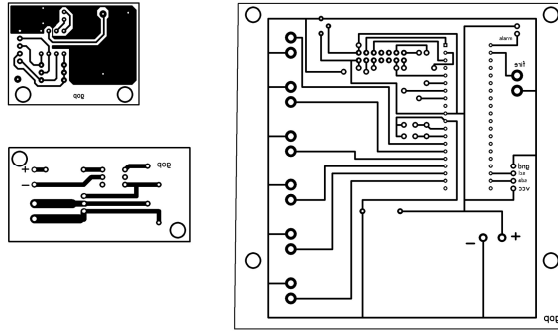


Рис. 2. Печатные платы

Собранное устройство было протестировано в течение недели, выявлено стабильное ежедневное отставание на 2 секунды. После этого программа прошивки была скорректирована для автоматической поправки времени. Последующее длительное тестирование не выявило ни одного сбоя, поэтому устройство можно считать готовым к эксплуатации.

Все поставленные задачи были решены с максимальной экономией технических, трудовых, материальных ресурсов. Предложенный вариант обладает широким спектром преимуществ перед своими аналогами и вполне пригоден для производства и внедрения в любые учебные заведения.

17.2. ПІДСЕКЦІЯ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ІНТЕГРОВАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Голова підсекції — проф. І.В. ЕЛЬПЕРІН
Секретар підсекції — доц. В.М. СІДЛЕЦЬКИЙ

Ауд. А-411, А-418

1. ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНИХ САР

О.М. Клименко

Національний університет харчових технологій

Розробка систем управління (СУ) завжди відбувається поетапно. В якості таких етапів можна виділити:

- етап розробки концепції побудови СУ;
- етап моделювання СУ, відповідно до запропонованої концепції побудови;
- етап аналізу отримуваних результатів;
- етап доопрацювання (модернізації) концепції побудови СУ.

Упродовж усіх цих етапів не припиняються теоретичні дослідження, які дозволяють вибирати основні напрями удосконалення спочатку сформульованої концепції побудови СУ і поширювати її основні ідеї на ряд суміжних областей.

Необхідним етапом рішення задач управління нелінійними динамічними системами є отримання їх адекватних математичних моделей, що базується, як

правило, на теоретичному і експериментальному аналізі властивостей цих систем. Теоретичний аналіз процесів, що відбуваються в системі, дозволяє отримати математичний опис, наприклад, диференціальних рівнянь. При експериментальному аналізі на основі спостережень вхідних і вихідних сигналів системи отримують або її параметричну, або непараметричну модель. Незважаючи на велику кількість робіт, різноманіття видів нелінійностей не дозволяє створити єдину теорію ідентифікації нелінійних систем. Крім того, додаткові труднощі отримання адекватного математичного опису обумовлено наявністю в реальних сигналах перешкод.

За аналогічною схемою відбувається розвиток СУ, що використовують штучні нейронні мережі (НМ). Проте слід зауважити, що велика кількість розроблених апаратних і програмних моделей нейромережних СУ часто випереджають теоретичне розуміння процесів, що відбуваються при цьому, і наявні проблеми [1].

Системи управління, так або інакше що використовують штучні НМ є однією з можливих альтернатив класичним методам управління. Можливість використання НМ для вирішення задач управління багато в чому ґрунтується на тому, що НМ, яка складається з двох шарів і має в прихованому шарі довільну велику кількість вузлів, може апроксимувати будь-яку функцію дійсних чисел із заданою мірою точності[2]. Таким чином, для вирішення завдань ідентифікації і управління можуть бути використані НМ навіть з одним прихованим шаром.

Однією з областей теоретичних досліджень, що розглядають проблеми використання НМ в системах управління, являється порівняння таких методів управління з іншими відомими типами СУ, виявлення властивих нейромережним методам особливостей і їх аналіз.

Огляд характеристик методів управління

Критерій	Управління із зворотним зв'язком і регульованими коефіцієнтами	Адаптивне управління з еталонною моделлю Ляпунова	Нейромережне управління
Стійкість зворотного зв'язку	Найгірша	Найкраща	Середня
Швидкість збіжності	Найкраща	Середня	Найгірша
Робота в реальному часі	Середня	Середня	Найкраща
Складність програми управління	Найгірша	Середня	Середня
Помилка стеження	Середня	Найкраща	Середня
Пригнічення перешкод	Найкраща	Найгірша	Середня
Робастність	Найгірша	Середня	Найкраща
Розузгодження моделі	Найгірша	Середня	Найкраща

У методі з використанням НМ відсутні обмеження на лінійність системи, він ефективний в умовах шумів і після закінчення навчання забезпечує управління в реальному масштабі часу.

Оскільки серед програмних САР зі стандартними регуляторами найкращий результат було отримано в комбінованій САР з логічними пристроями, то саме цю САР доцільно використати для розробки нейрорегулятора.

Застосування нейромережного регулятора може дозволити замінити три ПП-регулятори та логічний пристрій, а отже спростити схему.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Налимов В.В.* Теория эксперимента / В.В. Налимов; Москва Наука. — М.:Наука,1971. — 208с.

2. *Рутковская Д.* Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилинский, Л. Рутковский; Москва Горячая линия-Телеком. — М.:Горячая линия-Телеком,2006. — 193 с.

Науковий керівник: В.Г. Трегуб

2. УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ ШЛЯХОМ ОБЛІКУ ВИПАРУВАНОЇ ВОЛОГИ

Д.В. Мацебула

Національний університет харчових технологій

В існуючих системах автоматизації сушарки, як об'єкт управління розглядаються з точки зору регулювання параметрів сушильного агента, при цьому параметри продукту не входять до контуру управління. Це пов'язано, в першу чергу, зі складністю вимірювання цих параметрів, а також із значно більшою їх інерційністю, порівняно з параметрами сушильного агента. В той же час параметри сушильного агента можуть суттєво відрізнитися від параметрів сировини, що призводить до неточностей регулювання. Оскільки певні параметри сировини в сушарці не вимірюються, то вони є неспостережуваними, а отже не можуть бути керованими. Розглянемо проблему управління процесом сушіння на прикладі зерносушарки, як досить дослідженого об'єкта.

Управління процесом сушіння зерна, незалежно від методу (ручне чи автоматизоване) потребує вимірювання його вологості, причому бажано на вході і виході сушарки.

Правилами ведення технологічного процесу сушіння передбачений відбір проб зерна кожні 2 години і визначення їх вологості методом висушування по ГОСТ 13586.5-93 або ГОСТ 29143-91 (ИСО 712-85) з веденням лабораторних облікових журналів. Перевагою даного методу є гарантована стандартизованою процедурою точність вимірювання вологості, а недоліками трудомісткість проведення і тривалість процедури. Час виконання процедури вносить в контур регулювання запізнювання, яке різко знижує точність стабілізації вологості, тобто призводить до недосушування або пересушування зерна з витікаючими звідси негативними наслідками.

На ринку представлено багато автоматичних вологомірів зерна в потоці. Їх переваги: «усувають» людину з процесу вимірювання та запізнювання у видачі результатів. Якщо подивитися технічні характеристики таких вологомірів, то може здатися, що всі проблеми вологомірії вже вирішені, і метод висушування можна здати в утиль. На жаль все не так. Проблем тут кілька. Який би не використовувався принцип виміру: – дієлкометричний, СВЧ, інфрачервоний, змінювані і непіддатливі точному обліку, здавалося б другорядні, характеристики зерна (% солей заліза в зерні, кількість і якість білків, площа поверхні зерна в пробі, щільність укладання тощо), вносять велику похибку в результат вимірювання [1, 2, 3]. Але головна проблема — відсутність, причому в зв'язку із принципову

неможливість створення, метрологічних мір вологості зерна, що тягне за собою неможливість забезпечення метрологічної атестації вологомірів, зокрема — їх періодичну перевірку, тобто неможливість забезпечити фундаментальний принцип метрології «принцип єдності вимірювань». На сьогодні розроблені методи, які дозволяють зменшити похибку вимірювання вологості в потоці [4], їхня суть полягає в періодичній перевірці показів датчиків вологості лабораторними методами. В результаті збільшується точність вимірювання порівняно із потоковими методами, зменшується інерційність контуру регулювання порівняно із методом висушування. Але проблеми управління процесом сушіння дані методи не усувають, а лише зменшують їхній негативний вплив.

Оскільки в процесі сушіння контролюється досить велика кількість технологічних параметрів, отже існує можливість знаходження невимірюваних параметрів з матеріального та теплового балансу процесу. Наприклад, для визначення вологості продукту необхідно знати такі параметри процесу, як:

- витрата продукту;
- початкова вологість продукту;
- необхідна кінцева вологість продукту (за регламентом);
- витрата сушильного агента;
- температура сушильного агента на вході і виході з сушарки;
- вологість сушильного агента на вході і виході з сушарки.

Використовуючи наведені вище технологічні параметри, можна розрахувати кількість вологи, що надходить в систему із вологим зерном і яка випаровується сушильним агентом. Відповідно різниця між кількістю вологи, що надійшла і кількістю, що випарувалася і буде вихідна вологість зерна. Реалізація даного методу дозволить позбутися неточностей і великих запізнь в каналах управління. Для реалізації такої системи можна застосувати технічні засоби вже існуючих систем: мікропроцесорні контролери, комп'ютери, тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Воронов В.Г.* Автоматическое управление процессами сушки / Воронов В.Г., Михайлецкий З.Н.— К.: Техника, 1982, — 112 с.
2. *Просянык А.В.* Влагомер зерна в потоке – мал золотник, да дорог. Просянык А.В., Клабуков В.Ф., Соснин К.В. [Електронний ресурс] — Режим доступу.: <http://dnvpeldorado.dp.ua/doc/article3.doc>.
3. *ООО «С-инжиниринг».* Новые подходы к автоматизации предприятий. [Електронний ресурс] — Режим доступу.: <http://s-engineering.com.ua>.
4. *Степанов М.Т.* Гарантующе управління процесами сушіння зерна в шахтних прямоточних зерносушарках: автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / Степанов Михайло Тимофійович. —Одеса, 2005. — 21 с.

Науковий керівник: І.В. Ельперін

3. ПРОБЛЕМИ РОБАСТНОГО УПРАВЛІННЯ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОЮ УСТАНОВКОЮ

Н.Г. Гриценко

Національний університет харчових технологій

На сьогоднішній день для всіх без винятку спиртових заводів харчової промисловості стоїть актуальною проблема по досягненню не тільки якісної

продукції на виході, а і значне зниження її собівартості. Тому при реконструкції брагоректифікаційних (БРУ) відділень різного типу постає необхідним використання сучасних енергоощадних технологій із застосуванням методів робастного управління, що дозволяють отримати належну якість продукції, зберегти продуктивність заводу та мінімізувати енерговитрати одночасно.

Досліджувана трьохколонна БРУ непрямої дії [1, 2, 3], яка широко використовується на діючих спиртових заводах, має ряд особливостей і потребує детального аналізу для ефективного застосування робастного управління.

До складу трьохколонної БРУ непрямої дії входять три основні колони: бражна (БК), епюраційна (ЕК) і ректифікаційна (РК), та допоміжне обладнання: конденсатори, дефлегматори, підігрівач бражки і т.д. [1, 2, 3].

Робота кожної з вище названих колон характеризується складними тепло-, масообмінними, гідродинамічними процесами. БРУ даного типу належить до складних об'єктів управління, які різняться своєю багатозв'язністю [3, 4], багатомірністю [1, 2, 3] та нестационарністю. Процеси тепло-, масообміну для БРУ є багатовимірними, оскільки їх стан описується трьома полями: полем температури, тиску та концентрації [4]. Саме в складних взаємозв'язках управляючих параметрів та вихідних змінних стану проявляється властивість багатозв'язності БРУ [3, 4, 5]. Підтримка необхідних режимів роботи установки потребує врахування узгодженості управління регулюючими змінними, оскільки зміна однієї вхідної змінної, як правило, приводить до зміни всіх або декількох вихідних змінних.

Враховуючи властивість багатозв'язності БРУ при синтезі системи робастного управління основний акцент робимо на непрямі показники, які однозначно пов'язані з відповідними якісними параметрами. Так, регулюючи температуру на контрольній тарілці, можливо впливати на якісні показники етилового спирту [3, 4].

До того ж робота БРУ систематично піддається дії контрольованих та неконтрольованих збурень зі сторони енергоресурсів: сировини, яка надходить, температури в колонах і т.д. Даного роду збурення значно погіршують, а іноді унеможливають дотримання оптимальних показників якості заданих технологічних режимів.

Існуючі засоби автоматизації та методи класичної теорії управління БРУ, як складним об'єктом управління (ОУ), лише частково вирішують задачу по зниженню енерговитрат і по підвищенню якісних показників продукту на виході. Це пов'язано з особливостями просторового розміщення основного технологічного обладнання, великою кількістю контрольованих параметрів, нестационарністю БРУ, а також із наявністю різного роду невизначеностей тощо.

Управління процесом брагоректифікації в умовах параметричної та інтервальної невизначеностей під дією випадкових збурень, наприклад: зміна тиску пари, зміна вмісту спирту в бражці на вході та інше, приводить до небажаних змін в контурах регулювання якості спирту на виході.

Проведений аналіз та подальші дослідження дозволяють ефективно застосування методів робастного управління, а саме інтервального підходу, для якісної та оптимальної роботи БРУ в умовах вказаних вище невизначеностей.

Застосування методів робастного управління для БРУ, як складним об'єктом управління (ОУ), реалізують вирішення задач [1, 2, 3, 5]:

- стабілізації заданої продуктивності установки під дією збурень пов'язаних із змінами якісних показників;
- мінімізація енерговитрат на одиницю продукції;
- оптимізація критеріїв роботи підсистем БРУ;
- контролю теплотехнічних параметрів, визначених правилами техніки безпеки та технологічним регламентом установки.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Мандельштейн М.Л.* Автоматические системы управления технологическим процессом брагоректификации / М.Л. Мандельштейн. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 240 с.
2. *Поляк Б.Т.* Робастная устойчивость и управление / Б.Т. Поляк, П.С. Щербаков. — М.: Наука, 2002. — 303 с.
3. *Смітюх Я.В.* Автоматизоване управління брагоректифікаційною установкою на основі сценарного підходу: дис.. к.т.н. / Я.В. Смітюх; Національний університет харчових технологій. — К.: НУХТ, 2007. — 282 с.
4. *Стабников В.Н.* Ректификация в пищевой промышленности. Теория процесса, машины, интенсификация / В.Н. Стабников, А.П. Николаев, М.Л. Мандельштейн. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 232 с.

Науковий керівник: А.П. Ладанюк

4. РОЗРОБКА ЛОГІЧНОЇ ПІДСИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАПІВНЕПЕРВНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОЩУВАННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ

Ю.О. Чорна

Національний університет харчових технологій

Мікробіологічний процес вирощування хлібопекарських дріжджів відбувається в апараті для товарного вирощування хлібопекарських дріжджів (АВХД), який функціонує в напівнепервному режимі. Напівнепервний режим складається з наступних стадій: завантаження, накопичення, відбору, дозрівання, спорожнення та чищення [1]. Стадії накопичення та відбору являються основними, при чому стадія відбору здійснюється в безперервному режимі функціонування. Стадія чистки включає мийку та дезінфекцію апарата.

Апарат для вирощування хлібопекарських дріжджів характеризується наступними потоками: меляси (маса m_m , команда на зміну положення $u1$), сірчаноокислого амонію (маса m_{ca} , команда на зміну положення $u2$), діафоній фосфату (маса m_{df} , команда на зміну положення $u3$), аміачної кислоти (витрата $G_{a.6}$, команда на зміну положення $u4$), стиснутого повітря для подачі сірчаної кислоти (витрата стиснутого повітря $G_{c.n}$, команда на зміну положення $u13$), засівних дріжджів (об'єм V_{zd} , команда на зміну положення $u5$), дезінфікуючого розчину (витрата $F_{dz.p}$, команда на зміну положення $u6$), води (об'єм V_6 , команда на зміну положення $u7$), олейової кислоти (витрата $G_{o.k}$, команда на зміну положення $u8$), повітря на аерацію культурального середовища (витрата F_n , команда на зміну положення $u9$), холодної води для охолодження апарату (витрата $G_{x.6}$, команда на зміну положення $u10$), відтоку біомаси до відбіркового

апарату (витрата Q_{e1} , команда на зміну положення $u11$, витрата Q_{e2} , команда на зміну положення $u12$).

Математична модель АВХД має складну логіко – динамічну систему. Логічна підсистема описує логічні умови переходу від стадії до стадії та команд, по яких відбувається даний перехід, а динамічна підсистема описує реакцію об'єкта на ці команди [2]. Логічна підсистема АВХД товарної стадії представлена у вигляді табличної параметричної логіко-динамічної моделі, де використовуються наступні позначення: p_1, p_2, \dots — логічні умови; u_1^1, u_2^1, \dots — команди на відкриття клапанів подачі меляси та сірчаноокислого амонію; u_1^0, u_2^0, \dots — команди на закриття клапанів подачі меляси та сірчаноокислого амонію; A_1, A_2, \dots — позиційні оператори; m_m, m_{ca}, m_{of} — маси відповідно меляси, сірчаноокислого амонію, діамоній фосфату; $V_{zd}, V_e, V_1, V_2, \dots$ — об'єми відповідно засівних дріжджів стадії Б, води та об'єми на певних стадіях; $D^{\tau 1}(u_1), D^{\tau 2}(u_2), \dots$ — відповідно функції затримки на час $\tau 1$ після відкриття клапана u_1 , функція затримки на час $\tau 2$ після відкриття клапана u_2 .

Для моделювання напівнепервного режиму використовується уніфікована мова моделювання UML, в якій за допомогою діаграм відображаються уявлення про модель [3]. На даний час в термінах UML застосовують біля 10 видів діаграм. З них використовуються тільки ті, з допомогою яких у подальшому можна буде синтезувати алгоритм логічного управління АВХД.

Діаграма класів показує структуру системи, що складається з наступних компонентів: це сам апарат для вирощування хлібопекарських дріжджів Apparatus та контролер – Controller. Так як даний апарат є багатостадійний, то кожна стадія має представлена наступними компонентами: Part 0_Control – завантаження; Part 1_1_Control, Part 1_2-1_6_Control, Part 1_7_Control – накопичення (надходження компонентів на початку першої години, з другої по шосту та на початку сьомої години); Part 2_Control – відбору; Part 3_Control – дозрівання; Part 4_Control – вивантаження; Part 5_1_Control, Part 5_2_Control – чищення (містить мийку та дезінфекцію апарата).

Для опису логічного управління АВХД використовуються наступні діаграми: діаграма взаємодії та діаграма діяльності.

Діаграма діяльності показує часову послідовність переходів між стадіями біотехнологічного процесу, що реалізуються за допомогою повідомлень, якими вони обмінюються. Кожне повідомлення показується суцільною лінією зі стрілкою на кінці та містить перелік операції, що здійснюються в даний момент часу.

Діаграма діяльності використовується для опису зміни стану об'єкта, а перехід від дії до дії здійснюється при виконанні умов переходу, які записуються у квадратних дужках. Дана діаграма представлена для класу Controller.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белькович Е.С. Практическое моделирование динамических систем / Е.С. Белькович, Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сенченко. — СПб.: БХВ — Петербург, 2002.

2. Плевако Е.А. Технология дрожжей / Е.А. Плевако. – М.: «Пищевая промышленность», 1970. — 178 – 188 с.

3. Трегуб В.Г. Автоматизация периодических процессов в пищевой промышленности / В.Г. Трегуб. — К.: Техніка, 1982. — 18 – 19 с.

Науковий керівник: В.Г. Трегуб

5. ПОБУДОВА БАЗИ ЗАНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ОНТОЛОГІЙ ДЛЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ПІДХОДУ

Є.С. Проскурка

Національний університет харчових технологій

Головним компонентом експертної системи є база знань. База знань вміщує в себе знання про предметну область, в нашому випадку знання про технологічний об'єкт. Існують багато різних методів представлення знань про предметну область. Серед цих методів набирає популярність метод представлення знань за допомогою онтології.

Онтологія — формально явний опис поняття в аналізованій предметній області (класів, іноді їх називають поняттями), властивостей кожного поняття, що описують різні властивості і атрибутів поняття (слотів (іноді їх називають ролями чи властивостями)), і обмежень, накладених на слоти (фацетов, іноді їх називають обмеженнями ролей).

Онтологія описує основні концепції (положення) предметної області і визначає відносини між ними.

Онтологія представляється моделлю наступного виду [1]:

$$O = \langle X, A, \Phi \rangle \quad (1)$$

де X — кінцева множина концепцій (понять, термінів) предметної області, яку представляє онтологія O ; A — кінцева множина відносин між концепціями (поняттями, термінами) заданої предметної області; Φ — кінцева множина функцій інтерпретації (аксіом) заданих на концепціях онтології O .

Онтологія повинна складатися з наступних блоків:

Класів та їх властивостей (classes, properties).

Властивостей кожної концепції, що описують різні функціональні можливості і атрибути концепції (слоти (slots), іноді так звані ролі).

Обмеження по слотам (також відомих як аспекти / грані (slot facets), іноді звані обмеження ролей).

Так, до онтологій можна віднести ряд структур, що відрізняються різним ступенем формалізованості:

Глосарій — це словник, що пояснює маловідомі слова, як правило, у рамках однієї тематики.

Проста таксономія — це тип керованого словника, що має ієрархічну структуру починаючи від простих та закінчуючи складними поняттями.

Тезаурус (таксономія з термінами) — це словник якому слова, що належать до яких-небудь областей знань, розташовані по тематичному принципу і показані семантичні відносини між лексичними одиницями.

Однак у цих структурах не завжди представлені всі складові онтології. Створення онтології включає в себе наступні кроки:
Визначення класів в онтології.
Організацію класів в деяку ієрархію (базовий клас → підклас).
Визначення слотів та їх допустимих значень.
Заповнення значень слотів для екземплярів класів.
Онтологія разом із набором індивідуальних екземплярів класів утворює базу знань [2].

Для побудови онтологій розроблено багато програмного забезпечення. Серед розроблених програмних засобів для побудови онтологій особливою популярністю користується програмне забезпечення Protégé. За допомогою плагіна (plug-in) CLIPStab, який можливо додати в програмний засіб Protégé, з'являється змога конвертувати побудовану онтологію для використання в експертній системі, що побудована за допомогою мови програмування експертних систем CLIPS.

Було проаналізовано предметну область — ділянка брагоректифікації на спиртовому заводі. Після детального аналізу була побудована онтологія предметної області, яка в подальшому буде використовуватися для створення бази знань в експертній системі для управління технологічним об'єктом на основі прецедентного підходу.

Також побудована онтологія включає в себе прецеденти по управлінню технологічним об'єктом, які були виявлені під час аналізу часових рядів, що отримані з спиртового виробництва.

Отримана онтологія разом з прецедентами дає змогу змоделювати управління брагоректифікаційною установкою по прецедентам за допомогою програмного засобу jCOLIBRI.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гаврилова Т.А.* Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский // СПб.: Питер, 2000. — 384 с.
2. *Муромцев Д.И.* Онтологический инжиниринг знаний в системе Protégé. [Текст] / Д.И. Муромцев // СПб: СПб ГУ ИТМО, 2007. — 62 с.

Науковий керівник: В.Д. Кишенько

6. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ ВИРОБНИЧИМИ ПРОЦЕСАМИ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Є.А. Сухіна

Національний університет харчових технологій

На сучасному етапі економічного розвитку країни на першому місці постає питання підвищення ефективності виробництва, покращення якості продукції і росту продуктивності праці на основі прискорення впровадження досягнень науки та техніки. В харчовій промисловості постійно вдосконалюється техніка і технологія виробництва шляхом впровадження прогресивних технологічних схем, нового виду обладнання та передового досвіду. За умов жорсткої конкуренції для підприємств

пивної галузі є важливим знижувати собівартість продукції шляхом скорочення тривалості періодичних процесів із дотримання заданих показників якості.

Ціллю даного дослідження є знаходження оптимальних значень основних параметрів в варочному відділенні пивного заводу, а саме: температури в заторних чанах та сусловарочному апараті; час перебування продукту в заторних чанах, фільтраційному апараті та сусловарочному апараті. При скороченні часу протікання періодичних процесів та найбільш точному температурному режиму (що в свою чергу призведе до зменшення часу перебування в апаратах) — збільшиться продуктивність лінії, а отже і заводу в цілому.

Для вирішення проблем пошуку оптимальних значень, використовуються алгоритми, засновані на градієнтних і переборних методах. Ці алгоритми є оптимізаційними і використовуються, коли потрібна обробка значного об'єму даних з мінімальними витратами часу на обчислення.

Переборний метод є найпростішим. Для пошуку оптимального рішення (максимум цільової функції) потрібно послідовно обчислити значення функції у всіх точках. Недоліком даного методу є велика кількість обчислень.

Іншим способом є градієнтний спуск. Обираємо випадкові значення параметрів, а потім значення поступово змінюють, досягаючи найбільшої швидкості зросту цільової функції. Алгоритм може зупинитись, досягнувши локального максимуму. Градієнтні методи швидкі, але не гарантують оптимального рішення (оскільки цільова функція має декілька максимумів).

Не завжди можна використати традиційні методи для пошуку оптимальних значень. Тому, комбінуючи переборний і градієнтний методи, можна отримати рішення, точність якого буде зростати зі збільшенням часу розрахунку. Генетичний алгоритм уявляє собою комбінацію переборного та градієнтного методів. Механізми схрещування і мутації у сенсі реалізують переборну частину методу, а відбір кращих рішень — градієнтний спуск.

Простий генетичний алгоритм випадковим чином генерує початкову популяцію структур. Робота генетичного алгоритму уявляє собою ітераційний процес, що продовжується доти, поки не виконається вибраний критерій зупинки. В кожному поколінні генетичного алгоритму реалізується відбір пропорційно пристосованості, одноточковий кросингвер і мутація. Спочатку, пропорційний відбір призначає кожній структурі імовірність рівну відношенню її пристосованості до сумарної пристосованості популяції. Потім відбувається відбір (із заміщенням) усіх особин для подальшої генетичної обробки, відповідно до величин.

При такому відборі члени популяції з більш високою пристосованістю з більшою імовірністю будуть частіше вибиратися, ніж особи з низькою пристосованістю. Після відбору, деяка кількість обраних особин випадковим чином розбиваються на пари. Для кожної пари з деякою імовірністю може застосовуватися кросингвер. Якщо кросингвер не відбувається тоді незмінені особини переходять на стадію мутації, якщо кросингвер відбувається, отримані нащадки замінюють собою батьків і переходять до мутації.

Тобто, якщо на деякій множині задана складна функція від декількох змінних, тоді генетичний алгоритм є програмою, яка за розумний час знаходить точку, де значення функції знаходиться достатньо близько до максимально можливого значення. Обираючи прийнятний час розрахунку, отримуємо одне з кращих рішень, які можна отримати за цей час. Доцільність використання генетичних

алгоритмів при пошуку оптимальних значень змінних підтверджується швидкістю його роботи та тим, що вони моделюють природну еволюцію в просторі параметрів, що оптимізуються, а не в просторі параметрів алгоритму пошуку.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Ермолаева Г.А.* Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков / Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева; — М.: «Академия», 2000 — 416 с.
2. *Гладков Л.А.* Генетические алгоритмы / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик; — М.: Физматлит., 2006. — 320 с.
3. *Рутковская Д.* Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский, Пер. с польск. И.Д. Рудинского; — М.: Горячая линия Телеком, 2006. — 452 с.
4. *Панченко, Т.В.* Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / под ред. Ю.Ю. Тарасевича. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. — 87 с.

Науковий керівник: І.В. Ельперін

7. АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ КОТЕЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

О.О. Пальчик

Національний університет харчових технологій

Однією з найактуальніших глобальних проблем людства є проблема енергозбереження, яка тісно пов'язана з проблемою ефективного і раціонального використання палива. Звичайно, в складній проблемі енергозбереження мають місце і інші актуальні завдання організаційного плану, наприклад, дуже важливими є питання стандартизації, нормування, оцінки ефективності і т.ін. Але все таки ключовим моментом енергозбереження є саме підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів. При цьому слід мати на увазі, що коли ми говоримо про технології, то потрібно брати до уваги різні фізико-хімічні процеси, які є невід'ємною найважливішою складовою практично всіх технологій. Нерідко саме на фізико-хімічні процеси витрачається найбільша кількість енергії в енерготехнологіях. Характерним прикладом в цьому відношенні є процеси горіння.

Втрати енергетичного палива значною мірою залежать від досконалості його спалювання. Разом з конструкцією топкового пристрою і режимом роботи котла, ефективність процесу горіння залежить від якості роботи систем автоматичного регулювання подачі палива і повітря в топку парового котла.

У більшості котельних установок, що використовуються в даний час, оптимізація режиму горіння забезпечується шляхом підтримки співвідношення тиску палива і повітря відповідно до режимної карти. Такий спосіб є недостатньо ефективним, адже він не дозволяє вести облік зміни температури і вологості повітря, теплотворної здатності і температури газу і ряду інших зовнішніх чинників. У зв'язку з цим, при складанні режимних карт допускають наявність значного надлишку повітря, щоб ні за яких умов не допустити виникнення хімнедопалу. В результаті, в деяких режимах кількість повітря перевищує оптимальне в 1,5...2 рази, що збільшує витрату

електроенергії на дуття і приводить до необхідності нагріву повітря, що надходить надміру, тобто, до додаткової витрати палива.

Сучасні автоматичні системи оптимізації співвідношення «паливо-повітря» побудовані з використанням стаціонарних газоаналізаторів, які ведуть процес регулювання по величині вмісту кисню в димових газах. На деяких типах котлів ці системи регулювання передбачені проектною документацією у обов'язковому порядку. Проте ці системи, як правило, не працюють в режимі регулювання, а газоаналізатор використовується в моніторинговому режимі, що обумовлено рядом причин:

- концентрація кисню в димових газах залежить не тільки від інтенсивності дуття, але від інших умов експлуатації (неконтрольований підсос повітря, зміна характеристик пальників, зміна теплотворної здатності і виду палива, коливання вологості повітря), що в свою чергу знижує ефективність роботи системи з регулюванням по величині змісту кисню;

- обмежене розповсюдження контролерів, що мають стійкі (надійні) алгоритми роботи з газоаналізаторами. Багато хто в розроблених алгоритмах регулювання не враховує перехідні процеси в топці при зміні потужності.

Вивчення процесу горіння показує, що при нестачі кисню з'являється різке підвищення концентрації CO. Відповідно, система регулювання процесу горіння, заснована на вимірюванні концентрації CO, володітиме більшою чутливістю до зміни характеристик горіння. Регулювання зводиться в цьому випадку до підтримки режиму на межі хімнедопалу, не допускаючи при цьому скільки-небудь значної перевитрати палива.

Застосування вищезгаданого методу, до теперішнього часу, стримувалося відсутністю досить надійного, простого і швидкого способу вимірювання концентрації оксиду вуглецю. Екстрактні системи для відбору і подальшого охолодження проби з виконанням вимірювань концентрації по поглинанню в ІЧ-області спектру, або з виконанням вимірювань електрохімічним методом, вимагали значних витрат часу, були складні в експлуатації, вимагали постійного контролю системи видалення конденсату і пилу. Спроби використовувати для вимірювання нерівноважні електрохімічні методи виявилися невдалими внаслідок нестабільності характеристик датчиків і неможливості виключити вплив параметрів аналізованого середовища (температури, вологості, складу газу).

Найбільш ефективним напрямком з погляду економії енергоресурсів є оптимізація процесу горіння, а точніше, роботи регулятора співвідношення, який фактично напряму пов'язаний з витратою палива. Адже, саме завдяки досягненню оптимального співвідношення «паливо-повітря», при якому паливо буде згорати повністю й не буде надлишку повітря, можна досягти економії, яка складається не лише з витрат палива, а й енергоресурсів, які затрачаються на роботу вентилятора та димососа. Одночасно з цим зменшаться й викиди шкідливих продуктів горіння в атмосферу, а саме оксидів азоту та вуглецю.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Субботін С.О.* Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник / С.О. Субботін; Запорізький нац. технічний університет. — З.: ЗНТУ, 2008. — 341 с

2. *Берн Э.* Автоматизация котлоагрегатов: [Електрон. ресурс]. — Режим доступ: <http://www.svaltera.ua/PHINO/BERN/>.

Науковий керівник: І.В. Ельперін

8. LE PROCESSUS DE PRISE DE DECISION DANS LE PILOTAGE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

K. Gilbert

Université nationale des technologies alimentaires

Au cours des dernières décennies, l'amélioration des performances des systèmes de production s'est principalement appuyée sur un perfectionnement des équipements agissant directement sur l'écoulement des flux de matières. Cela a été possible grâce à l'amélioration des techniques issues des domaines de l'automatique et de la productique. Dans le cadre de la gestion de la qualité, du point de vue industriel, la qualité est une cible dont les critères sont précisément fixés par rapport à des standards (des normes). La qualité industrielle est le résultat d'un processus de production ou de servuction qui à toutes ses étapes (conception, mise en œuvre, contrôle, amélioration — voir PDCA) obéit à un «cahier des charges» permettant d'atteindre et de maîtriser le niveau souhaité.

En effet les rôles de l'humain se déplacent des tâches opérationnelles vers celles de surveillance et de décision: anticipation, surveillance, détection, prévention et traitement des problèmes. Ces problèmes concernent désormais l'aide à la décision dans le pilotage, la surveillance ou la reconfiguration des systèmes de production en cas de perturbation. Cependant, le comportement d'un équipement de production est aussi conditionné par les caractéristiques du système qui en assure le contrôle [GRI01]. Pour atteindre notre but, nous serons donc amenés à aiguiller nos décisions pour un bon fonctionnement des systèmes de production en vue de l'obtention d'une meilleure qualité.

Cinq cas de perturbation peuvent être élucidés dans les systèmes de production:

- Disponibilité des ressources internes (machines indisponibles, etc.);
- Approvisionnement (retards de livraison, etc.);
- Demande (succès surprenant d'un produit, etc.);
- Information (erreurs dans la retranscription de données, etc.);
- Décision (données mal prises en compte, etc.).

Nous incluons également dans cette notion de perturbation les pannes et les autres indisponibilités de ressources. Ainsi, lors de la perturbation, la toute première étape consiste à détecter cette perturbation et en informer le plus rapidement possible le pilote de la ligne qui, à son tour, a pour rôle d'élaborer un diagnostic. La définition de diagnostic dans notre cas est celle proposée par [M3VA]: Le diagnostic est une évaluation de la Performance effectuée en fonction de faits, d'analyses et d'observations qui sont comparés ensuite en relatif et en absolu (Benchmarking) en fonction de l'expérience de l'expert en charge de cette mission. Les auteurs précisent que la qualité d'un bon diagnostic se mesure évidemment dans la pertinence du compte rendu de diagnostic.

Notre prise de décision se résumera ainsi:

- Détection de conditions anormales: l'entité détecte, par un ensemble de capteurs et/ou d'indicateurs de performance, une déviation entre le comportement attendu du système et le comportement réel;
- Recherche de données explicites: l'entité liste l'ensemble des données spécifiant explicitement la perturbation;
- Identification de l'état du système: agrégation des données issues du système étudié permettant l'analyse de son état actuel par l'entité. Ces trois étapes constituent la phase de diagnostic du système;
- Préviation de l'évolution du système: pronostic sur l'impact des stratégies correctives envisagées sur le comportement du système;

– Interprétation des conséquences sur les objectifs du système et Évaluation en relation avec les contraintes du système: remise en cause des objectifs globaux du système dans la définition d'une solution;

– Définition de la tâche et Formulation de la procédure : procédure d'application de la solution retenue sur le système.

Ces méthodes et procédures garantissent l'adéquation la plus parfaite possible entre les intérêts bien compris du décideur, les ressources disponibles et les contraintes existantes. L'aide à la décision consiste ici à enrichir ces informations et ces connaissances, principalement au moyen d'outils qui cette fois ne prennent pas pour objet les buts et les préférences du ou des décideurs mais le comportement du système lui-même et la façon dont il est susceptible de réagir aux actions envisagées.

Grace à ce système d'analyse et de synthèse des données opérationnelles, nous pouvons évaluer la performance de l'entreprise et en assurer son pilotage.

REFERENCES

1. [GRI-01] A. Grieco, Q. Semeraro, T. Tolio — *A review of different approaches to the FMS loading problem* — The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, vol. 13, p.361 – 384, 2001.

2. 2-<http://www.m3va.fr/diagnostic-fr85.html>.

Superviseur: I.V. Elperin

9. ВАЛІДАЦІЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

В.О. Рябцев

Національний університет харчових технологій

Одним з обов'язкових елементів системи забезпечення якості є валідація систем управління виробничими процесами та методик контролю якості. До систем управління технологічними процесами харчової промисловості ставляться високі вимоги, тому процеси систем та валідації процесу являються найскладнішими і найбільш тривалими з усіх процесів валідації, що проводяться на виробництві рис 1.

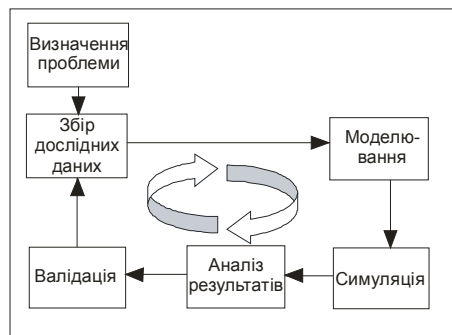


Рис. 1 Огляд підходу оцінки системи управління

Знаходження системи управління в роботі, а не в обслуговуванні в потрібний момент часу є необхідною, але недостатньою умовою для виконання нею завдання. Для виконання завдання система управління повинна мати ще й відповідну якість.

Порушення якості системи управління може бути викликана відхиленням від норми будь-якої з її характеристик, що впливають на виконання завдання, або наявністю невиявлених викривлень інформації. Отже, класами станів якості являються класи технічних або інформаційних станів.

Для забезпечення високої вірогідності виконання завдання системою управління необхідно зберігати в процесі експлуатації її якість, тобто здатність виконувати закладені функції. Ефективне управління якістю системи управління може бути здійснене на основі точної і своєчасної інформації.

Мета валідації (відповідних функціональних випробувань систем управління) полягає в підтвердженні:

- правильності функціонування систем управління;
- відповідності систем управління вимогам до функціональних і експлуатаційних властивостей, а також вимогам до інтерфейсів.

Валідацію систем управління необхідно проводити згідно з окремим планом валідації (або відповідним розділом плану проведення робіт з верифікації та валідації). Результати випробувань систем управління повинні бути документально оформлені у вигляді звіту про валідацію. Фактично, звіт про валідацію допустимо представляти у вигляді комплексу документів, який складатиметься з програм-методик випробувань та протоколів за результатами проведених випробувань. При цьому звіти про валідації мають бути представлені у вигляді, який дозволяє перевірити їх особам, які безпосередньо не брали участь у процедурі валідації.

Для зручності проведення валідаційних випробувань, їх доцільно розділяти на:

- автономні випробування розроблювальної системи управління з використанням універсального випробувального і налагоджувального обладнання;
- автономні випробування розроблювальної системи управління з використанням спеціалізованого тестового обладнання;
- комплексні випробування системи управління, що проводяться в умовах стендових і полігонних фрагментів обчислювальних систем;
- автономні і комплексні випробування системи управління в процесі пусконаладжувальних робіт.

Прийнятно-здавальні та приймальні випробування розроблювальної системи управління повинні включатися до складу валідаційних випробувань або як самостійні випробування, або у вигляді частини одного з типів випробувань, перерахованих вище.

При наявності розумної оцінки кількості помилок на етапах тестування можна визначити об'єм робіт і момент його завершення. За відомої оцінки помилок, що залишились у системі, можна оцінити затрати на її супровід.

ЛІТЕРАТУРА

1. ANSI/ANS10.4. Руководящие указания по аттестации и верификации научных и инженерных программ для атомной промышленности.

2. *Верификация* и валидация программных средств управляющих систем, важных для безопасности атомных станций. Общие требования. Руководящий документ. 58413824.23512.001-390.РД-01-2002.М.

3. ГОСТ 34.601. Автоматизированные системы стадии создания.

4. *Мирошник А.О.* Вопросы верификации и валидации программно технических комплексов в составе систем управления и защиты реакторов ВВЭР / А.О. Мирошник // Труды НПП ВНИИЭМ. — М., 2004. — Т. 101. — С. 109 – 116.

Науковий керівник: В.М. Сідлецький

10. РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЗИЦІЙНОГО ТА АНАЛОГОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ

В.В. Полупан

Національний університет харчових технологій

Лабораторний стенд призначений для виконання лабораторних робіт з дисципліни: «Автоматизація виробничих процесів».

Стенд складається з об'єкта та пристрою керування (автоматичного регулятора) і допоміжних пристроїв. Стенд дозволяє досліджувати роботу позиційного та аналогових — пропорційного (П), пропорційно-інтегрального (ПІ), пропорційно-диференціального (ПД) та пропорційно-інтегрально-диференціального (ПІД) регуляторів.

У якості автоматичного регулятора використано малоканалний багатофункціональний мікропроцесорний контролер МІК-51.

Об'єкт керування реалізовано за допомогою програми у мікропроцесорному контролері МІК-51 у вигляді спрощеної математичної моделі теплообмінного апарату.

Структурна схема обміну даними між комп'ютером та регулятором приведена на рис. 1.

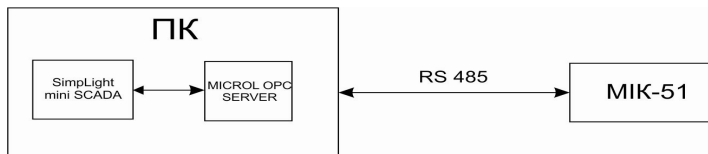


Рис. 1 Структурна схема обміну даними між комп'ютером та регулятором

Мікропроцесорний контролер підключається до комп'ютера за допомогою інтерфейсу RS-485. Всі сигнали які надходять від контролера обробляються за допомогою MICROL OPC SERVER (OLE for Process Control) — програмної технології, що представляє єдиний інтерфейс для управління об'єктами автоматизації та технологічними процесами. OPC Server в свою чергу обмінюється даними з програмним пакетом SimpLight mini SCADA, призначенням якого є розробка та забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки, відображення і архівування інформації про об'єкт моніторингу або управління.

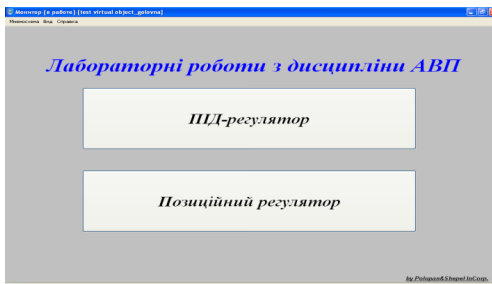


Рис. 2. Стартове вікно програмування контролера опис роботи стенду

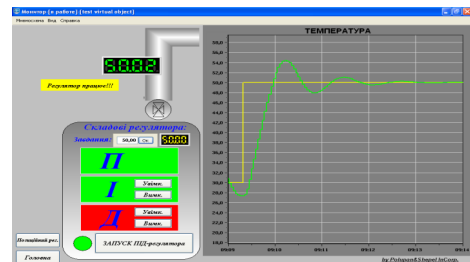


Рис. 3. Зразок інтерфейсу дослідження аналогового регулювання

При увімкненні стенду на моніторі персонального комп'ютера буде виведено стартове вікно (рис. 2) на якому користувачеві пропонується обрати одну з двох лабораторних робіт: дослідження ПІД регулятора та дослідження позиційного регулятора. В інтерфейсі програми для дослідження ПІД регулятора (рис. 3) відображається:

– Головний тренд — на якому відображається поточне та задане значення температури.

– Вікно конфігурування регулятора — де можна вмикати та вимикати складові ПІД регулятора.

Програмування контролера відбувається у середовищі ALFA на мові FBD (Function Block Diagram). При програмуванні використовуються набори із бібліотечних блоків, а також власні блоки, написані на FBD або іншій мові. Об'єкт керування реалізовано за допомогою функціонального блоку FILTER. Його передаточна функція:

$$W(p) = \frac{1}{\text{TIME} \cdot p + 1} \quad (1)$$

де TIME — постійна часу фільтра.

Фрагмент програми на мові FBD для дослідження ПІД регулятора з віртуальним об'єктом представлено на рис. 4.

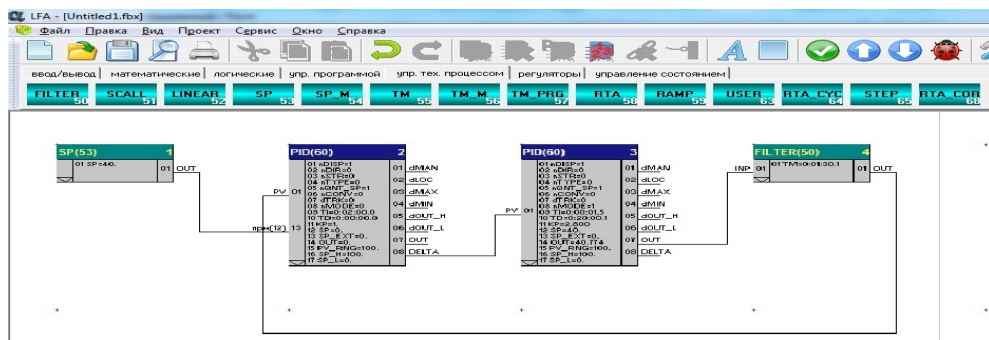


Рис. 4. Фрагмент програми на мові FBD

Отже лабораторний стенд має такі характеристики:

- Реалізація позиційного та аналогових законів (П, ПІ, ПД, ПІД) регулювання.
- Верхня межа регульованої температури обмежена на рівні 60°C
- Нижня межа температури визначається температурою навколишнього середовища.
- Можливість моніторингу та реєстрації даних в режимі реального часу.
- Зручний, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ельперін І.В. Промислові контролери: НУХТ — К., 2003. — 320 с.
 2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування: НУХТ — К., 2004. — 184 с.
- Науковий керівник: В.М. Сідлецький**

11. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ВИКОНАВЧОГО МЕХАНІЗМУ ТИПУ МЕО НА ЛАБОРАТОРНІЙ УСТАНОВЦІ УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОВИМ ОБ'ЄКТОМ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРО- ПРОЦЕСОРНОГО КОНТРОЛЕРА МІК-51

Я.О. Шепель

Національний університет харчових технологій

Лабораторний стенд розроблений для наукового представлення застосування електричних виконавчих механізмів в системах управління технологічними процесами. Даний лабораторний стенд дозволяє проводити навчання студентів вищих навчальних закладів з метою вивчення електричних виконавчих механізмів з різними видами управління.

Реалізовані системи управління виконавчими механізмами можливо впроваджувати на різних ділянках харчової промисловості, наприклад для змішування сумішей, лінії транспортування, фасування тощо. Даний стенд складається з асинхронних двигунів, частотного перетворювача, задавача, реверсивного магнітного пускача, крокового двигуна, драйвера для управління кроковим двигуном.

В даній роботі організовано керування виконавчим механізмом МЕО за допомогою мікропроцесорного контролера МІК-51, а також зчитування інформації з нього, по протоколу MODBUS, і виведення її на монітор SCADA програми.

Запрограмований контролер подає керуючі сигнали безпосередньо на виконавчий механізм, а останній, в свою чергу, впливає на регулюючий орган, який встановлено в перерізі труби теплового об'єкту. Для реалізації зчитування/запису регулюючих сигналів використовується персональний комп'ютер і інтерфейс контролера. Зв'язок контролера з комп'ютером було реалізовано за допомогою перетворювача USB\RS-485 та програмного за безпечення MICROL OPC SERVER по протоколу передачі даних MODBUS. Порядок підключення пристроїв показано на рис. 1.

В даній роботі організовано керування виконавчим механізмом МЕО за допомогою мікропроцесорного контролера МІК-51, а також зчитування інформації з нього, по протоколу MODBUS, і виведення її на монітор SCADA програми.

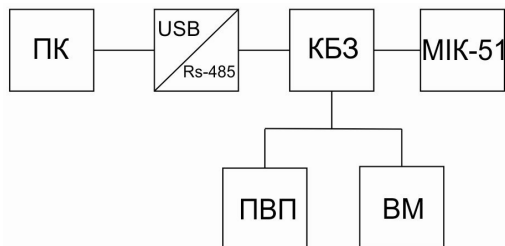


Рис. 1. Порядок підключення пристроїв:

ПК — персональний комп'ютер; USB\RS-485 — перетворювач;
КБЗ — клемно-блочний з'єднувач; ПВП — первинний вимірювальний
перетворювач термометр опору РТ100; ВМ — виконавчий механізм типу МЕО;
МІК-51 — мікропроцесорний контролер

В якості апаратної частини використовуються такі прилади:

– Виконавчий механізм МЕО (Механізм електричний одно оборотний);

- Термометр опору (ТО) типу РТ100 (0...100 °С);
- Мікропроцесорний контролер фірми МІКРОЛ МІК-51;
- Клемно-блочний з'єднувач фірми МІКРОЛ.

Виконавчий механізм і термометр опору підключено до клемно-блочного з'єднувача мікропроцесорного контролера МІК-51.

Програму роботи МПК, в якій реалізований ПІД-закон регулювання, створено на мові функціональних блоків FBD, в програмному середовищі ALFA.

Для відображення/зміни параметрів контролера створено інтерфейс SCADA-програми в програмному середовищі SIMPLIGHT, реалізовано обмін даними програми контролера з інтерфейсом SCADA-програми з допомогою OPC-сервера фірми МІКРОЛ.

По замовчуванню регулювання температури відбувається по ПІД-закону регулювання, змінюючи параметри (K_p , T_i , T_d) складових регулятора або відмикаючи їх, можна досліджувати різні види перехідних процесів, змінюючи при цьому завдання. представлена панель керування ПІД-регулятором.

Таким чином, було розроблено алгоритм керування виконавчим механізмом МЕО. На базі алгоритму розроблено програму керування, і відображення параметрів на SCADA програмі. Проведені випробування показали, що розроблений комплекс дозволяє імітувати реальні перехідні процеси в об'єкті.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Ельперін І.В.* Промислові контролери: НУХТ — К., 2003. — 320 с.
2. *Ладанюк А.П.* Теорія автоматичного керування: НУХТ — К., 2004. — 184 с.
3. *Програмний пакет Редактор FBD-программ ALFA: УКРАИНА, г. Ивано-Франковск.*
4. *Руководство по эксплуатации МИК-51 часть 1.*
5. *Руководство по эксплуатации МИК-51 часть 2.*

Науковий керівник: В.М. Сідлецький

12. ІЄРАРХІЧНА ДЕКОМПОЗИЦІЯ ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Ю.А. Іщенко

Національний університет харчових технологій

Система управління є ієрархічною (багаторівневою), так як в її структурі є підсистеми різних рівнів, що знаходяться між собою у відносинах супідрядності (наприклад, керування виробництвом включає управління окремими цехами, до складу яких входять виробничі ділянки, утворюючи тим самим тривірневу систему управління).

Основний методологічний прийом розробки сучасних традиційних АСУ ТП — це послідовне формування структурних рішень. Загальноновизнаною процедури (методики) їх розробки, що визначають сутність АСУ на сьогодні не існує.

При використанні системного аналізу для задач синтезу та аналізу складних систем управління використовують класифікацію систем по рис. 1:

- виду об'єкта — технічні, біологічні, організаційні та ін;
- науковим напрямком — математичні, фізичні, хімічні й ін;

- виду формалізації — детерміновані, стохастичні;
- типом — відкриті та закриті;
- складності структури і поведінки — прості і складні;
- ступеня організованості — добре організовані, погано організовані (дифузні), з самоорганізацією.

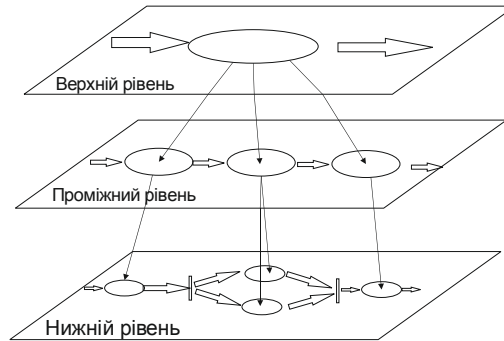


Рис. 1. Декомпозиція складної системи

Системний підхід до створення автоматизованих технологічних комплексів (АТК) та комп'ютерно-інтегрованих систем управління (КІСУ)

Властивість ієрархічності припускає також, що кожна система входить як складова частина в систему більш високого рівня, а її частини можуть розглядатися як самостійні системи. Ієрархічна побудова системи забезпечує її підвищену стійкість до зовнішніх впливів, сприяє локалізації конфліктів, що виникли між окремими елементами системи, і узгодить окремі цілі елементів і підсистем із загальними цілями всієї системи.

У цьому випадку розглядаються рівні ієрархії: типовий технологічний процес, дільниця, цех, виробництво (завод), підприємство чи управління апаратом рис. 2.

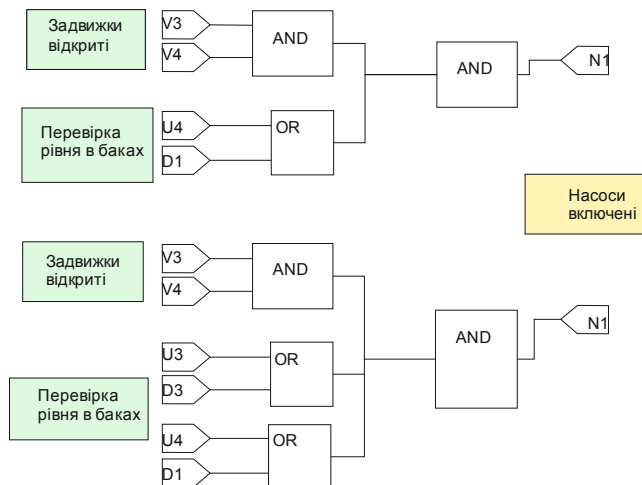


Рис. 2. Ієрархія в системі керування

Автоматизований технологічний комплекс включає дві основні частини: об'єкт і система керування. Особливістю системного підходу є формування структури і характеристик об'єкта, а також синтез системи управління для сформованого об'єкта. Це стосується комплексу завдань, зокрема виділення підсистем, визначення точок-джерел інформації, керуючих впливів, оцінки якості процесу функціонування і т.д.

Головна особливість системного підходу при аналізі і синтезі складних систем — необхідність ітерацій, тобто повторення етапів, процедур і операцій з новими даними.

Аналогічний підхід використовується при аналізі та синтезі КІСУ з урахуванням таких особливостей: визначення кількості та рівнів робочих місць, кількості та рівнів обчислювальних мереж.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Прангшивили И.В.* Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: СИНТЕГ, 2000. – 528 с.

Науковий керівник: В.М. Сідлецький

13. СТАТИЧНІ ТА ДИНАМІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ В ІЄРАРХІЇ УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

С.В. Качан

Національний університет харчових технологій

Можна виділити різні ознаки технологічних комплексів як складних систем, але головними є ті, які характеризують як деякі кількісні сторони, наприклад, кількість елементів, так і якісні. Відомий підхід, коли складною системою (СС) називають таку, математичні моделі якої можна описати, принаймні, двома способами (детерміновані та стохастичні, теоретико-імовірнісні і т.д.). Для ТК при характеристиці їх як СС виділяють такі ознаки: кількість підсистем, особливо це має значення для безперервних ТК. Ці підсистеми, пов'язані між собою складними структурними та функціональними відносинами; можливість управління підсистемами на основі різних критеріїв оптимальності; існування для підсистем задач оперативної оптимізації та необхідність координації роботи підсистеми; наявність ієрархічної структури; необхідність врахування автономності підсистем.

Аналіз ТК як складних систем передбачає визначення та оцінку їх структури, оцінку матеріальних та енергетичних потоків, формування необхідних інформаційних визначень, що дає можливість визначити структуру управління. При побудові автоматизованих ТК визначається кількість підсистем, розташування точок отримання інформації, розташування пунктів управління та технічна реалізація системи.

Класифікація ТК харчової промисловості може виконуватися за наступними ознаками: по продуктивності: потужні, середньої потужності і малопотужні (або продуктивні). У промисловості все більше застосовуються технологічні апарати великої одиничної потужності, які можуть замінити групу апаратів. При цьому виділяється середня продуктивність, а потужні і малопотужні повинні відрізнятися в два і більше разів; за способом функціонування: безперервні, неперервно-періодичні, неперервно-циклічні та періодичні; за кількістю

виконуваних функцій: одно-і багатфункціональні або одно-і багатого-менклатурному (асортиментні); за кількістю ланок: мало-і багатоланкові; по однорідності: однотипні і різнотипні ланки або підсистеми; за способом з'єднання технологічних ланок (технологічна топологія): односпрямовані, зустрічнонаправлені (із зворотними зв'язками) і комбіновані; по цільовій функції (критерію оптимізації): всі підсистеми можуть мати один або кілька критеріїв; по характеристикам середовища: рідина, газ.

Для розробки КІСУ, а також систем автоматизації на різних рівнях важливими є також ознаки ТК: інформаційна потужність, яка характеризує величину інформаційних потоків, тобто визначає характеристики необхідних технічних засобів та їх програмного забезпечення для отримання інформації, її обробки та представлення у необхідному вигляді в певний час. Інформаційна потужність визначається кількістю змінних, які необхідні для управління і контролю ТК: мала потужність до 40 змінних, середня — до 160, підвищена — до 650, велика - більше 650; за кількістю підсистем, для яких існує і необхідна задача оптимізації, а досягнення необхідних техніко-економічних показників для підсистем збігається з критерієм ТК в цілому; за кількістю підсистем, для яких робота п-ої підсистеми потребує зміни умов роботи (N-1) і (N +1) підсистем; по трудомісткості задач оптимізації та координації є комплекси, в яких задача оптимізації вимагає значного часу рішення і значних обчислювальних потужностей.

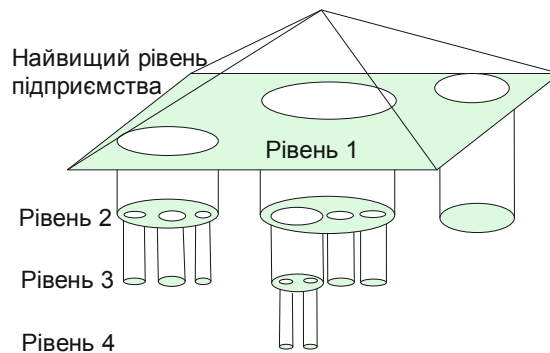


Рис. 1. Ієрархічна декомпозиція системи

Ієрархія об'єктів в харчовій промисловості являє собою організований склад об'єктів, які взаємодіють один з одним, це робить систему динамічною. Ці об'єкти створюються екземпляри з класів, визначених раніше. Для візуального представлення, на рис. 1 наводиться ієрархічна декомпозиція підприємства в компонентах.

Для кожного підприємства можна виділити статичні об'єкти, які ніколи не змінюються в системі, і динамічні об'єкти, що можуть змінюватись протягом функціонування системи. За зміною, мається на увазі зміна фізичних, хімічних або логічних. Система полягає в статичній та динамічній ієрархії компонентів

ЛІТЕРАТУРА

1. *Прангшвили И.В.* Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: СИНТЕГ, 2000. – 528 с.

Науковий керівник: В.М. Сідлецький

14. РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РІВНЯ ПРИ НОРМАЛІЗАЦІЇ ВЕРШКІВ В ЄМНОСТЯХ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА ПРОСТОРОВИХ БИТТЯХ

С.В. Воронько

Національний університет харчових технологій

Предметом дослідження є розробка ультразвукових перетворювачів на просторових биттях з високою дозволяючою властивістю та створення на його базі автоматичної системи нормалізації вершків в ємності.

Незбиране молоко, яке направляється в сепаратор, виходить з нього у вигляді двох потоків — знежиреного молока та вершків. Вершки зазвичай складають біля 10 % від усього об'єму. Виготовлення та зберігання нормалізованих вершків повинно забезпечуватись з допустимою похибкою не більше $\pm 0,06\%$. Нормалізувати вершки можна в потоці, але при цьому потрібно використовувати високоточні вимірювальні прилади. А для нормалізації вершків в ємностях, необхідна їх жирність може бути забезпечена тільки одним приладом — ультразвуковим перетворювачем на просторових биттях. Для вимірювання рівня рідин в повітрі також широко використовуються ультразвуковий ехо-локаційний метод та інтерференційний метод на стоячій ультразвуковій хвилі. Недоліками таких методів є їх відносно вузький діапазон вимірювання, необхідність використання прецизійних підсилювачів та вимірювачів фази стоячої хвилі або її амплітуди на приймачі, статична характеристика перетворення таких первинних вимірювальних перетворювачів (ПВП) має вигляд синусоїди або косинусоїди в залежності від їх налаштування, і відповідно виникає питання необхідності її лінеаризації.

В роботі наведені результати розробки ультразвукового методу на просторових биттях для вимірювання рівня з високою дозволяючою властивістю. Фактично метод ґрунтується на використанні в просторі вимірювання явища суперпозиції двох стоячих хвиль. При реалізації методу поверхня контрольованої по рівню речовини озвучується в безперервному режимі одночасно двома близькими по частоті F1 та F2 ультразвуковими коливаннями з утворенням просторових биттів між поверхнею речовини та площиною «випромінювання – прийому» блоку ультразвукових перетворювачів, причому вихідну відстань $H_{ВИХ}$ між останніми визначають за формулою:

$$H_{ВИХ} = \frac{L}{m}, \quad (1)$$

де $L = \frac{2\pi}{|K_1 - K_2|}$ — довжина періоду просторових биттів; K_1 та K_2 — хвильові числа

компонент озвучуючих ультразвукових коливань; $m \leq \frac{L}{H_0}$ — ціле позитивне

число, кратне кількості $H_{ВИХ}$, які вміщуються на відстані L ; $H_0 = \frac{D_B + 2(D_{П} + \delta)}{4tg\alpha}$ —

мінімально можлива відстань між контрольованою поверхнею і площиною «випромінювання – прийому» блоку ультразвукових перетворювачів; D_B та $D_{П}$ —

діаметри випромінюючого та приймаючого перетворювачів; δ — відстань акустичної розв'язки між останніми; α — кут розходження випромінювання. Випромінювання двох частот F_1 та F_2 здійснюється одним випромінювачем, який використовується одночасно і як випромінювач коливань, і як їх змішувач. Суттєвим є те, що на відстані, дещо більшій ніж $H_{ВЛХ}$, тобто в бік $H = \frac{L}{(m-1)}$, частота вихідного сигналу приймача відповідає тільки одному значенню F_1 або F_2 і не змінюється в межах

$$\frac{L}{m} < H < \frac{L}{(m-1)} \quad (2)$$

Аналогічне явище відбувається на відстані, дещо меншій в бік $H = \frac{L}{(m+1)}$, коли частота сигналу приймача відповідає частоті F_2 або F_1 в межах

$$\frac{L}{(m+1)} < H < \frac{L}{m} \quad (3)$$

Із зміною відстані $H_{ВЛХ}$, що спричиняється зміною рівня речовини, за рахунок відповідного переміщення блоку ультразвукових перетворювачів значення відстані $H_{ВЛХ}$ знову поновлюється, тобто відстань $H_{ВЛХ}$ підтримується незмінною. При такому відслідковуванні положення контрольованої поверхні по кількості відпрацьованих кроковим електродвигуном імпульсів визначають рівень речовини. Випромінювання та приймання обох коливань відбувається в одному акустичному тракті, то прирости хвильових чисел за рахунок їх віднімання взаємно компенсуються і відповідно довжина просторової огинаючої практично не змінюється, що і підвищує точність вимірювань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горбатов А.А. Акустические методы измерения расстояний и управления/ А.А. Горбатов и др. — М.: Энергоатомиздат, 1981.
2. Ришан А.И. Способ ультразвукового контроля движущихся изделий / А.И. Ришан и др.// А.с. № 994911. Открытия. Изобретения. — 1983. — № 5.

Науковий керівник: О.Й. Рішан

15. РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОЗУВАННЯ ЦУКРУ З ВИКОРИСТАННЯМ МАГНІТОПРУЖНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Г.А. Коляда

Національний університет харчових технологій

Автоматизація цукрової промисловості забезпечує якісну, ефективну роботу всіх технологічних ділянок цукрового заводу тільки за допомогою комплексного підходу до рішення даної задачі. Та для контролю, керування, та обліку споживання сировини та готової продукції необхідні вимірювання витрати та кількості речовини. Під витратою розуміють кількість речовини, що проходить через поперечний переріз транспортеру, конвеєру чи трубопроводу за одиницю

часу. Під кількістю речовини розуміється загальний (сумарний) об'єм чи маса речовини, що пройшла через даний переріз за деякий проміжок часу, і вимірюється в метрах кубічних, кілограмах, літрах, тонах тощо.

Засоби вимірювань, що призначені для вимірювання маси називаються вагами або ваговимірювальними пристроями.

Машина або система пристроїв у сукупності з системою керування і регулювання, що діє з використанням принципу зважування і призначена для вагового дозування, називається дозатором. Вони бувають циклічної та безперервної дії.

Як правило, в системах дозування сипких матеріалів на конвеєрних вагах або транспортерах реалізують диференціальний метод вимірювання. Суть методу полягає в тому, що на вимірювальний засіб подається і вимірюється тільки різниця між вимірюваною масою і масою, яка відтворена мірою. Метод використовується в таких випадках тому, що вимірювана маса X , може бути надана залежністю:

$$X = X_0 \pm \Delta X$$

де X_0 — номінальне значення вимірюваної маси, $\pm \Delta X$ — можливе відхилення вимірюваної маси від номінального значення, які, як правило, знаходяться в межах $\pm 10\%$ від X_0 ; а також просто та точно реалізується операція віднімання вимірюваної маси X_0 та номінального значення X_0 . Операцію віднімання виконують на важелях ваговимірювальної платформи, а значення X_0 задається відповідною вагою гир.

В якості первинного вимірювального перетворювача в пристрої використовується магнітопружний перетворювач, який використовує ефект зміни магнітного опору феромагнітного осердя під впливом вимірюваної ваги.

Принцип дії магнітопружних перетворювачів оснований на зміні магнітної проникності m (або індукції B) феромагнітних тіл в залежності від механічних напруг s , що обумовлені впливом на феромагнітні тіла механічних сил P (розтягувальні, стискувальні, вигинання, скручування).

В загальному випадку магнітопружний ефект має нелінійний характер, що залежить від значення напруженості прикладеного поля H . Але, вибираючи відповідні режими роботи, можна отримати лінійні ділянки залежності $m=f(s)$ або $m=f(P)$. Одночасну зміну магнітної проникності і лінійних розмірів осердь, що відбувається під дією механічного навантаження, можна використовувати для вимірювання тиску, зусиль, моментів деформації. Відносну чутливість магнітопружного матеріалу можна характеризувати (подібно тензорезисторам) коефіцієнтом тензочутливості.

$$K_T = \frac{\frac{\Delta \mu}{\mu}}{\frac{\Delta l}{l}} = \frac{\varepsilon_\mu}{\varepsilon_l}$$

Проаналізувавши принцип роботи магнітопружних давачів, можна виділити їх основні переваги — проста конструкція, низька вартість, можливість вимірювання великих зусиль.

Після проведення детального вивчення існуючої схеми розфасування та упакування цукру і принципу її роботи та проаналізувавши всі існуючі процеси

помічено деякі недоліки, пов'язані з регулюванням зважування, що значно збільшує витрати часу і знижує ККД робочої гілки.

З метою усунення даних недоліків для покращення умов праці, зниження витрати часу і підвищення ККД робочої гілки можна запропонувати: встановити розфасовочну машину та встановити на ній автоматичний дозатор, який буде регулювати подачу цукру і дозувати його. А також необхідно зазначити, що лише правильний вибір методу вимірювання дозволяє, без особливих витрат, підняти точність вимірювання маси сипучих матеріалів на транспортері майже на порядок.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Ладанюк А.П.* Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра – Київ: Аграрна освіта, 2001.

2. *Петров И.К.* Технические измерения и приборы в пищевой промышленности / И.К. Петров и др. – М.: Пищевая промышленность, 1973.

3. *Рішан О.Й.* Метрологія, технологічні вимірювання та прилади: Курс лекцій для студентів / О.Й. Рішан – К.: НУХТ, 2007.

Науковий керівник: О.Й. Рішан

16. ПІДСИСТЕМА ТЕХНОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ДИФУЗІЙНИМ ВІДДІЛЕННЯМ

К.Р. Омельченко

Національний університет харчових технологій

Технологічні комплекси харчових виробництв, в тому числі дифузійне відділення цукрового заводу, є складними об'єктами управління. Характерними ознаками складних систем управління є: висока ступінь невизначеності різних форм, значний рівень шумів, багатокритеріальність, нелінійний характер поведінки. Прийняття рішень по управлінню в таких умовах є надзвичайно важким, а в деяких випадках здійснюється рефлексивно на основі досвіду та інтуїції обслуговуючого персоналу. Через значну інерційність об'єктів управління ефективність прийнятих управляючих дій на об'єкт управління може бути недостатньою. Комп'ютеризовані системи управління в сучасних умовах орієнтовані в основному на лінійні, детерміновані або стохастичні з відомими статистичними закономірностями об'єкти управління, при цьому не враховуються властиві для технологічних комплексів харчових виробництв особливості проявів складної поведінки.

Тому, для підвищення ефективності систем управління складними технологічними комплексами харчових виробництв необхідно проводити оперативний аналіз інформації, яка отримується в процесі функціонування систем управління. Такі функції відводяться підсистемі технологічного моніторингу, яка проводить оперативну обробку вхідної-вихідної інформації, здійснює прогнозування розвитку об'єкта управління. Цим самим, створюються необхідні передумови для поліпшення самого процесу прийняття рішень по управлінню. Таким чином, розробка алгоритмів, моделей і підсистем технологічного моніторингу з використанням сучасних методів аналізу інформації є актуальною науково-технічною проблемою.

Для підвищення якості функціонування складних технологічних комплексів, до яких відносяться й харчові виробництва, є актуальною і багатоаспектною

проблемою сучасної теорії керування. Ефективність керування складними технологічними комплексами може бути значно підвищена за рахунок технологічного моніторингу, який відображає процес змінювання в часі фазових координат та умов функціонування об'єкту (дифузійного відділення), дискретно фіксуючи принципи з точки зору керування переходи в новий якісний стан.

Застосування технологічного моніторингу відкриває нові можливості підвищення якості керування за рахунок неперервного «спостереження» найбільш суттєвих властивостей в реальному часі і на основі прийняття гнучкої стратегії рішень по керуванню.

Технологічний моніторинг є багатоцільовою інформаційною системою. Його основні задачі: спостереження за станом об'єкта, аналіз, оцінка та прогноз його стану; визначення інтенсивності різних впливів, виявлення факторів та джерел таких впливів, а також забезпечення системи керування необхідною інформацією про ефективність прийнятих рішень по керуванню.

Моніторинг включає в себе такі основні напрямки діяльності:

1. Спостереження за факторами, які впливають на стан технологічного процесу.
2. Оцінку фактичного стану технологічного процесу.
3. Прогноз стану технологічного процесу та оцінка цього стану.

Отже, технологічний моніторинг є багатоцільовою інформаційною системою. Його основні задачі: спостереження за станом об'єкта, оцінка та прогноз його стану; визначення інтенсивності різних впливів, виявлення факторів та джерел таких впливів, а також інтенсивності їх впливу.

Метою роботи є підвищення ефективності цукрового виробництва шляхом створення автоматизованої системи технологічного моніторингу дифузійного відділення і на основі оперативної аналітичної обробки даних реалізувати ефективні ресурсозаощадні стратегії управління з використанням інтелектуальних механізмів та сценарного підходу.

Задача аналізу в підсистемі технологічного моніторингу в рамках магістерської роботи передбачає класифікацію ситуацій. Для цього пропонується використати карти Кохонена, що самоорганізуються.

В якості навчаючого набору виступають часові ряди змінних процесу дифузії. На основі цих даних досліджується модель, яка показує взаємозв'язок технологічних параметрів процесів дифузії та їх вплив на хід технологічного процесу.

Застосування карт Кохонена дає можливість оперативної класифікації ситуацій і формування ситуаційно-значущих зон при сценарному керуванні дифузійним відділенням.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Зігунов О.М.* Підсистема технологічного моніторингу в системах управління складними технологічними комплексами харчових виробництв (на прикладі дифузійного відділення цукрового заводу) [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.07 / Зігунов Олександр Михайлович. К., 2012. — 221 с. — Бібліогр.: с. 183 – 195.

2. *Рыжков В.А.* Совершенствование самоорганизующихся нейронных сетей Кохонена для систем поддержки принятия решения [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 / Рыжков Владимир Александрович. М., 2010. — 151 с. — Библиогр.: с. 144 – 150.

Науковий керівник: М.Д. Місюра

17. ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В УПРАВЛІННІ ПИВОВАРНИМ ВИРОБНИЦТВОМ

К.В. Мостипан

Національний університет харчових технологій

За умов жорсткої конкуренції для підприємств пивної галузі є важливим знижувати собівартість продукції шляхом скорочення тривалості періодичних процесів із дотриманням заданих показників якості. Процеси приготування пивного суслу та бродіння й дозрівання представляють складний ланцюг пивоваріння. Керування такими процесами здійснюють, регулюючи температуру, тиск, рівень і тривалість перебування продукту в апаратах. Однак оцінити перебіг процесів лише технічними засобами неможливо. Сmachну та якісну продукцію одержують передусім завдяки досвіду та інтуїції персоналу, тобто за допомогою експертних знань. Сучасні технології дозволяють використати ці знання, але відповідні розробки не завжди є ефективними. Тому перспективним вбачається розроблення гнучких алгоритмів керування цими процесами завдяки розширенню функцій систем автоматизації.

Мета роботи полягає у побудові системи автоматизованого управління основними процесами приготування пива на базі нечіткої логіки. Об'єктом дослідження є технологічні процеси виробництва пива, що реалізовані на сучасному обладнанні. А предметом дослідження є теоретичні, методичні та практичні проблеми управління технологічними процесами виробництва пива.

Процеси приготування та бродіння пивного суслу являють собою складну хіміко-технологічну систему з суттєвою невизначеністю параметрів та середовища управління. Для одержання якісного продукту необхідно підтримувати технологічні параметри процесів в регламентних режимах. Для початку пропонується провести аналіз особливостей процесів пивоварного виробництва як об'єкту управління в умовах невизначеності і визначити постановку задачі досліджень, визначити ряд факторів, які мають суттєвий вплив на якісні та кількісні показники в процесі приготування пива. Для інтенсифікації пивоварного виробництва запропоновано використання методології штучного інтелекту на основі передових технологій управління виробничими процесами, зокрема – використання лінгвістичного підходу на базі нечіткої логіки.

Основні етапи побудови систем інтелектуального управління на основі нечіткої логіки:

Визначення входів і виходів системи, що створюється.

Визначення для кожного входу і виходу функції належності.

Розробка бази правил для нечіткої системи.

Вибір і реалізація алгоритму нечіткого висновку.

Аналіз результатів роботи системи, що створена.

На основі проведеного аналізу стану автоматизації процесами виробництва пива та з урахуванням теорії і практики створення інтелектуальних систем, в тому числі систем на базі нечіткої логіки, пропонується сформулювати задачу досліджень, яка полягає у створенні автоматизованої системи управління виробництвом пива, що забезпечує підтримання технологічних параметрів в регламентних режимах за рахунок акумулювання досвіду операторів-технологів

(експертів з даної предметної області) в базі знань, яка реалізує управляючі діяння при активізації відповідних продукційних правил вигляду «ЯКЩО-ТО».

При цьому будуватиметься ієрархічна структура моделі технологічного процесу приготування пива на основі формалізації факторів у сировинному, апаратно-схемному та технологічному рівнях. Наводиться класифікація факторів, що впливають на підтримання технологічних параметрів приготування пива в регламентних режимах.

В дослідженні пропонується створити базу знань на основі продукційних правил, які мають різний пріоритет. Правила, що описують критичні ситуації, знаходяться вище за пріоритетом таблиць лінгвістичних правил, що реалізують локальні схеми регулювання.

Виконана робота сприятиме підвищенню якості продукції та економічної ефективності виробництва пива. Її результати можна використати для інших технологічних систем, керування якими значною мірою базується на досвіді персоналу. Пропонується розробити комп'ютерно-інтегровану систему управління технологічними процесами приготування пива з використанням лінгвістичного підходу та нечіткої логіки, що забезпечує підтримання технологічних процесів у регламентних режимах за рахунок акумулювання в базі знань досвіду операторів-технологів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Вольфганг Кунце* Технология солода и пива [Текст] / Вольфганг Кунце – Санкт-Петербург: Профессия, 2009. — 1064 с.
2. *Штовба С.Д.* Проектирование нечетких систем средствами MATLAB [Текст] / С.Д. Штовба – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
3. *Леоненков А.В.* Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст] / А.В. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. — 736 с.
4. *Місюра М.Д.* Організаційна структура системи автоматизації виробництва пива / М.Д. Місюра [Текст] // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 4/11 (40). — С. 38 – 40.

Науковий керівник: М.Д. Місюра

18. РОЗРОБКА ТА ВИКОРИСТАННЯ ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВІДЛАГОДЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЛК ТА ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ

В.О. Козакова

Національний університет харчових технологій

При розробці автоматизованих систем управління технологічними процесами виникає необхідність початкового налагодження програмного забезпечення мікропроцесорних контролерів та SCADA-програм до моменту впровадження їх на об'єкті. Крім того, для функціонально-небезпечних процесів, до моменту впровадження, система управління повинна пройти обов'язкове тестування. Одним із найбільш економічних та доступних способів перевірки функціонування програмних засобів таких систем є використання програмної імітації технологічних процесів.

Імітаційне моделювання дозволяє імітувати поведінку системи в часі. Причому плюсом є те, що часом в моделі можна управляти: уповільнювати у випадку з швидкоплинними процесами і прискорювати для моделювання систем з повільною мінливістю.

У нашому випадку задачею імітаційного моделювання є робастна перевірка роботи програми. Дана імітаційна модель повинна відображати сутність процесу, бути структурно адекватною, однак не обов'язково параметрично адекватною реальному об'єкту. Розглядатиметься типовий об'єкт управління — теплообмінник, а саме циліндрична ємність з теплообмінним кожухом, в який подається тепло- або холодоагент. Імітаційну модель будемо створювати з урахуванням наступних припущень:

- ємність і кожух — це об'єкти з зосередженими параметрами;
- густини на входах і виходах кожуха і ємності однакові;
- апарат має ідеальну теплову ізоляцію, тому втратами теплоти в навколишнє середовище нехтуємо;
- теплова ємність конструкції мала, тому нехтуємо нею;
- площа теплообміну залежить від ступені заповнення ємності;
- кожух завжди заповнений рідиною;

Враховуючи наведені припущення на основі матеріального та теплового балансів можна записати:

$$\frac{dV}{dt} = F_{in}(t) - F_{out}(t) \quad (1)$$

$$\rho \cdot c \cdot \frac{d(V \cdot T)}{dt} = \rho \cdot c \cdot F_{in}(t) \cdot T_{in}(t) + k \cdot S(t) \cdot (T_a(t) - T(t)) - \rho \cdot c \cdot F_{out}(t) \cdot T(t) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \rho_a \cdot c_a \cdot V_a \cdot \frac{dT_a}{dt} = \rho_a \cdot c_a \cdot F_a(t) \cdot T_{ain}(t) - k \cdot S(t) \cdot (T_a(t) - T(t)) - \\ - \rho_a \cdot c_a \cdot F_a(t) \cdot T_a(t) \end{aligned} \quad (3)$$

$$L(t) = \frac{V(t)}{S_V} \quad (4)$$

$$S(t) = \begin{cases} \frac{L(t)}{L_a} \cdot S_a, npu _ L(t) \leq L_a \\ S_a, npu _ L > L_a \end{cases} \quad (5)$$

Обмеження:

$$0 \leq V \leq V_{max}$$

У (1)-(5) V, V_a — об'єм рідини в ємності та в кожусі (m^3); V_{max} — об'єм ємності; L, L_a — рівень рідини в ємності та рівень теплоагента в кожусі відповідно (м); T_{ain}, T_a — температура теплоагента на вході і в кожусі ($^{\circ}C$); T_{in}, T — температура рідини на вході і в середині ємності ($^{\circ}C$); F_{in}, F_{out} — витрати рідини на вході і виході ємності; F_a — витрата тепло агента; ρ_a, ρ — густина теплоагента і рідини в ємності ($кг/м^3$); c_a, c — теплоємності теплоагента та рідини в ємності ($кДж/(кг \cdot K)$), k — коефіцієнт передачі через поверхню теплообміну ($кВт/(м^2 \cdot ^{\circ}C)$) площею S ($м^2$); S_a —

площа поверхні теплообміну при умові повного занурення її в рідину; S_V — площа поперечного перерізу ємності (m^2).

Запропонований підхід до відлагодження програмного забезпечення на базі імітаційного моделювання легко інтегрується в різні системи завдяки використанню стандартної мови програмування МЕК і надає можливість: перевірити роботу системи в режимі реального часу; будувати моделі об'єктів різної складності, які описані стандартною системою диференційних рівнянь; перевірити роботу різних за архітектурою систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гартман Т.Н.* Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. Учеб. пособие для вузов. / Гартман Т.Н., Клушин Д.В. — М. : ИКЦ «Академкнига», 2006. — 416 с.
2. *Муха В.С.* Обчислювальні методи та комп'ютерна алгебра: навч.-метод. посібник. — 2-е изд., Испр. і доп. — К.: БДУІР, 2010. — 148 с
3. *Томашевський В.М.* Моделювання систем — К.: Видавнича група ВНУ, 2005. — 352 с.

Науковий керівник: О.М. Пупена

19. МЕХАНОТРОННА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КАВІТАЦІЙНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА

Я.О. Черновол

Національний університет харчових технологій

Автоматизація виробництва є однією з основних складових прискорення науково-технічного прогресу харчової промисловості. Важливою стадією при виробленні молочних продуктів є механічний вплив на вихідну сировину, тобто гомогенізація. Вона не тільки запобігає відстоюванню жиру, але і сприяє отриманню якісних кисломолочних продуктів з покращеними консистенцією і смаковими властивостями, підвищенню його засвоюваності організмом і більш повному використанню жиру і вітамінів, що містяться в них.

Гомогенізацію молока проводять у клапанних і ротаційних гомогенізаторах, пристроях для ультразвукової і електрогідравлічної гомогенізації, швидкохідних механічних мішалках, гідродинамічних ультразвукових апаратах, кавітаційних і суперкавітаційних динамічних змішувачах-емульсорах, відцентрових струменевих гомогенізаторах. Традиційні методи гомогенізації призводять до знищення жирових кульок і до видозмінення їхньої структури, до підвищення активності ферментів, зниження стабільності білків та вмісту казеїну в плазмі. Більше 100 років в промисловості використовуються плунжерні гомогенізатори, конструктивно представляють собою насоси високого тиску з додатковим невеликим пристроєм на виході. За минулий час ними було «протиснуто» кризь вузькі клапанні щілини багато мільйонів тонн різних рідких продуктів [1]. У 1960-х рр. був запропонований ще один тип гомогенізатора, в основі роботи якого застосований інший принцип — замість механічного продавлювання — ультра-

звукові коливання. Незважаючи на сприятливі результати досліджень в 1960 – 1970-х рр. промислового впровадження ця технологія не одержала. Найслабшою ланкою виявилася надійність роботи, так як рівень ідеї набагато випередив елементну базу генераторів коливань і робочих органів нової техніки [3].

Ультразвукова гомогенізація дуже ефективна для роздрібнення м'яких і твердих частинок. Гомогенізація заснована на кавітації [2]. Коли рідини зазнають інтенсивного впливу звукових хвиль, відбувається виникнення змінних циклів високого і низького тиску. Під час дії низького тиску утворюються маленькі вакуумні бульбашки. Коли бульбашки досягають певного розміру, вони стрімко руйнуються під час дії високого тиску. Під час внутрішнього вибуху локально генеруються дуже високий тиск і висока швидкість струменя рідини. Отримані потоки і турбулентність розривають агломерати часток і призводять до сильних зіткнень між індивідуальними частинками.

Застосування ультразвукової гомогенізації має наступні відмітні особливості [3]:

- конструкція може бути дуже простою і надійною, без рухомих частин і високого тиску. Продукт просто протікає через трубу, а необхідні коливання 16-35 кГц генеруються п'єзоелементами в стінках труби з нержавіючої сталі;

- частотний вплив на потік, що виконується на ділянці нержавіючої труби, виявляється таким потужним і частим, що жирові кульки дробляться тут до величини 1,05-1,64 мкм, рівномірно розподіляються в товщі рідкої фази продукту і течуть далі, не утворюючи жирових скупчень;

- вплив ультразвукових коливань на складові частини молока може бути найрізноманітнішим, воно залежить від частоти хвилі і від їх сили (амплітуди). Занадто велика потужність викликає денатурацію білка, змінює смак жирової складової молока, а недостатня потужність не дає гарантії повної належної обробки потоку молока.

Висновок. Впровадження ультразвукової технології дає наступні переваги:

- 1) при ультразвуковій обробці молока спостерігається важливий позитивний ефект — стерилізація молока;

- 2) дробіння жирових кульок молока до менших, розмірів майже на третину підвищує поживну цінність молока;

- 3) оброблене ультразвуком та заморожене для тривалого зберігання молоко після розморожування повністю зберігає свої поживні та смакові якості.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Зверев С.В.* Ультразвуковые гомогенизаторы в молочной промышленности // *Переработка молока*. 2006. № 8. С. 22.

2. *Крусь Г.Н.* Технология молока и молочных продуктов: учебник для ВУЗов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев. — М.: Колос, 2004. — 455 с.

3. *Яхно О.М.* Введение в мехтронику: Учеб. Пособие для студ. спец. «Гидравл. и пневмат. машины», «Прикладная механика», «Инженерная механика» / О.М. Яхно, А.В. Узунов, А.Ф. Луговской и др. — К.: НТУУ «КПІ», 2008. — 528 с.

Науковий керівник: Ю.Б. Беляєв

20. УПРАВЛІННЯ ЛІНІЄЮ ВИГРУЗКИ МОЛОКА В УМОВАХ ФАСУВАННЯ ЗІ ЗМІННОЮ КІЛЬКІСТЮ ФАСОВОЧНИХ АВТОМАТІВ

І.В. Никифорок

Національний університет харчових технологій

При фасуванні цільномолочної продукції (молоко, кефір, йогурт, сметана і т.ін.) за змінної кількості та типу фасувальних автоматів необхідно забезпечити максимальну продуктивність ліній вивантаження. Особливо це актуально для кисломолочних продуктів, в'язкість яких не дозволяє забезпечити необхідну витрату самотоком. Враховуючи вимоги до бактеріальної чистоти трубопроводів та обладнання, додання проміжних ємностей для вирішення цієї задачі приводить до появи нових контурів мийки, що є економічно недоцільним. Крім того, температура продукту, що фасується, повинна бути в заданих межах. Таким чином, однією з актуальних задач в молочному виробництві є забезпечення максимальної продуктивності ліній вигрузки та заданої температури цільномолочної продукції, за змінної кількості фасувальних автоматів.

У даній роботі розглядаються можливі підходи щодо вирішення двох взаємопов'язаних задач: забезпечення необхідної витрати цільномолочного продукту на лінії вигрузки та стабілізація його температури. Функціональна схема запропонованої підсистеми управління лінією вигрузки має вигляд як на рис. 1.

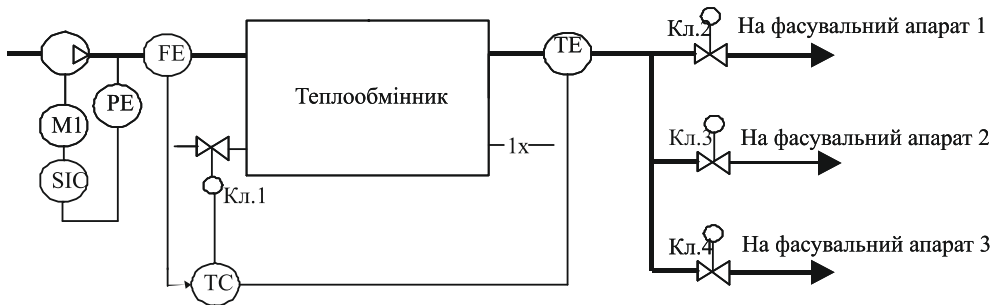


Рис. 1 Функціональна схема підсистеми управління лінією вигрузки

Об'єкт управління можна представити такими елементами (рис. 1): трубопровід, на якому розміщений насос вигрузки з двигуном М1; пластинчатий теплообмінник для охолодження продукту; клапани на виході трубопроводу (кл.2-кл.4) які керуються споживачами (фасувальними автоматами). Трубопровід з одного боку з'єднаний з танком готового продукту, а з іншого — з фасувальними автоматами через кл.2-кл.4. Таким чином витрата продукту в трубопроводі визначається параметрами трубопроводу, висотою стовпу рідини в танку, типом продукту, кількістю обертів та параметрами насосу, а також станом клапанів (кл.2-кл.4). Клапани керуються локальними системами управління фасувальних автоматів для наповнення дозуючих ємностей. У залежності від типу та продуктивності фасувальних автоматів, клапани можуть спрацьовувати з різною періодичністю.

Для забезпечення максимальної продуктивності фасувальних автоматів, необхідно тримати тиск в трубопроводі в межах заданих значень. Таким чином,

незалежно від кількості і типів фасувальних автоматів на лінії, достатньо тримати тиск в заданих межах. Це можна забезпечити, змінюючи оберти двигуна з насосом, що керується перетворювачем частоти (SIC).

Стабілізація температури на виході теплообмінника як правило проводиться за відхиленням регульованої величини. Для меншої інерційності контуру використовують каскадне регулювання, де ведений регулятор забезпечує швидку реакцію системи на зміну охолоджуючої води на виході теплообмінника, а ведучий — стабілізацію температури продукту. Така структура не може забезпечити необхідну якість регулювання при постійній зміні витрати продукту. Тому пропонується використати комбінований регулятор з компенсацією основного збурення — витрати продукту. На даному етапі розглядається декілька варіантів реалізації цього контуру (ТС): каскадний регулятор (стабілізація температури — співвідношення витрат), регулятор з компенсатором, адаптивний слідкуючий регулятор.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бредихин С.А.* Технология и техника переработки молока. — М.:Колос, 2001. — 400 с.
2. *Горбатова К.К.* Биохимия молока и молочных продуктов. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: ГИОРД, 2003. — 320 с.
3. *Горбатова К.К.* Химия и физика молока: Учебник для вузов. — СПб.: ГИОРД, 2004.— 288 с.
4. *Гудков А.В.* Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С.А.Гудкова. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: ДеЛи принт, 2004. — 804 с.
5. *Оноприйко А.В.* Производство молочных продуктов. Практ. пособие. — М.: ИКЦ «Март»; Ростов н/Д: Изд. центр «Март», 2004. — 384 с.
6. *Шалыгина А.М.* Общая технология молока и молочных продуктов. — М.: Колос, 2004. — 196 с.
7. *Чекулаева Л.В.* Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья. — М.: ДеЛи принт, 2002. — 249 с.

Науковий керівник: О.М. Пупена

21. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЖЕЖО- ВИБУХОБЕЗПЕЧНОСТІ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СПИРТУ З МЕХАНОТРОННОЮ ПІДСИСТЕМОЮ УПРАВЛІННЯ РЕКТИФІКАЦІЙНИМИ КОЛОНАМИ НА ОСНОВІ ПНЕВМО- ЕЛЕКТРОАВТОМАТИКИ.

Д.Ю. Булій

Національний університет харчових технологій

У харчовій промисловості для виробництва спирту використовують ректифікаційні колони, призначені для розділення рідких сумішей, складові яких мають різну температуру кипіння. Класична колона являє собою вертикальний циліндр з контактними пристроями всередині.

В останні роки в схемах брагоректифікації деяких спиртових заводів України (Липницького, Залозецького, Червонослобідського та Косарського) використовують колонні апарати, дія яких основана на переливі рідини з тарілки на тарілку через перехідну ємність при зміні тиску парового потоку. Відомі апарати мають ряд недоліків, а саме: залежність роботи переливних пристроїв від тиску пари, відсутність масообміну в період переливу рідини, виникнення імпульсу запізнення підняття клапанів по висоті колони, обмеженість колони по висоті, наявність перехідних ємностей, велика міжтарілкова відстань, низька пропускна здатність по пару та рідині. Крім того, імпульсний спосіб подачі гріючої пари призводить до коливання тиску в загальному колекторі пари, що негативно впливає на роботу основних колон.

Мета роботи — визначити доцільність використання елементів механотроніки для управління процесом ректифікації, покращення масообміну між рідиною та паром, підвищення ККД тарілки за рахунок контрольованої затримки рідини на тарілках до досягнення фазової рівноваги.

Співробітниками НУХТ розроблена конструкція колони розгонки головної фракції етилового спирту, що працює в циклічному режимі руху рідини по тарілках колони при безперервній подачі гріючої пари з застосуванням гідроселекції, яка впроваджена у виробництво [1]. В процесі масообміну пари та рідини здійснюється розгонка головної фракції на два продукти: концентрат головної фракції, в який переходять домішки спирту, і водно-спиртову суміш (кубову рідину), звільнену від легких домішок, яка направляється в бражну колону. Включення колони в систему брагоректифікації дозволяє збільшити відбір головної фракції з конденсатора епюраційної колони до 8 – 10%, «розвантажити» епюраційну колону, перемкнувши подачу спиртовмісних погонів з конденсатора бражної колони, сепаратора вуглекислого газу та спиртовловлювачів з епюраційної на додаткову колону, отримати більш «чистий» епюрат і підвищити якість етилового ректифікованого спирту.

Дані хроматографічного аналізу довели високу ступінь вилучення домішок, у тому числі кротонового альдегіду, акролеїну, ізопропанолу, більшої частини метанолу та інших домішок, які в невеликих кількостях погіршують якість ректифікованого спирту.

Пожежо-вибухобезпечні пневматичні пристрої відіграють важливу роль у механізації виробництва. Останнім часом вони ефективно використовуються при вирішенні завдань автоматизації. Для керування процесом ректифікації масообмінні апарати (колони) додатково оснащуються пневмоциліндрами, управління якими відбувається за допомогою пневмоострова, що забезпечує економію часу і простору. Кожна колона (бражна, ректифікаційна, епюраційна, розгінна, сивушна та колона кінцевої очистки) оснащена двома пневмоциліндрами. Останні зв'язані з рухомими тягами, на яких закріплені клапани таким чином, що одні з них розташовані на непарних тарілках, інші — на парних. Пневмоциліндри приводять тяги у рух вгору чи вниз по черговому через заданий проміжок часу. Після підняття тяги у верхнє положення клапани, які розташовані на непарних тарілках, одночасно піднімаються на визначену висоту, що перебільшує висоту шару рідини. При цьому відкриваються відповідні отвори непарних тарілок, і рідина переливається з кожної непарної на кожну парну нижче розташовану тарілку синхронно по всій

висоті колони. Після закінчення переливу привідний механізм рухає тягу разом з клапанами вниз до перекриття клапанами переливних отворів непарних тарілок. Далі піднімається тяга з закріпленими на ній клапанами, відкриваються відповідні отвори парних тарілок, і здійснюється перелив рідини з парних на непарні тарілки. Таким чином здійснюється один робочий цикл масообміну.

Результати пошукових досліджень довели доцільність впровадження у виробництво елементів механотроніки з дискретною пневматикою для підвищення ефективності процесів брагоректифікації, вдосконалення технології розгонки побічних продуктів і напівпродуктів брагоректифікації, що відбувається в режимі керованих циклів затримки і переливу рідини за заданим алгоритмом, та забезпечення пожежо-вибухобезпечності процесу виробництва ректифікованого спирту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Булій Ю.В. Інноваційна технологія вилучення та концентрування органічних домішок спирту в режимі керованої ректифікації / Ю.В. Булій, П.Л. Шиян, П.А. Дмитрук, А.І. Малигін / К.: Наукові праці НУХТ, 2012 р, с.38

Науковий керівник: Ю.Б. Бесяєв

22. РОЗРОБКА КАСКАДНО-АВТОНОМНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

К.О. Музиченко

Національний університет харчових технологій

Автоматизація виробництва завжди була однією з основних складових прискорення науково-технічного прогресу в агропромисловому комплексі. Інтенсивне застосування мікропроцесорної техніки, персональних комп'ютерів та обчислювальних мереж дозволяють впроваджувати комп'ютерні технології в автоматизацію та створювати комп'ютерно-інтегровані системи керування, що є основним напрямком розвитку автоматизації на сучасному етапі.

Існують чотири класи каскадних систем: каскадно-зв'язані (КЗАСР), каскадно-автономні (КААСР), каскадно-незв'язані (КНАСР) і каскадно-диференціальні (КДАСР). Їх загальною рисою є наявність двох контурів регулювання, що розташовані один в іншому: внутрішнього і зовнішнього. У перших трьох каскадність системи реалізується з допомогою двох регуляторів головного РГ і допоміжного РД, причому основна регульовальна величина об'єкта подається на вхід РГ, а сигнал проміжної змінної – на вхід РД. Різниця між ними полягає у використанні вихідного сигналу РГ: у КЗАСР він змінює завдання РД, у КНАСР безпосередньо діє на об'єкт, у КААСР він двоканальний і по одному каналу через компенсатор змінює завдання РД, а по іншому каналу безпосередньо діє на об'єкт. У КААСР і КНАСР ліквідується недолік, який пов'язаний з реакцією на зовнішні збурення не тільки зовнішнього, але й внутрішнього контуру. У той же час тільки КЗАСР і КААСР дають змогу реалізувати систему з одним РГ і кількома РД, що стабілізують режими роботи паралельно працюючих апаратів.

Каскадно-автономні системи регулювання дають можливість проводити незалежне регулювання взаємозалежних змінних. Вони включають, крім основних регуляторів, додаткові динамічні компенсатори. Умова автономності двох регуляторів складається з двох умов інваріантності: інваріантності першого

виходу x_1 щодо керувальної дії u_2 іншого регулятора й інваріантності другого виходу x_2 щодо сигналу u_1 першого регулятора:

$$\begin{aligned} x_1(t, u_2) &= 0; \\ x_2(t, u_1) &= 0; \end{aligned} \quad (1)$$

При цьому вплив u_1 можна розглядати як збурення для x_2 , а вплив u_2 — як збурення для x_1 . Отже, перехресні канали відіграють роль каналів збурення, тоді:

$$\begin{aligned} W_{1K} &= W_{12}(p) / W_{22}(p); \\ W_{2K} &= W_{21}(p) / W_{11}(p); \end{aligned} \quad (2)$$

Недоліками каскадно-автономних АСР є складність їх розрахунку і налагодження; великі витрати на створення каскадно-автономної АСР з великою кількістю перехресних зв'язків; при n перехресних зв'язків потрібно $n(n-1)$ компенсаторів.

В роботі основна увага приділена дослідженню найбільш поширених каскадно-автономних систем з такою структурною схемою:

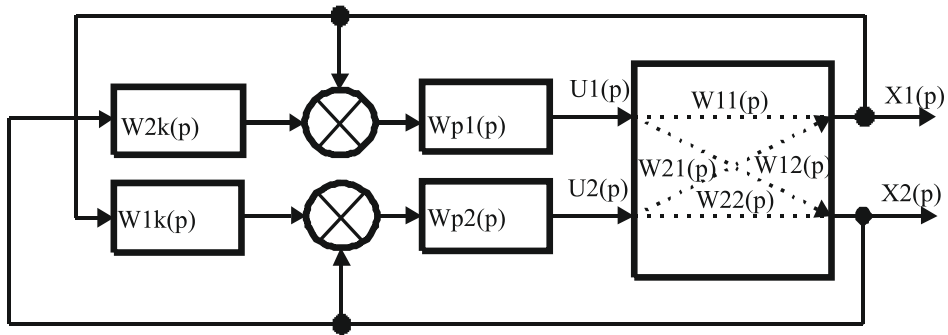


Рис. 1. Структурна схема каскадно-автономної системи

Метою дослідження є: чи забезпечить така система автоматизації якість та легкість процесу управління, стабільність проходження процесу, централізоване управління всім відділенням з одного управляючого пункту тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навч. посіб. – К.: НУХТ, 2003.
2. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник./ О.М.Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. — 552 с
3. Трегуб В.Г. Автоматизація періодичних процесів в харчовій промисловості. — К.: Техніка, 1982. — 160 с.
4. Трегуб В.Г. Автоматизація технологічних процесів: Курс лекцій для студентів напрямку 0925 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» заочн. форми навчання – К.: НУХТ, 2007. — 42 с.
5. Трегуб В.Г. Основи комп’ютерно-інтегрованого керування: Навч. посіб. – К.: НУХТ, 2005.
6. Трегуб В.Г. Наладка и эксплуатация систем автоматизации пищевых производств. – К.: Техніка, 1978.

Науковий керівник: В.Г. Трегуб

23. РОЗРОБКА ПРОГРАМАТОРА ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЧАСОВИХ ПРОГРАМ З НЕЛІНІЙНИМИ ДІЛЬНИЦЯМИ

Є.В. Довженко

Національний університет харчових технологій

Стерилізація — це процес теплової обробки продуктів, розфасованих і закупорених в герметичну тару при температурі вище 100 °С у результаті чого відбувається інактивація ферментів і знищення мікрофлори.

Програматор — це пристрій, що забезпечує перехід змінної із початкового стану x_0 при τ_0 у кінцевий стан x_k при τ_k [1]. При програмному регулюванні спостережувана змінна змінюється по наперед заданому закону — програмі. Якщо спостережувана змінна співпадає з керованою змінною, то система програмного управління (СПУ) являється замкненою за останньою. При відсутності необхідних вимірювальних перетворювачів спостережувана змінна відрізняється від керованої, і СПУ (замкнена по відношенню до спостережуваної змінної) являється незамкненою по відношенню до керованої змінної. До останніх відносять більшість СПУ витратами.

Структурна схема найпростішої з систем програмного регулювання (СПР) — одноконтурної системи автоматичного регулювання приведена на рис.1, де ОУ — об'єкт управління; АР — автоматичний регулятор; ПЗП — програмний задавальний пристрій; x — регульована величина; u — керуюча дія; u_b , x_b — збурювальна дія відповідно на вході і виході об'єкта; x^* — задане значення регульованої величини. ПЗП, в свою чергу, може складатись з блоків завдання програми по ділянках і логічного пристрою, що забезпечує перехід від однієї ділянки програми до іншої [2]

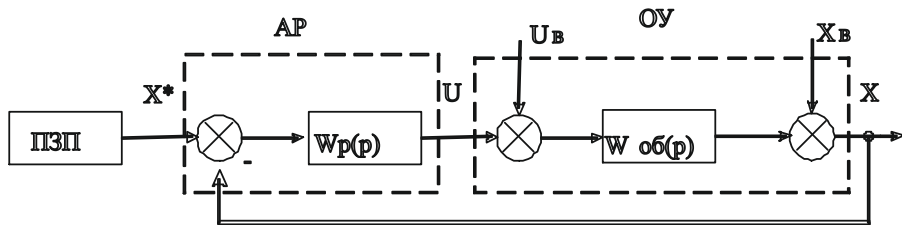


Рис. 1. Структурна схема одноконтурної СПР при співпадінні спостережуваної і керованої величини

Якщо система програмного регулювання є незамкненою по відношенню до основної регулюючої величини x , то така система має значно меншу точність в порівнянні з замкненою, так як, по-перше, відтворює програму зміни $u^*(\tau)$, а не $x^*(\tau)$, і по-друге, не компенсує вплив $x_b(\tau)$ на керовану величину.

В той же час замкнена система програмного регулювання також має ряд недоліків.

Розглядаючи систему з нелінійними дільницями, варто звернути увагу на астатизм, який реалізується за допомогою додаткових інтегральних ланок так і за допомогою використання об'єктів без самовирівнювання.

Якщо система має астатизм I-го порядку (тобто має одну інтегральну ланку) тоді, коефіцієнт підсилення замкненої системи, $c_0=0$ і статична похибка буде мати вигляд:

$$\Delta x_{cm} = \frac{a_1}{D_\omega}.$$

де D_ω — коефіцієнт добротності статичної системи по швидкості, рівний відношенню постійної швидкості зміни заданої дії до усталеної похибки;
 $D_\omega = dx^*(\tau) / \Delta x_{ycm} d\tau$;

При астатизмі II порядку коефіцієнти похибок $c_0 = c_1 = 0$ усуваються як статична, так і швидкісна похибки, при астатизмі III порядку $c_0 = c_1 = c_2 = 0$ і так далі. Проте підвищення порядку астатизму несприятливо позначається на стійкості системи, тому для підвищення стійкості системи одночасно використовують корегуючі ланки.

При реалізації одноконтурних систем програмного регулювання з допомогою типових законів регулювання вибір останніх буде визначати вид програми [3]. Для програм, що складаються із лінійних ділянок, можливим є застосування одноконтурної САР з ПІ-регулятором. При наявності нелінійних ланок така система повинна як мінімум володіти астатизмом другого порядку. При утрудненнях, виникаючих при реалізації вказаних систем з допомогою типових законів регулювання, можливе використання комбінованих систем програмного регулювання з додатковим зв'язком по заданій дії.

Головна перевага комбінованих систем перед одноконтурними, при використанні їх для вирішення задач програмного регулювання, полягає в тому, що підвищення порядку астатизму з допомогою зв'язку по заданій дії не впливає на запас стійкості системи, так як цей зв'язок не входить в замкнений контур системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Трегуб В.Г.* Автоматизация периодических процессов в пищевой промышленности / В.Г. Трегуб; Киев «Техніка». – К.: «Техніка», 1982. — 160 с.
2. *Клименко О.М.* Дослідження програматорів для систем управління апаратами періодичної дії/О.М. Клименко, В.Г. Трегуб // Наукові праці НУХТ № 42.–Київ:НУХТ, 2012. — С. 11 – 16.
3. *Трегуб В.Г.* О разработке систем автоматизированного управления аппаратами периодического действия / В.Г. Трегуб. — Изв. вузов. Пищ. технология, 1979.-96 – 99с.

Науковий керівник: В.Г. Трегуб

24. РОЗРОБКА КАСКАДНО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

В.В. Морозов

Національний університет харчових технологій

На сучасному етапі економічного розвитку країни на першому місці постає питання підвищення ефективності виробництва, покращення якості продукції і

росту продуктивності праці на основі прискорення впровадження досягнень науки та техніки. В харчовій промисловості постійно вдосконалюється техніка і технологія виробництва шляхом впровадження прогресивних технологічних схем, нового виду обладнання та передового досвіду. В наш час вимоги до якості регулювання починають перевищувати вимоги до регулювання як такого. Складні об'єкти автоматизації потребують враховувати значну кількість змінних у процесі роботи, а задача регулювання потребує вирішення складних залежностей та неявних зв'язків параметрів об'єкту автоматизації. Простих регуляторів типу ПІ, ПІД, вже не достатньо для реалізації такого регулювання, і для цього використовують більш складне регулювання на основі каскадних систем.

Каскадна система регулювання — це система, в якій регулятор процесу не управляє роботою клапана безпосередньо, а регулює роботу іншого регулятора, який є проміжною ланкою. Основний регулятор виходу зазвичай є зворотним зв'язком регулятора входу. Так як вхідний регулятор не має в своєму контурі процесу, то він не може швидко внести поправку. Каскадні системи є одним з найбільш поширених класів АСР. Необхідність їх застосування обумовлена тим, що багато промислових об'єктів характеризуються великим запізненням і значними збуреннями. Одноконтурні АСР при управлінні такими об'єктами не завжди забезпечують необхідну якість управління.

Зараз, через спрощення реалізації каскадного регулювання на основі сучасних мікроконтролерів, каскадні системи розвиваються найбільш інтенсивно, тому порівняльна оцінка найбільш перспективних класів систем є актуальною, зважаючи на недостачу та неупорядкованість інформації про ці системи регулювання.

Ціллю данного дослідження є детальне вивчення можливостей та переваг каскадно-диференціальних систем автоматичного регулювання, а також порівняльна оцінка каскадно-зв'язаної і каскадно-диференціальної систем автоматичного регулювання при компенсації збурень, що надходять на внутрішній та зовнішній контури системи, для різних випадків співвідношень інерційності цих контурів.

Методика дослідження полягає в комп'ютерному моделюванні одноконтурної, каскадно-зв'язаної та каскадно-диференціальної систем регулювання із стандартними регуляторами. По результатам комп'ютерного моделювання будуть отримані фактичні дані для здійснення порівняльної оцінки якості регулювання цих принципово різних підходів до створення систем автоматичного регулювання. Каскадно-диференціальна система регулювання в загальному має меншу інерційність до зміни завдання, та більшу гнучкість при практичному використанні в системах з значної кількістю збурень. Також, на основі результатів комп'ютерного моделювання каскадно-диференціальна система буде використана для автоматизації реального об'єкта, для якого надаються підвищені вимоги до часу реакції системи регулювання на завдання по каналу управління.

Практичною стороною цього дослідження є створення інформаційного фундаменту для подальшого полегшення вибору принципових підходів до створення конкретної системи автоматичного регулювання, та використанні даних комп'ютерного моделювання в подальших дослідженнях каскадних систем автоматичного регулювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: Учебник для вузов / В.Я. Ротач — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 296 с.
2. Клюев А.С. Автоматическое регулирование: Учеб. для сред. спец. учеб. Заведений / А.С. Клюев — М.: Высш. шк., 1986. — 344 с.
3. Морозовский В.Т. Многосвязные системы автоматического регулирования / В.Т. Морозовский. — М.: Энергия, 1970. — 287 с.
4. Трегуб В.Г. Автоматизация технологических процессов: Курс лекций для студентов напрямую 0925 заоч. формы навчання / В.Г. Трегуб. — К.: НУХТ, 2007.
5. Проектирование систем автоматизации технологических процессов [Текст]: справ. пособие / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Энергоатомиздат, 1990. — 464 с.
6. Пупков К.А. Методы классической и современной теории автоматического управления. Т. 3/под ред. К.А. Пупкова. — М.: Изд-во МВТУ им. Баумана, 2000. — 742 с.

Науковий керівник: В.Г Трегуб

25. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ПРИГОТУВАННЯ ХЛІБА

С.М. Швед

Національний університет харчових технологій

Технологічний процес приготування хліба можна представити як складну динамічну систему в якій кінцевий результат залежить від результатів кожної стадії виробництва, а результат кожної наступної стадії залежить від показників, які отримані на попередній стадії. Цей процес має всі ознаки слабко формалізованого, а саме: унікальність процесу; якісна природа параметрів предметної області; неоднорідність (різнотипність) шкал вимірювання параметрів; нелінійний характер взаємозв'язку характеристик; різноманітність можливих форм взаємодії підпроцесів між собою.

Якщо прийняти, що при виготовленні хліба можна виділити i стадій: (підготовка сировини, приготування опари, приготування тіста, вистоювання тіста та його випікання) то для кожної стадії технологічним регламентом передбачені основні технологічні показники, які залежать від показників сировини на вході $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$. Після виконання кожної стадії передбачається отримання напівпродукту з показниками $Y^i = \{y^i_1, y^i_2, y^i_3, \dots, y^i_n\}$ за рахунок виконання управляючих дій $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4\}$, які також визначаються технологічним регламентом. Під дією зовнішніх збурень, а також за рахунок непередбачуваного перебігу технологічного процесу не завжди після конкретної стадії можливо отримати бажані показники. Так як результати наступної стадії суттєво залежать від результатів попередньої то на наступній стадії бажано скорегувати управляючі дії U до значень U' відповідно до $f(U, Y^i)$, де Y^i дійсні значення показників, що отримані після i -ої стадії.

Для вирішення цієї задачі необхідно розробити прогнозуючу модель технологічного процесу, за допомогою якої можна за результатами показників технологічних параметрів, які отримані після завершення процесу на конкретній стадії виробництва, визначити прогнозні значення технологічних параметрів які можуть бути отримані на наступній стадії. Якщо значення цих параметрів будуть суттєво відрізнятися від регламентованих, необхідно буде приймати рішення з оперативної корекції управляючих дій цієї стадії таким чином, щоб компенсувати незадовільні показники попередньої стадії.

До недавнього часу існувало декілька загальноприйнятих методів прогнозування часових рядів: економетричні, регресивні, методи Бокса-Джонсона і інші. Останнім часом все більшої популярності для побудови прогнозуючих моделей слабоформалізованих процесів набувають штучні нейронні мережі (ШНМ).

В процесі навчання ШНМ, на основі розроблених параметричних схем окремих стадій виробництва хліба, були виявлені взаємні залежності окремих технологічних параметрів для яких були зібрані відповідні експериментальні дані. Розроблення математичної прогнозуючої моделі проводилося в середовищі Matlab Neural Network Toolbox.

На рис.1 наведена загальна структура системи управління з прогнозуючою моделлю.

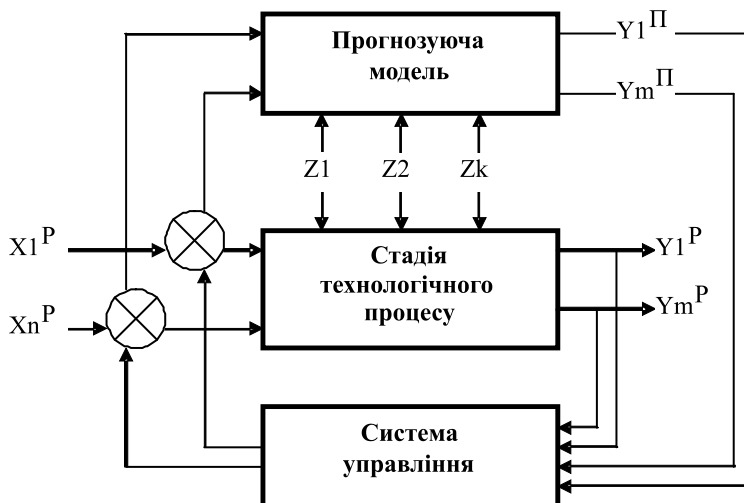


Рис. 1. Структурна схема системи управління

На певну стадію технологічного процесу впливають технологічні параметри, які характеризують попередню стадію ($Z_1 - Z_k$) та параметри, за допомогою яких можна керувати технологічним процесом стадії і які попередньо мають значення встановлені регламентом ($X_1^П - X_n^П$). Ці значення поступають на навчену нейронно-мережову прогнозуючу модель, яка визначає прогнозовані значення технологічних параметрів, які характеризують роботу стадії ($Y_1^П - Y_m^П$). Ці значення подаються у систему управління, яка порівнює ці значення зі значеннями технологічного регламенту ($Y_1^П - Y_m^П$). Якщо між ними є суттєва

різниця, система управління виробляє рекомендовані управляючі дії, які змінюють значення $X_1 - X_n$ таким чином, щоб нові прогнозовані значення параметрів ($Y_1^{П} - Y_n^{П}$) відповідали регламентованим значенням.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Штовба С.Д.* Проектирование нечетких систем средствами MATLAB/ С.Д. Штовба. — М.: Горячая линия — Телеком, 2007. — 288с.

2. *Хайкин С.* Нейронные сети: полный курс — Neural Networks: A Comprehensive Foundation. — 2-е. / Хайкин С.— М.: «Вильямс», 2006. — 1104 с.

Науковий керівник: І.В. Ельперін

18

СЕКЦІЯ

**ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

Голова секції — проф. В.В.САМСОНОВ
Секретар секції — ст. викл. О.В. ХАРКЯНЕН

Ауд. А-520

1. ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ КОГНІТИВНИХ КАРТ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ

Р.О. Бойко

Національний університет харчових технологій

Побудова когнітивних моделей (зокрема, нечітких когнітивних карт (НКК)) дозволяє не тільки наочно представити процеси, які протікають в складній динамічній системі, але й запропонувати раціональні механізми управління цими процесами. Оскільки задачі управління, які ми розглядаємо, відносяться до погано структурованих (тобто містять невизначеність в самому формулюванні вихідних даних, обмежень та цілей), їх вирішення потребує залучення додаткової інформації в формі експертних знань про предметну область, яка дозволяє в значній мірі «зняти» цю невизначеність.

Введемо наступні поняття [1, 2]. Під *метою управління* будемо розуміти приведення об'єкта управління (системи) в бажаний стан в умовах дії зовнішніх та внутрішніх збурюючих факторів, які характеризують стан середовища, чи отримання деякого бажаного результату діяльності. *Варіант рішення* (або просто *рішення*) — це можливий спосіб досягнення поставленої мети. Варіанти повинні бути взаємовиключними, або альтернативними, тому варіант рішення інакше називається *альтернативою*. Реалізація кожної альтернативи приводить до настання деяких наслідків (результатів), оцінка котрих здійснюється по одному або декільком *критеріям (показникам)*, які характеризують властивості альтернатив. В загальній постановці *задача прийняття рішень* полягає у виборі найкращої альтернативи, відповідно до уподобань *особи, яка приймає рішення* (ОПР).

Функції когнітивного моделювання на етапі прийняття управлінських рішень полягають в наступному:

– створюється когнітивна модель керованого об'єкта (системи);

- на основі цієї моделі (за допомогою алгоритмів навчання та адаптації) будується імітаційна модель об'єкта управління;
- будується множина правил (ЯКЦО-ТО) по управлінню об'єктом на основі сценарного підходу (методів ситуаційного управління);
- здійснюється вибір найкращої альтернативи та оцінка ефективності обраного способу управління з використанням когнітивної (імітаційної) моделі системи.

В основі сценарного підходу використовується поняття сценарію. Під **сценарієм** розуміється деяка послідовність дій, яка може привести до вирішення проблемної ситуації, що виникла [3, 4, 5]. Можливі три різні напрями моделювання сценаріїв:

- прогноз розвитку ситуації без будь-якого додаткового впливу на процеси в ситуації (ситуація розвивається сама собою);
- прогноз розвитку ситуації з обраним комплексом заходів (управлінь) (**пряма задача**);
- синтез комплексу заходів для досягнення бажаної зміни ситуації управління (**зворотна задача**).

Під **цільовими (базисними) факторами** розуміються фактори, які характеризують сутність проблеми. **Керуючі фактори** — це фактори, які є потенційно можливими важелями впливу на ситуацію, впливу на цільові фактори. Фактори, що спостерігаються (індикатори) — відображають та пояснюють розвиток процесів у проблемній ситуації та їх вплив на обстановку в цілому. Вибір можливих альтернатив, тобто комплексу заходів, які впливають на розвиток проблемної ситуації, зводяться до виконання наступних дій, з використанням НКК:

- включення до НКК додаткових концептів (керуючих факторів), які надають, на думку експерта, позитивний вплив на зміну ситуації;
- включення до НКК додаткових зв'язків (позитивних чи негативних), які передбачають введення нових (які не існували раніше) каналів впливу одних концептів на інші;
- зміну знаку чи сили існуючих зв'язків між концептами НКК.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Системный анализ и принятие решений*. Словарь-справочник: Учеб. пособие для вызов / Под ред. Н.В. Волковой, В.Н. Козлова. — М.: Высшая школа, 2004.
2. *Леденева Т.М. и др., Системы искусственного интеллекта и принятия решений: учеб. пособие* / Т.М. Леденева, С.Л., Подвальный, В.И. Васильев / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, Воронеж. техн. ун-т. — Уфа: УГАТУ, 2005.
3. *Трахтенгерц, Э.А.* Компьютерная поддержка принятия решений: научно-практич. издание. (Серия «Информатизация России на пороге XXI века»). — М.: СИНТЕГ, 1998.
4. *Максимов, В.И.* и др. Когнитивные технологии для поддержки принятия управленческих решений / В.И. Максимов, Е.К. Корноушенко, С.В. Качаев // Технологии информационного общества — 98. — М.: ИПУ РАН, 1999. — С. 11 – 18.
5. *Аверкин А.Н.* и др. Поддержка принятия решений в слабо структурированных предметных областях. Анализ ситуаций и оценка альтернатив / А.Н. Аверкин, О.П. Кузнецов, А.А. Кулинич, Н.В. Титова // Известия РАН. Теория и системы управления. — 2006. — № 1. — С. 139 – 149.

2. КОМПОНЕНТНО-ОРІЄНТОВАНЕ НАВЧАННЯ ГРАМАТИКИ СЛОВ'ЯНСЬКИХ МОВ (НА ПРИКЛАДІ ПОЛЬСЬКОЇ)

М.П. Костіков

Національний університет харчових технологій

Для створення ефективних електронних засобів навчання (ЕЗН) необхідно реалізувати в них механізм зворотного зв'язку та враховувати специфіку предметної області, тобто дисципліни, що викладається.

Зворотний зв'язок покликаний забезпечити адаптивність процесу навчання, гнучко керувати ним, визначаючи індивідуальні труднощі та потреби конкретного користувача й відповідним чином реагуючи на них. Цей принцип ефективно реалізовується в експертно-навчальних системах (ЕНС), що складаються з бази знань (БЗ) предметної області, розв'язувача, підсистеми пояснень, а також містять модель студента, завдяки якій враховують індивідуальні особливості того, хто навчається.

Вивчення іноземних мов має свою специфіку. Зокрема слов'янські мови споріднені до української. Важливим принципом при викладанні споріднених мов є врахування особливостей рідної мови того, хто навчається [1, с. 54]. Через великий відсоток спільної лексики, розвинену словозміну, складність морфології та синтаксису слов'янських мов особливого значення набуває вивчення граматики.

На жаль, як показав аналіз сучасних ЕЗН польської мови [2], в існуючих нині засобах недостатньо реалізований зворотний зв'язок (бракує пояснень, підказок; відсутній аналіз помилок користувача; історія навчання мало впливає на подальший хід курсу; частина вправ залишена на самоконтроль), а специфіка вивчення слов'янських мов враховується рідко.

Розв'язати ці проблеми може розробка ЕНС польської граматики, що спиратиметься на модель мови та забезпечуватиме набуття системних знань щодо застосування граматичних правил. Знання з морфології та синтаксису мови, що вивчається, містяться у відповідній БЗ, на основі якої можна створювати, розв'язувати, перевіряти та коментувати тренувальні й контрольні вправи. Це здійснюється за рахунок підсистеми пояснень. Ця складова ЕНС дозволяє користувачеві прослідкувати хід розв'язання задачі й пересвідчитися в обґрунтованості кожного кроку [3, с. 24]. Отже, правила словозміни та сполучення слів повинні бути не лише формально описані, а й представлені у зрозумілому вигляді, містити відповідні коментарі. Окрім того, необхідно структурувати знання таким чином, аби ЕНС могла пояснити процес розв'язання складних завдань крок за кроком.

Ідея компонентно-орієнтованого підходу полягає в такій організації навчального процесу, за якої попередні, раніше засвоєні знання і способи діяльності повинні використовуватися як новий інструмент для розв'язування завдань більш високого рівня [4]. Таким чином, при формалізації правил граматики серед них слід виділити елементарні, які необхідно вивчити спочатку, та ті, що потребують застосування знань, засвоєних раніше. Також необхідно визначити взаємозв'язки між елементами знань у моделі.

При розробці БЗ морфології нами було взято за основу та модифіковано підхід із використанням так званих «розумних парадигм», які при виборі граматичних

правил максимально аналізують саме слово [5]. Морфологічні та фонологічні правила в цій моделі винесено в окремі функції. Крім того, нами пропонується виділення окремих правил утворення конкретних граматичних форм, а також використання при словозміні інформації, що міститься у традиційних словниках, та додаткових ознак, зокрема походження слова. Все це дозволяє структурувати знання для ефективного логічного виведення в ЕНС та наблизити модель словозміни до реального процесу прийняття рішення людиною.

У моделі студента, на основі якої ЕНС діагностуватиме помилки користувача, аналізуватиме засвоєння матеріалу та керуватиме подальшим ходом навчання, також мають бути відображені відповідні елементи знань. У поєднанні з модулями управління та тестування така ЕНС забезпечить адаптивність та індивідуалізацію навчання студентів із урахуванням специфіки викладання слов'янських мов в українських ВНЗ.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Салистра И.Д.* Очерки методов обучения иностранным языкам. Система упражнений и система занятий / И.Д. Салистра. — М. : Просвещение, 1996. — 275 с.

2. *Костіков М.П.* Можливості сучасних електронних засобів навчання польської мови для вивчення граматики студентами / Микола Костіков // Наукові записки. Серія : педагогічні науки / Кіровоград. держ. пед. ун-т ім. В. Винниченка. — Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. — Вип. 108. — Ч. 1. — С. 206 – 209.

3. *Петрушин В.А.* Экспертно-обучающие системы / Петрушин В.А. ; отв. ред. А.М. Довгялло ; АН УССР. Ин-т кибернетики. — К. : Наукова думка, 1992. — 196 с.

4. *Співаковський О.В.* Типологічні ознаки рівнів навченості студентів у межах компонентно-орієнтованого підходу / Співаковський О.В. // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: зб. наук. пр. / К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2003. — Вип. 7. — С. 28 – 35.

5. *Détrez G.* Smart Paradigms and the Predictability and Complexity of Inflectional Morphology : Proceedings of the 13th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics, Avignon, France, April 23 – 27, 2012 / Grégoire Détrez and Aarne Ranta. — Avignon, 2012. — P. 645 – 653.

3. АНАЛІЗ ПЛАНУВАННЯ ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНИХ РЕМОНТНИХ РОБІТ НА ХЛІБОКОМБІНАТІ

Н.В. Ліманська

Національний університет харчових технологій

На кожному хлібопекарському підприємстві є база даних поломок та ремонтів, які відбувалися за звітний період. Для зменшення кількості позапланових ремонтів та підвищення ефективності і надійності роботи обладнання, доцільно оптимізувати всю систему планово-попереджувальних ремонтних робіт.

Системою планово-попереджувального ремонту (ППР) називається сукупність організаційних і технічних заходів по нагляду, обслуговуванню і ремонту обладнання, що проводяться профілактично, по заздалегідь складеному

плану з метою запобігання несподіваному виходу устаткування з ладу, підтримки його в постійній експлуатаційній готовності. Профілактичний характер системи ППР дозволяє підготуватися заздалегідь і забезпечити всім необхідним ремонт кожного елемента обладнання.

Всі роботи по обслуговуванню і ремонту устаткування при системі ППР підрозділяються на:

- 1) міжремонтне обслуговування;
- 2) періодичні профілактичні операції;
- 3) планові ремонти.

Міжремонтне обслуговування включає повсякденний догляд за устаткуванням. Правильна організація міжремонтного обслуговування дозволяє значно подовжити терміни служби устаткування, зберегти високу якість його роботи і здешевити планові ремонти. До догляду за устаткуванням відносяться: дотримання робітниками правил експлуатації, своєчасне регулювання механізмів і усунення дрібних несправностей. Ці роботи виконуються самими робітниками, обслуговуючими агрегати, черговими ремонтної служби (слюсарем, електриком, тощо). Операції міжремонтного обслуговування виконуються, не порушуючи процесу виробництва, оскільки проводяться під час перерв в роботі агрегатів (обідні, міжзмінні перерви).

Періодичні профілактичні операції включають в себе промивання устаткування, його перевірку на точність і огляд, зміну мастила. Ці операції здійснюються ремонтною службою по графіку ППР. Промиванню піддається устаткування, що працює в тяжких умовах забрудненості і запиленості. Промивання виконується в неробочий час, без простою устаткування. Зміна масла проводиться по спеціальному графіку і зазвичай поєднується з оглядом і плановими ремонтами. Перевірка устаткування на точність має на меті встановити стан устаткування, вузлів, деталей, знос яких викликає втрату точності.

Система ППР передбачає ділення ремонтів на малий, середній і капітальний. Малим називається мінімальний за об'ємом ремонт, при якому заміною або відновленням швидко зношуваних деталей і регулюванням механізмів забезпечується нормальна експлуатація устаткування до чергового планового ремонту. До швидко зношуваних деталей відносяться всі змінні деталі, термін служби яких рівний або менший міжремонтного періоду.

Середній ремонт, при якому шляхом заміни деталей відновлюються передбачені Гостом або технічними умовами точність, потужність і продуктивність устаткування на строк до чергового планового середнього або капітального ремонту.

Кожну лінію можна розглянути як систему, що відновлюється, з функцією відновлення $H(t)$ і густиною відновлення $h(t)$. $H(t)$ — середнє число відновлень системи на фіксованому проміжку часу, $h(t)$ — середнє число відмов в одиницю часу, причому $h(t) = H'(t)$.

Оцінка технічної якості обладнання для здійснення ремонту відбувається за векторним критерієм $F = (F_1, F_2)$.

Складові вектора F визначаються наступними рівняннями:

$$F_1 = \sum_{j=1}^n C_j b_j; \quad F_2 = \sum_{j=1}^n S_j b_j; \quad b_j = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases},$$

де C_j — коефіцієнт, який визначає степінь важкості ремонту j -го обладнання, характеризується видом ремонту (капітальний ремонт, терміновий ремонт, технічне обслуговування); S_j — коефіцієнт, який визначає степінь участі j -го обладнання в технологічному процесі; n — кількість обладнання, внесеного в план-графік ремонту на поточний місяць (рік); b_j — дискретна змінна, яка приймає два значення: 1 — якщо j -е обладнання ставиться в ремонт, 0 — у зворотному випадку.

Оптимізація здійснюється у множині допустимих станів системи з урахуванням наступних обмежень: обмеження по матеріальних ресурсах; обмеження по загальному часу на технологічну підготовку до ремонтних робіт; обмеження по кількості робітників, задіяних в i -му виді ремонтних робіт. Розв'язавши задачу з даними обмеженнями, можна оцінити ефективність проведення ремонтів вибраного обладнання підприємства.

Задачі такого характеру мають велику розмірність, тому необхідно вирішувати їх в діалоговому режимі за участі людини, яка приймає рішення. Це не гарантує отримання строго оптимального результату, але дозволяє врахувати основні з цілей управління.

ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник «Система технічного обслуговування і ремонту енергетичного обладнання» / А.І. Ящура — ЕНАС 2006. — 388 с.

4. АДАПТИВНІ ДИНАМІЧНІ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА КЕРУВАННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Т.В. Ярова

Національний університет харчових технологій

Пропонується технологія проектування адаптивних динамічних систем, що дозволяє синтезувати широкий спектр нових алгоритмів ідентифікації та керування в умовах невизначеності. Розглядається розвиток технології проектування адаптивних інтегрованих систем ідентифікації та управління з використанням методу інтегрованих моделей об'єкта управління і моделей об'єктів аналогів. В умовах невизначеності (недостатності та недостовірності вихідних даних і додаткових апріорних відомостей, багатокритеріальності задач, нестабільності зовнішнього середовища і т.п.) багато класичних та сучасних методів ідентифікації та управління не здатні досягати необхідного рівня якості. Оскільки зазначені умови невизначеності характерні для багатьох науково-технічних завдань, актуальним є розвиток нових методів та алгоритмів обробки інформації, ідентифікації.

Основою адаптивних динамічних систем ідентифікації та управління є відкриті динамічні інтегровані системи моделей виду:

$$\begin{cases} Y_t^* = F_0(t, Y_{t-\tau}^*, X_t^*, U_t^*, \xi_t), \\ \bar{V}_{jt} = \bar{F}_j(t, \bar{V}_{j(t-k)}, Z_{jt}, \eta_{jt}), j = \overline{1, m}; t, \tau, k = 1, 2, 3, \dots, \end{cases} \quad (1)$$

де $Y_t^*, Y_{t-\tau}^*, X_t^*, U_t^*$ — реалізації вихідних Y і вхідних U, X керованих і некерованих змінних об'єкта управління; $\bar{V}_{jt}, \bar{V}_{j(t-k)}$ — реалізації вихідних змінних моделей об'єктів аналогів, що представляють додаткові апріорні дані, експертні оцінки факторів зовнішнього середовища, їх прогнозні значення і т.д.; F, \bar{F}_j — динамічні моделі досліджуваного об'єкта і об'єкта аналога (в загальному випадку оператори), що об'єднують моделі стану об'єкта управління, початкові і граничні умови, а також моделі вимірювань; ξ_t, η_t — випадкові процеси, що представляють похибки вихідних даних, помилки додаткових апріорних відомостей. Змінні Z_j об'єктів аналогів можуть відповідати змінним об'єкта управління, а також представляти параметри, функції (функціонали).

Проектування адаптивних динамічних систем ідентифікації та керування в умовах невизначеності з позицій системного підходу можна представити як процес вибору оптимальної системи альтернатив, що полягає у формуванні вихідних даних, додаткових апріорних відомостей, експертних оцінок, динамічної системи моделей вигляду (1), її векторного показника якості, і рішення оптимізаційних задач.

Так, наприклад, при параметричному представленні об'єкта управління $Y_t^* = f_0(t, \alpha, Y_{t-\tau}^*, X_t^*, U_t^*, \xi_t)$ і моделей об'єктів аналогів $\bar{V}_{jt} = \bar{f}_j(t, \beta, \bar{V}_{j(t-k)}, Z_{jt}, \eta_{jt})$, з точністю до невідомих параметрів α, β , процедура вибору оптимальної системи альтернатив $Z_t(m) = \{\alpha, U_t, f_0, \bar{f} = \bar{f}_j, j = \overline{1, m}, \beta\}$ зводиться до вирішення оптимізаційних задач управління з ідентифікацією:

$$\begin{cases} \alpha_t^*(h_t, \beta_t) f_0^*, \bar{f}^* = \arg \min_{\alpha_t, f_0, \bar{f}} \Phi_1(\alpha_t, f_0, \bar{f}, h_t, \beta_t), h_t^*, \beta_t^* = \\ = \arg \min_{\alpha_t, \beta_t} J_0(\alpha_t^*, f_0^*, \bar{f}^*, h_t, \beta_t), \\ U_t^* = \arg \min_{U_t} \Phi_2(U_t, \alpha_t^*, f_0^*, \bar{f}^*, h_t^*, \beta_t^*). \end{cases} \quad (2)$$

Запис $\arg \min_x f(x)$ означає рішення задачі визначення мінімуму x^* функції $f(x)$ ($f(x^*) = \min_x f(x)$); $Z_t^*(m) = (\alpha_t^*, U_t^*, f_0^*, \bar{f}^*, h_t^*, \beta_t^*)$ — найкраща система альтернатив складності m ; Φ_1, Φ_2 — емпіричні функціонали якості, що складаються з показника якості моделі об'єкта управління J_0 і показників якості моделей об'єкта аналогів $\bar{J}_k, k = \overline{1, m}$; $h_t = (h_1, h_2, \dots, h_{mt})$ — вектор керуючих параметрів, що визначають значимість (вагу) додаткових апріорних даних $\bar{V}_{jt}, \bar{V}_{j(t-k)}, j = \overline{1, m}$.

Наведена оптимальна система альтернатив (2), за рахунок ускладнення системи (1), збільшення числа об'єктів аналогів m , володіє елементами самоорганізації і, отже, дозволяє підвищити якості систем ідентифікації та управління. При цьому забезпечується вирішення актуальних завдань:

- Створення ефективних процедур обліку і коректування неточно заданої різномірної додаткової апріорної інформації;
- Забезпечення стійкості рішення;
- Підвищення точності алгоритмів при малому обсязі вихідних даних;
- Формалізація та облік накопиченого досвіду і знань;
- Оптимізація рішень прикладних задач.

Запропонована технологія інтеграції інформації в рамках системи моделей (1) і оптимізації рішень виду (2), дозволяє синтезувати широкий спектр адаптивних динамічних алгоритмів ідентифікації та керування в умовах невизначеності з елементами самоорганізації для лінійних, нелінійних та непараметричних динамічних об'єктів управління.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Адаптивные* интегрированные системы идентификации и управления. Вопросы проектирования и развития / А.М. Кориков, В.Л. Сергеев, Д.В. Севостьянов, П.В. Сергеев // Электронные средства и системы управления: докл. междунар. науч.-практ. конф. — Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2005. — Ч. 2. — С. 58 – 61.
2. *Сергеев В.Л.* Интегрированные системы идентификации: учеб. пособие. — Томск: Изд-во НТЛ, 2004. — 238 с.
3. *Сергеев В.Л.* Идентификация систем с учетом априорной информации. — Томск: Изд-во НТЛ, 1999. — 146 с.
4. *Пантелеев А.В.* Методы оптимизации в примерах и задачах / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — М.: Высшая школа, 2002. — 544 с.

5. ГНУЧКІ МЕТОДОЛОГІЇ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ПРОЕКТУВАННІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

М.В. Гладка

Національний університет харчових технологій

Згідно міжнародному стандарту ISO/IEC 2382-1 інформаційна система — це система обробки інформації, що працює разом з організаційними ресурсами, а саме: персоналом, технічними засобами і фінансовими ресурсами, які забезпечують і розподіляють інформацію.

Створення, збереження і оброблення інформації здійснюється завдяки програмному забезпеченню системи. Досвід показує, що на розроблення програмного забезпечення інформаційної системи витрачається більша частина усього часу, виділеного на розроблення системи. Окрім того, слід взяти до уваги ту обставину, що в процесі створення системи у Замовника нерідко виникає потреба уточнити або розширити перелік задач, сформульованих на попередніх етапах створення системи. Тому про створення програмного забезпечення інформаційних систем доцільно використовувати гнучку методологію розроблення програмних продуктів.

Гучка методологія розроблення (англ. *Agile software development, agile-методи*) — серія підходів до розроблення програмного забезпечення, орієнтованих на використання ітеративного розроблення і динамічного формування вимог і забезпечення їх реалізації в результаті постійної взаємодії в середині створених робочих груп, що складаються з фахівців широкого профілю.

Гнучкі технології припускають безперервне здійснення процесу проектування, а не тільки на самому початку роботи над проектом. Модель виконання проекту можна представити у вигляді замкнутого кола, в якому кожен з етапів ґрунтується на попередньому (рис. 1). Один з основних принципів гнучких технологій

розробки програмного забезпечення — відмова від тривалого проектування перед початком роботи і виконання проектування на протязі всього виконання проекту.

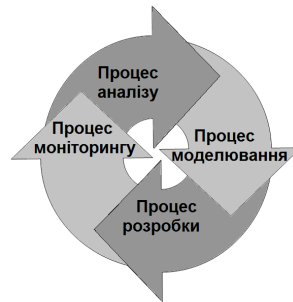


Рис. 1. Модель виконання проекту за гнучкою технологією

Розвиток програмного продукту поступово нарощується в процесі роботи команди розробників, до складу якої входять аналітики, розробники, тестувальники, дизайнери. На початку проекту виконується лише невелика частина роботи — формування загального уявлення. Для цієї мети в гнучких технологіях використовуються системні метафори, на основі яких формується Високорівнева схема проекту.

Стандартну технологію створення програмних продуктів, коли першим етапом являється чітке формування завдання на проектування, неможливо використовувати у випадках, коли вимоги до програмного продукту перед початком роботи остаточно не сформовані. Тобто в умовах неповної визначеності (замовник не до кінця усвідомив вимоги, що пред'являються, або розробники неправильно інтерпретували його побажання) спробувати виконати проектування, а потім, у відповідності з розробленим проектом реалізувати програмний продукт, то отриманий результат, як правило, не зможе задовольнити замовника.

Процес гнучкої розробки програмного забезпечення (рис. 2) складається з великої кількості дуже коротких циклів.

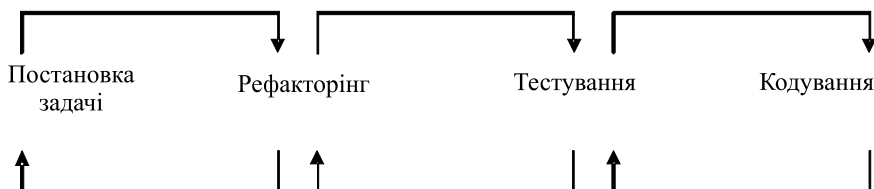


Рис. 2. Цикли в розробці програмного продукту в гнучких технологіях

Основні методика, на яких базується проектування в гнучких технологіях:

- простота дизайну;
- обов'язковий вибір метафори;
- використання CRC-карток (Class, Responsibilities and Collaboration Cards - Клас, Обов'язки, Взаємодія);
- використання пробних рішень для зменшення ризику;
- використання технологічних прототипів;
- використання принципу поступового розширення функціональності;
- рефакторинг;
- постійне інтегрування коду.

Результат робіт, виконаних протягом одного циклу, подається у вигляді окремої ітерації проекту. Після закінчення кожної ітерації команда виконує переоцінювання пріоритетів розробки і уточнює завдання на наступну ітерацію. Така послідовність дій дозволяє мінімізувати ризики і гнучко реагувати на будь-які зміни в проекті.

На сьогоднішній день не існує стандартної або єдиної методології BPM (Business Process Management — Управління бізнес-процесами), відповідно немає єдиної гнучкої методології.

ЛІТЕРАТУРА

1. agilemanifesto.org — Манифест гнучкої розробки програмного забезпечення.
2. dou.ua — А.Кривицький, стаття «Гнучкий підхід розробки ПО».
3. kv.by — К.Розумовський, стаття «Введение в гнучкую разработку программного обеспечения».

Науковий керівник: О.А. Хлобистова

6. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА БАГАТОРІВНЕВОЇ ІЄРАРХІЧНОЇ СИСТЕМИ МОДЕЛЕЙ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВСКРИШІ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Г.О. Грищенко

Національний університет харчових технологій

Особливість технологічних схем розрізів полягає в використанні на розкривних роботах транспортно-відвальних комплексів з екскаваторами безперервної дії. Для управління складними системами, з використанням комп'ютерних систем (КС), необхідно мати їх математичні моделі. Ці моделі дозволяють знати і прогнозувати поведінку об'єкта управління під дією команд управління. Обмежена область застосування комплексів, а також те, що в Україні не випускаються ланцюгові екскаватори, пояснює недостатню вивченість робочих процесів та відсутність економіко-математичних методів в плануванні та управлінні ними.

Для того, щоб керувати складними системами з застосуванням КС, якими є транспортно-відвальні комплекси, необхідно мати їх математичні моделі. Моделі, що реалізуються за допомогою КС, дозволяють знати і прогнозувати поведінку об'єкта управління під дією команд управління.

Загалом автоматизована система управління процесом вскриши корисних копалин розглядається як чотирьохрівнева ієрархічна система. Перший рівень — складає множину локальних підсистем, котрими є окремі агрегати (екскаватори). Кожна з цих підсистем має свої критерії оптимальності. Об'єднання локальних критеріїв окремих підсистем першого рівня відбувається через критерії підсистем другого рівня, котрими є ділянки. Критерії підсистем другого рівня об'єднуються шляхом введення відповідних критеріїв підсистем третього рівня, котрими є підприємства (розрізи). Критерії підсистеми третього рівня об'єднує критерії оптимальності функціонування паливно-енергетичного комплексу регіону і є глобальним критерієм функціонування системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Моисеев Н.Н. «Математические задачи системного анализа». — М.: Наука, 1981.
2. Урманцев Ю.А. «Общая теория систем: состояние, приложение и перспективы развития». — М.: Мысль, 1988.
3. Бурков В.Н. «Основы математической теории активных систем». — М.: Наука, 1977.
4. Налимов В.В., Чернова Н.Л. «Статистические методы планирования экстремальных экспериментов» — М.: Физматгиз, 1995.
5. Бусленко Н.П. «Математическое моделирование производственных процессов». — М.: Наука, 1995.
6. Новожилов М.Г. «Экономико-математическое моделирование параметров карьеров». — М.: Недра, 1992.

Науковий керівник: В.В. Самсонов

7. РЕАЛІЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПІДХОДУ В ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБАХ НАВЧАННЯ НА ОСНОВІ ВРАХУВАННЯ ПСИХОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

О.В. Школьна

Національний університет харчових технологій

«Без індивідуального підходу залізо іржавіє, не знаходячи застосування, стояча вода на холоді замерзає, а розум людини чахне»

Леонардо да Вінчі

Здійснення індивідуального підходу до студентів в електронних засобах навчання (ЕЗН) на основі врахування їх психологічних характеристик є ефективним засобом раціоналізації та інтенсифікації навчального процесу. Особливо актуальним такий підхід є для ЕЗН, що орієнтовані на самонавчання та дистанційну підтримку заочного навчання. В умовах відсутності безпосереднього контакту студента з викладачем враховувати їх індивідуальні особливості та створювати умови, що сприяють процесу сприйняття, має ЕЗН.

Щоб реалізувати індивідуальний підхід на основі врахування психологічних факторів, необхідно при розробці ЕЗН передбачити виявлення психологічних характеристик студента та відповідну адаптивну подачу навчального матеріалу. Так одним із способів досягнення поставленої мети є модель врахування психологічних характеристик студента на основі типів мислення. В моделі виділено чотири типи мислення: наочно-образний, словесно-логічний, абстрактно-символічний та предметно-дієвий. У відповідності до кожного із зазначених типів запропоновано чотири способи подачі навчального матеріалу (табл. 1).

Тип мислення	Нова інформація запам'ятовується у вигляді	Рекомендована форма подачі навчального матеріалу
словесно-логічний	понять	Словесна форма
абстрактно-символічний	структур та формул	Логіко-структурні засоби наочності
предметно-дієвий	набору дій	Інтерактивний зв'язок
наочно-образний	образів	Образотворчі засоби наочності та анімація

Говорячи про рекомендовану форму подачі навчального матеріалу, ми не маємо на увазі повне виключення інших форм представлення інформації, а лише бажане переважання відповідного способу представлення інформації.

Для визначення типу мислення студента, йому має бути запропоновано одноразово пройти тест «Тип мислення» (Методика визначення типу мислення в модифікації Г.В. Резапкіної), в залежності від результатів якого навчальний матеріал має бути представлено в тій чи іншій формі. Набір усіх варіантів подачі навчального матеріалу для кожного типу мислення має бути заздалегідь розроблений авторами (викладачами) курсу та розробниками адаптивної системи.

В подальшому цю модель можна розширити шляхом врахування в ній інших психологічних характеристик, таких як когнітивні стилі, репрезентативні стилі та ін.

Науковий керівник: В.В. Самсонов

8. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КВАЗОДОВІЛЬНИХ ЗАПИТІВ ДО ТЕМАТИЧНОЇ БАЗИ ДАНИХ ВІТРИННОГО РІВНЯ

А.В. Турчин

Національний університет харчових технологій

Архітектура сучасних інформаційно-аналітичних систем (ІАС) включає наступні 4 рівня:

– транзакційні або операційні БД. Містять дані про результати повсякденної діяльності системи;

– ETL — інструменти, призначені для отримання даних з транзакційних БД, їх «очищення», консолідації та подальшого завантаження в тематичні аналітичні бази даних наступних рівнів;

– сховища даних (Data Warehouse), призначені для організованого зберігання консолідованих даних;

– вітрини даних (Data Marts), призначені для проведення цільового аналізу.

З точки зору користувача-аналітика (КА) саме вітринні дані є безпосередніми інформаційними ресурсами, що використовуються для аналізу.

В залежності від складності формулювання запиту до тематичної БД з боку КА можливі різні типи запитів — «кнопкові» (КЗ), «параметричні» (ПМЗ), «довільні» (ДЗ).

За даними аналітиків компанії Forrester, яка займається дослідженням ринків, 86 % користувачів ІАС — звичайні користувачі та аналітики (споживачі кнопкових і параметричних запитів), 14 % користувачів займаються підготовкою інформації для 1-ї групи (адміністратори, програмісти, досвідчені користувачі), а 5 % — досвідчені користувачі-аналітики.

З наведених даних можна зробити висновок про те, що більшості КА, які не мають спеціальної підготовки, реалізація ПЗ в режимі on-line практично недоступна, а для невеликої частини досвідчених користувачів, здатних працювати з аналітичними системами, вона є фінансово затратною. У той же час завдання оперативного аналізу вимагають можливості швидкої реалізації ПЗ. У зв'язку з цим, становить практичний інтерес технологія реалізації запитів, що займають проміжне положення між КМЗ і ПЗ в сенсі функціональності з одного боку і оперативності доступу до даних — з іншого. Така технологія повинна дозволяти формувати і реалізовувати on-line-запити КА,

знайомого з предметною областю без залучення спеціально підготовлених осіб. Назвемо такі запити квазодовільними (КДЗ). В цілому мова йде про розширеному типі параметричних запитів, в яких користувач специфікує не тільки значення заздалегідь заданих параметрів, але і самі параметри та умови їх формування.

Інтерфейс КДЗ повинен вимагати від КА тільки наступні вимоги:

– розуміння предметної області тематичної БД і знання термінів, якими описується дана предметна область, вміння працювати з елементами Windows — меню, вікна, миша.

Від КА не повинно вимагатися:

- знання теорії реляційних баз даних;
- знання структури ТБД;
- знання мови SQL.

Загальна технологія побудови КДЗ включає наступну послідовність етапів.

Аналіз предметної області (ПрО) і побудова фреймової моделі ПрО, виділення фреймів (розділів ПрО) і слотів.

Визначення бізнес-правил, яким підпорядковуються значення слотів фреймової моделі ПрО.

Побудова реляційної моделі БД, відповідної фреймової моделі ПрО за допомогою CASE-засобів, — наприклад, Sybase PowerDesigner 9.

Створення тематичних представлень (TemaView), відповідних фреймів ПрО на природній мові (ПМ) в БД і опис їх в Sybase PowerDesigner 9. Тематичне представлення є віртуальною таблицею VIEW, яка описує відповідний фрейм фреймової моделі.

Створення бізнес-правил для атрибутів TemaView, відповідних слотів ПрО на ПМ, і опис їх в Sybase PowerDesigner 9.

Таким чином, технологію створення КДЗ можна умовно розділити на дві частини. Результатом виконання етапів першої частини (пп. 1 – 4) є фреймова модель ПрО і створена на її основі реляційна модель тематичної БД. Друга частина технології (пп. 5 – 7) дозволяє побудувати інтерфейс користувача для роботи з КДЗ.

Висновок. Інтерфейс користувача, що створюється на основі описаної технології та інструментарію, дає можливість експерту-аналітику ІАС самостійно формувати запити та отримувати необхідну інформацію щодо ПрО, для якої попередньо побудована відповідна фреймова модель. Створення такої моделі «охоплює» найбільшу кількість потенційних запитів, та є лише творчим етапом, і його вдала реалізація багато в чому залежить від кваліфікації, досвіду і навіть інтуїції як адміністратора (розробника), так і експерта — аналітика, майбутнього користувача системи. Цей етап є досить складним та потребує додаткових досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Волков И.* Архитектура современной информационно-аналитической системы [Электронный ресурс] / И. Волков, И. Галахов // Директор ИС. — 2002. — № 3. Режим доступа: <http://citforum.ru/consulting/BI/ias>.

2. *Оксанич И.Н.* Квазипроизвольные запросы к базам данных и информационная модель их реализации / И.Н. Оксанич // Математичні машини і системи. — 2010. — № 3. — С. 45 – 52.

3. *Литвинов В.А., Оксанич И.Н., Ходак В.И.* «Технология и инструментарий гиперпараметрических (квазипроизвольных) запросов к тематической базе данных».

Науковий керівник: В.А. Литвинов

9. ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУДОМІСТКОСТІ ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАПИТУ ДО ІНФОРМАЦІЙНО-ПОШУКОВОЇ СИСТЕМИ ЗА КЛЮЧОВИМИ СЛОВАМИ

М.М. Костоґриз

Національний університет харчових технологій

Один з найбільш поширених швидких способів доступу користувача до різноманітних інформаційних ресурсів полягає в завданні ключових слів (КС), з яким через деякий базовий словник (БС) пов'язані індекси та ресурси (у найпростішому випадку ресурсом може виступати сам словник, доповнений атрибутами, що характеризують кожне слово). Типовим механізмом підвищення ефективності (usability) інтерфейсу користувача (ІК) таких систем пошуку є покрокова підказка можливих варіантів ключового слова, які мають спільний початок з введеними символами.

Цікавим постає питання про вибір обсягу m «порції» (сторінки) підказки в контексті оцінки впливу значення m на основні параметри, що визначають продуктивність ІК.

Трудомісткість конкретного акту введення, аналізу підказки та ідентифікації ключових слів залежить від:

кількості введених символів v , достатніх для ідентифікації ключових слів;
сумарної кількості слів M , переглянутих користувачем у v порціях підказки.

Таким чином, загальний вираз, що визначає очікуване значення трудомісткості H інтерфейсу, може бути представлений в наступному вигляді:

$$H = \alpha \bar{v} + \beta \bar{M} + \gamma \approx \alpha \bar{v} + \beta \bar{M}, \quad (1)$$

де \bar{v}, \bar{M} середні значення v, M ; α — коефіцієнт питомої трудомісткості операцій введення символів КС; β — коефіцієнт питомої трудомісткості операцій візуального аналізу слів підказки; γ — константа трудомісткості підтвердження вибору ($\gamma \ll \alpha \bar{v} + \beta \bar{M}$).

Для конкретизації (1) можуть бути використані результати побудови та дослідження ідеалізованої логіко-ймовірнісної моделі покрокової підказки (LP — моделі), що встановлює залежності між значеннями і первинними параметрами інтерфейсу в рамках вихідних припущень:

– про випадковий характер розподілу реальних значень слів БС серед всіляких значень комбінацій символів в алфавіті;

– про апроксимації функції затребуваності інформаційних ресурсів (упорядкованих ймовірностей звернень до слів БС) безперервною функцією.

Мета досліджень полягає в моделюванні процесу підказки в реальній інформаційно-пошуковій системі (ІПС) з багатозначними відносинами «ключові слова — ресурс» для встановлення орієнтовних залежностей і кількісних співвідношень між істотними (в контексті даного питання) параметрами покрокової підказки.

Експерименти мають бути проведені у глобальних ІПС: Google, Yandex.ru, Yahoo, Rambler, Ukr.net тощо. Необхідно спланувати експерименти, оцінити статистичну адекватність результатів, узагальнити результати для різних ІПС та браузерів, співставити з теоретичними розрахунками моделей.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Литвинов В.А.* Логико-вероятностная модель пошаговой подсказки в интерфейсе пользователя поисковой системы по ключевому слову / В.А. Литвинов, С.Я. Майстренко, И.Н. Оксанич // Математичні машини і системи. — 2011. — № 2. — С. 41 – 49.
2. *Kieras D.* Using the Keystroke-Level Model to Estimate Execution Times, University of Michigan [Електронний ресурс] / D. Kieras. — Режим доступу: <http://www.eecs.umich.edu/people/rchong/kieras/GOMS/KLM.pdf>.
3. *Оксанич И.Н.* Модель декомпозиции ментальных операторов в проблемно-ориентированном интерфейсе пользователя и ее экспериментальное исследование / И.Н. Оксанич // Математичні машини і системи. — 2010. — № 1. — С. 105 — 112.
4. *Ушаков Д.Н.* Орфографический словарь / Д.Н. Ушаков, С.Е. Крючков. — Минск: Изд-во Академии наук БССР, 1950. — 197 с.
5. *Интеллектуализованный* интерфейс пользователя информационно-поисковой системы в задаче поиска по ключевому слову («образцу») с упреждающей подсказкой / Г.Е. Кузьменко, В.А. Литвинов, С.Я. Майстренко [и др.] // Математичні машини і системи. — 2011. — № 1. — С. 61 – 71.
6. *Литвинов В.А.* Модель прицельной подсказки в интерфейсе пользователя и некоторые особенности ее применения / В.А. Литвинов, С.Я. Майстренко, И.Н. Оксанич // «System Analysis and Information Technologies»: 12th International Conference, SAIT 2012. Proc. — Kyiv, 2012. — P. 372 – 373.
7. *Тлумачний* словник з інформатики / Г.Г. Півняк, Б.С. Бусигін, М.М. Дівізінюк [та ін.]. — Д.: Нац. гірнич. ун-т, 2008. — 599 с.

Науковий керівник: В.А. Литвинов

10. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МЕТОДІВ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НЕБАЖАНИХ ДІЙ КОРИСТУВАЧА САПР БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ (НА ПРИКЛАДІ ТОВ «ЛРА СОФТ»)

А.С. Бідненко

Національний університет харчових технологій

Інженер-проектувальник будівельних конструкцій, зазвичай, має справу з великими проектами, діагностика яких проходить вже під час безпосереднього розрахунку, що припиняється при виявленні небажаних даних. І користувач знову має повертатися до режиму введення даних. Таким чином користувач витрачає багато часу на виправлення вхідних даних. Більш того, якщо небезпечна помилка у розрахунку не буде своєчасно виявлена, можливі взагалі катастрофічні наслідки. Тому дослідження та розроблення методів попередження небажаних дій проектувальника, представлення їх у вигляді цілісної системи є актуальними завданнями. Центральною частиною такої системи має бути база знань відносно помилковості, небезпечності значень певних даних та їхніх сполучень.

В основу побудови бази знань, що визначає правила небезпечності (несуперечності) даних (ПН-правила), покладені наступні поняття і терміни що більш строго описують зміст і форми завдання погодженості даних.

Для деякої множини кортежів A_1, \dots, A_k існує таке відношення R на множині U , яке прийнято називати підмножиною U_R множини U . Змістовна сутність такого визначення полягає у тім, що завдання підмножини U_R у множині U визначає, які значення кортежів A_1, \dots, A_k знаходяться у відношенні R . Виходячи з цього визначення, погодженими будемо називати ті значення елементів ІБ A_1, \dots, A_k , що знаходяться в заданому ПН — правилом відношення R .

Підмножину U_R (а також і відношення R) можна задавати явно (переліком значень) і неявно — указівкою визначеної властивості, якою володіють значення U_R . У першому випадку ПН — правило базується на єдиному операторі приналежності до множини (\in), у другому — на більш складних мовах, що описують властивості, якими повинні володіти погоджені елементи кортежів A_1, \dots, A_k .

Універсальним апаратом опису властивостей різних об'єктів і відносин між ними є логіка предикатів. Так, K -арне відношення R може бути виражене через K -елементний предикат $P(A_1, \dots, A_k)$, для якого справедливе рівняння $P(A_1, \dots, A_k) = 1$, коли елементи кортежу A_1, \dots, A_k знаходяться у відношенні R .

Поєднуючи обидва способи завдання R , досить наочним і зручним для наступної обробки буде представлення предикату P в вигляді послідовності логіко-арифметичних співвідношень ЛАС, що складаються з елементарних предикатів p , а також визначають відносини між окремими елементами кортежу та/або їхню приналежність до визначеної «еталонної» множини.

Значення елементів p можуть піддаватися:

- операціям локалізації і перетворення типу from, of, where, link;
- логічним операціям типу =, \neq , >, and, or, \in і т.п.
- арифметичним операціям типу +, -, / і т.п.

Кілька предикатів p можуть бути об'єднані в більш «ощадливі» конструкції типу IF-THEN-ELSE, що зменшують загальну кількість ПН — правил, а операції локалізації винесені з предикату.

Висновки. Метою дослідження є аналіз та розробка методів і засобів попередження небажаних дій користувача САПР будівельних конструкцій, що працює в середовищі програмного комплексу ЛПА. Вихідними даними вважаються ретроспективні дані, що несуть в собі інформацію про суперечність або некоректність введених користувачем даних, що унеможливають подальшу роботу системи. Створення бази знань про можливі помилки, оброблення вихідних даних з метою їх візуалізації є основними завданнями, виконання яких дозволить користувачеві запобігти можливим небезпечним наслідкам, зменшити час виправлення небажаних помилок та надасть можливість використання накопичених даних, як у довідковому сенсі, так і у навчальному.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гаврилова Г.П. и др. Базы знаний интеллектуальных систем // Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2000.
2. Гаврилова Г.П. Логический подход к искусственному интеллекту. М.: Мир, 1990.
2. Наумов А.Н. Системы управления базами данных и знаний. М., 1991.
3. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему. М, 1991.
4. Эндрю А. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1985.

Науковий керівник: В.А. Литвинов

11. МЕТОДИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСАХ

В.О. Ханін

Національний університет харчових технологій

Питання про захист інформаційного обміну грає сьогодні важливу роль у сфері високих технологій. Величезний мегаполіс ІТ побудований на всесвітніх річках даних із різних точок планети. Її виробляють, обробляють, продають і, на жаль, найчастіше крадуть.

Говорячи про інформаційну безпеку, нині мають на увазі, власне, безпеку комп'ютерну. Справді, інформація, яка перебуває на електронних носіях, грає дедалі більшу роль у житті сучасного суспільства. Вразливість такої інформації обумовлена цілою низкою чинників: величезні обсяги інформації і можливість анонімного доступу, все це є причиною для так званих «інформаційних диверсій». Тому завдання забезпечення захищеності обміну інформації у комп'ютерному середовищі є набагато складнішою проблемою, ніж, скажімо, збереження таємниці традиційної поштової листування.

Якщо казати про різні підходи до вирішення проблеми захисту інформаційного обміну на різних рівнях систем (державному або місцевому), то у наш час такі відмінності або несуттєві, або просто більше не існують. Підходи для забезпечення безпеки в автоматизованих промислових комплексах майже не відрізняються від підходів забезпечення безпеки у локальній мережі на маленькому підприємстві.

Отже, завданням даного дослідження є:

Визначити, захищеність обміну інформації.

Виявити проблеми сучасної інформаційної безпеки.

Розглянути види інформаційної безпеки.

Предметом дослідження є проблема захисту інформаційного обміну.

У наш час сукупність методів і засобів захисту інформації включає програмні й апаратні засоби, захисні перетворення та організаційні заходи.

Апаратний, або схемний, захист полягає в тому, що в приладах ЕОМ та інших технічних засобах обробки інформації передбачається наявність спеціальних схем, що забезпечують захист і контроль інформації, наприклад, схеми контролю на парність, які контролюють правильність передачі інформації між різними приладами ЕОМ, а також екрануючими приладами, що локалізують електромагнітні випромінювання.

Програмні методи захисту — це сукупність алгоритмів і програм, які забезпечують розмежування доступу та виключення несанкціонованого використання інформації.

Таким чином, у наш час найбільш небезпечними з погляду шкоди є помилки користувачів, які трапляються через необачність персоналу з правами доступу. Вочевидь, щонайрадикальнішим способом боротьби з ненавмисними помилками є максимальна автоматизація та суворий контроль над правильністю процедур, що виконуються.

На другому місці за розмірами втрат знаходяться крадіжки інформації конкурентами, або підробка її для зупинення або сповільнення роботи промислового

комплексу. У багатьох випадках під час розслідування подібних випадків винуватцями були самі співробітники, які добре знали системи безпеки. Це означає, що внутрішня загроза є найнебезпечнішою.

Методи і засоби захисту інформації:



ЛІТЕРАТУРА

1. *Кормич Б.А.* Інформаційна безпека: організаційно-правові основи: Навч. посібник. — К.: Кондор, 2004. — 384 с
2. *Зайченко Ю.П.* Комп'ютерні мережі: Навчальний посібник. — К.: Слово, 2003. — 286 с. — 20.00.
3. *Лозікова Г.М.* Комп'ютерні мережі. — К.: Центр навчальної літератури, 2004. — 128 с.
4. *Юринець В.Є., Юринець Р.В.* Комп'ютерні мережі. Інтернет. — Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2006.
5. *Буточнов О.М., Гончар Г.В., Дервянко С.М., Короленко М.П.* Захист інформації в комунікаційній мережі зв'язку ЄДАПС. // К.: Вісті Академії інженерних наук України. 2005, № 2, с. 37 – 58;
6. *Конявский В.А.* Методы и механизмы аппаратной безопасности // Безопасность информационных технологий. — 1999. — № 1. — 1,9 п. л.

Науковий керівник: Ю.Г. Савченко

12. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Ю.О. Кузнєцова

Національний університет харчових технологій

Останнім часом характерною є тенденція підвищення значення інформаційних систем. Інформаційні системи лежать в основі функціонування більшості бізнес-процесів, систем комерції та фінансів. З ростом значення та складності інформаційних промислових комп'ютерних систем все більшого значення набувають вимоги до їх надійності.

Така ситуація призвела до появи різноманітних методів, направлених на збільшення надійності та відмовостійкості промислових комп'ютерних систем. Розвиток цих методів відбувається безперервно на всіх рівнях від фізичного до логічного та програмного. Знаходять застосування все більш складні та надійні алгоритми резервування та захисту апаратної та програмної складових систем. Для кращого розуміння існуючих рішень проблеми необхідно провести їх систематизацію та визначити подальший розвиток.

З організаційної точки зору усю сукупність заходів, направлених на підвищення надійності, доцільно розділити на чотири класи: запобігання відмовам, забезпечення відмовостійкості, усунення відмов та їх передбачення.

Для підвищення надійності комп'ютерних промислових систем необхідно забезпечити надійність програмного забезпечення. Для цього доцільно провести детальний аналіз методів резервування та засобів автоматичного контролю за правильністю виконання обчислювальних процесів та визначити, яку із існуючих методик доцільніше застосовувати для забезпечення надійності.

При розгляді апаратних засобів забезпечення надійності, в першу чергу, варто з'ясувати всі складові, що забезпечують нормальне безвідмовне функціонування комп'ютерної системи. Кожна із складових реалізується актуальними на сьогодні технологіями та розробками у галузі, такими як мережі SDH, технологія RAID, відмовостійкі обчислювальні системи TANDEM.

Забезпечення необхідного рівня надійності системи потребує вирішення спеціального комплексу задач на етапах розробки системи, підготовки персоналу та під час експлуатації системи. При цьому кожна система характеризується різним рівнем вимог до надійності, існує також можливість виникнення критичних ситуацій, які можуть привести до порушення функціонування системи. Аналіз надійності комп'ютерних систем показує, що приблизно 40 – 45 % всіх відмов виникає через помилки на етапі проектування, 20 % помилок, допущених при розробці, 30 % від неправильної експлуатації і 5 – 10 % від природного зносу і старіння.

Таким чином, можна сказати, що задля забезпечення надійності комп'ютерних промислових систем існує широкий арсенал методів. Тому при проектуванні високонадійної комп'ютерної системи необхідно провести їх всебічний аналіз та обґрунтування вибраних засобів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Локазюк В.М., Савченко Ю.Г.* Надійність, контроль, діагностика, і модернізація ПК. — К.: Видавничий центр «Академія», 2004. — с. 376.
2. *Коваленко И.Н., Кузнецов Н.Ю.* Методы расчета высоконадежных систем. — М.: Радио и связь, 1988. — 176 с.
3. *Коваленко И.Н.* Исследования по анализу надежности сложных систем. — К.: Наук. думка, 1975. — 210 с.
4. *Голинкевич Т.А.* Прикладная теория надежности. М.: Высшая школа, 1985.
5. *Методы моделирования и оценки качества и надежности программного обеспечения: учеб. пособие / В.С. Харченко, В.В. Скляр, О.М. Тарасюк.* — Х.: ХАИ, 2004. — 159 с.
6. *Надежность и отказоустойчивость компьютерных средств и систем: учеб. пособие / В.С. Харченко, И.В. Лысенко, О.М. Тарасюк.* — Х.: ХАИ, 2007. — 44 с.
7. *Метод оценивания надежности программных средств с учетом вторичных дефектов / О.Н. Одарущенко, А.А. Руденко, В.С. Харченко //* Радіоелектронні і комп'ютерні системи. — 2012. — № 7 (59). — С. 294 – 300.

Науковий керівник: Ю.Г. Савченко

13. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МУЛЬТИДОМЕННОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОНТЕНТОМ САЙТУ

А.Ю. Рудь

Національний університет харчових технологій

Питання створення сайтів в наш час є дуже актуальним і користується великим попитом, оскільки створення сайтів може бути прибутковою справою, яка приносить значний дохід. Створення сайтів давно перестало бути складною справою, тепер не обов'язково знати мову програмування PHP, мову розмітки HTML та каскадні таблиці стилів. Одним з найпопулярніших методів при створенні сайту є використання існуючої системи управління контентом, яка значно спрощує процес створення та оптимізації.

Системи управління контентом, їх ще часто називають CMS (Content Management System), являють собою інформаційну систему або комп'ютерну програму для забезпечення і організації спільного процесу створення, редагування і управління контентом сайту.

Найпопулярнішими системами на даний момент є WordPress, Joomla, DLE і Drupal, що займають одні з лідируючих позицій на ринку та поширюються абсолютно безкоштовно, що є дуже істотною перевагою. Крім поширення ці системи постійно оновлюються, так само безкоштовно. Володіючи високою якістю виконання, привабливим дизайном і хорошою оптимізацією для розкручування сайту, ці системи є лідерами на ринку систем управління контентом.

В ході дослідження ефективності використання найпопулярніших систем управління контентом сайту на 10 різноманітних сайтах протягом великого проміжку часу було виявлено основні недоліки таких систем:

- предметна область обмежена тими об'єктами, які передбачені в CMS;
- основна логіка роботи програми визначена розробниками CMS. Внесення змін в логіку роботи системи є дуже проблематичною;
- зайва універсальність призводить до надмірного функціоналу;
- система постійно піддається вірусним атакам, оскільки має відкритий вихідний код і є дуже популярною.

В результаті було прийнято рішення щодо розробки власної системи управління контентом сайту з функцією конвертування вихідної БД і використанням шаблонів DLE з мінімальним внесенням змін до них.

Основні задачі та цілі для розробки власної системи управління контентом сайту:

- забезпечення мультидоменності системи;
- забезпечення мінімального навантаження на сервер при роботі системи;
- кешування даних;
- розробка унікального захисту від роботів;
- забезпечення конфіденційності вихідного коду;
- розробка можливості швидкої заміни існуючої системи DLE на сайті.

При вирішенні поставлених задач були використані такі основні засоби та технології:

- вільне інтегроване середовище розробки NetBeans IDE;
- засіб моделювання MySQL Workbench;
- мови програмування PHP, JavaScript;
- бібліотека dbsimple;

- технологія Ajax;
- бази даних MySQL, Redis;
- схема використання декількох шаблонів проектування MVC;
- об'єктно-орієнтоване програмування в PHP.

В результаті розробки було створено мультидоменну систему управління контентом сайту RDLE (Replace DLE) з мінімальним навантаженням на сервер та функцією конвертації вихідної бази даних DLE. Дана система відповідає всім вимогам, сформованим на етапі постановки задачі та цілей розробки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ботт Эд. Разработка веб-сайтов. — М., 2004.
2. Мансфильд Рон. Делаем качественный сайт. К., 2001.
3. Спейнауэр С., Куэрсиа В. Справочник Web-мастера. — К: «BHV», 1997.
4. Яргер Р., Риз Дж., Кинг Т. MySQL и mSQL. Базы данных для небольших предприятий и Интернета. — СПб: Символ-Плюс, 2000.
5. Холзнер С. Perl: специальный справочник. — СПб: «Питер». 2000.
6. Ратишлльер Т., Геркен Т. PHP5: разработка Web-приложений. — СПб: Питер, 2001.
7. Томсон Л., Веллинг Л. Разработка Web-приложений на PHP и MySQL. — К.: «ДиаСофт», 2001.

Науковий керівник: Ю.Г. Савченко

14. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ СТЕГАНОГРАФІЧНОГО МЕТОДУ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ У ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ

М.В. Серветник

Національний університет харчових технологій

В сучасному інформаційному суспільстві велика кількість послуг забезпечується за допомогою комп'ютерних мереж та інформаційних технологій, невіддільний розвиток яких надзвичайно загострює питання інформаційної безпеки. Інформація, що представлена в цифровому вигляді, має бути надійно захищена від багатьох загроз: несанкціонованого доступу, підробки, витоку, порушення ліцензійних угод стосовно копіювання і таке інше. Тому особливого значення сьогодні набуває проблематика ефективних методів захисту інформації, зокрема розробка методів захисту інтелектуальної цифрової власності.

Найбільшого розвитку в Україні та світі здобула така наука про методи забезпечення конфіденційності та автентичності інформації, як криптографія. Але в ряді країн світу введені обмеження на використання криптозасобів. Крім того існують важливі задачі інформаційної безпеки, що є нерозв'язними криптографічними методами, і зокрема вони мають місце тоді, коли потрібно приховати сам факт існування конфіденційної інформації. Тому важливим і актуальним є розвиток методів комп'ютерної стеганографії та привернення уваги дослідників України до цієї науки.

Предметом вивчення комп'ютерної стеганографії є такі технології, які приховують інформацію у потоках оцифрованих сигналів та реалізуються на базі комп'ютерної техніки і програмного забезпечення в рамках окремих обчислю-

вальних систем, корпоративних чи глобальних мереж. Ця наука інтегрує в собі здобутки криптографії, теорії інформації, теорії ймовірності та математичної статистики, теорії дискретних ортогональних перетворень, цифрової обробки сигналів та зображень, розпізнавання образів та ін. Зауважимо, що існує підхід, згідно якому стеганографічні системи розглядаються як узагальнення криптографічних.

Класичною задачею комп'ютерної стеганографії є організація таємної комунікації. В даному випадку об'єктом інформаційного інтересу виступає лише таємне повідомлення, що вкраплюється у типовий для даного відкритого каналу зв'язку цифровий контейнер (як правило, це мультимедійний об'єкт). Комп'ютерні мережі, зокрема інтернет, та курсуючі ними надзвичайно великі об'єми даних, суттєва частка яких є надлишковими, відкривають зручний шлях для організації таємної комунікації «під прикриттям» типової відкритої інформації, якою обмінюються користувачі.

Реалізовані програмні засоби приховування інформації, наприклад, Steganos, Outguess, Jsteg, Steghide, Jphs, S-Tools та ін. є нескладними у використанні та здатні створити стеганоканал з високою пропускною здатністю. Але, як правило, вони використовують різні модифікації методу найменшого значущого біту (НЗБ). І так як поряд із стеганографічними, хоча й з певним відставанням, розвиваються методи стеганоаналізу, отримані з використанням НЗБ стеганоконтейнери в частині випадків можуть бути виявлені сучасними стеганоаналітичними методами. Таким чином, актуальною є розробка принципово нових методів прихованої передачі даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Грибунин В.Г.* Цифровая стеганография / В.Г. Грибунин, И.Н. Оков, И.В. Туринцев; — М: СОЛОН-Пресс, 2002. — 261 с.

2. *Генне О.В.* Основные положения стеганографии // Защита информации. Конфидент — 2000. № 3 — 56 с.

3. *Жельников В.* Криптография от папируса до компьютера / В. Жельников. — М. : АБФ, 1997. — С. 12 – 15.

4. *Conway M.* Steganography, Signals Intelligence, and Terrorism // Knowledge, Technology and Policy. — 2003. — V.16, №2. — P. 45 – 47.

5. *Шелков В.А.* История «Микроточки» // Журнал «Специальная Техника». — № 4/5 — 1999.

Науковий керівник: Ю.Г. Савченко

15. ПРОБЛЕМА РОЗПОДІЛУ СПЕЦІАЛІСТІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАДАЧ ЕФЕКТИВІНСТЬ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ

В.Ю. Чепелев

Національний університет харчових технологій

Актуальність теми дослідження. В даний час економічний розвиток підприємства визначається не стільки технологією виробництва, розміщенням виробничих сил, організаційно-економічними складовими і обсягом інвестицій, скільки забезпеченістю підприємства компетентним, ініціативним персоналом, здатним брати на себе відповідальність за досягнення цілей підприємства та приймати оптимальні рішення в складній і мінливій обстановці, а також наявністю системи

ефективного управління персоналом в організації. Ці чинники все частіше відіграють домінуючу роль у процесах конкурентної боротьби і є засобом забезпечення ефективної діяльності підприємства. Крім того, управління персоналом є одним з найважливіших напрямків в стратегії сучасної організації, оскільки в умовах розвитку високо технологічного виробництва роль людини зростає, і до її здібностей, рівню знань і кваліфікації пред'являються все більш високі вимоги.

Ефективне управління персоналом на підприємстві неможливо без чіткого механізму оцінки ефективності управління, що дозволяє встановити дійсну ситуацію на підприємстві, виявити слабкі місця і дати рекомендації для її покращення.

Таким чином, залежність успіху підприємства від його працівників обумовлює необхідність вдосконалення механізму оцінки ефективності управління персоналом, що є основою ефективного використання трудових ресурсів організації.

Проблематика. Питання ефективності діяльності персоналу, такі як підбір, розстановка, перепідготовка кадрів, навчання, підготовка керівників, мотивація до праці, а також аналіз трудових процесів є предметом наукових досліджень. Однак багато проблем, пов'язаних з ефективністю управління персоналом, не можна визнати достатньо розробленими. В даний час немає єдиного підходу до оцінки ефективності системи управління персоналом. Це пов'язано з тим, що саме поняття такої системи з'явилося недавно, а також зі складністю і багатоаспектністю проблеми. Відсутність обґрунтованої концепції оцінки ефективності управління персоналом робить проблему актуальною.

Теоретико-методологічні, методичні питання управління персоналом на підприємстві та підвищення ефективності його діяльності були і залишаються предметом постійних наукових досліджень.

Матеріал дослідження. Перехід на ринкові відносини, ускладнення економічних зв'язків, науково-технічний прогрес, а також інтенсивний розвиток продуктивних сил призводить до необхідності зміни методів праці, що вимагає більш налагодженої структури управлінських органів, діяльність яких спрямована на підвищення ефективності управління персоналом підприємства. Однак, для того, щоб визначити наскільки ефективною є система управління персоналом, необхідно адаптувати наявні або виробити нові методики для оцінки ефективності управління персоналом.

Оцінку ефективності управління персоналом можна визначити як систематичний, формалізований процес, спрямований на вимір витрат і вигод, пов'язаних з програмами діяльності управління персоналом для співвіднесення їх результатів з підсумками базового періоду і цілями підприємства.

Система оцінки ефективності управління персоналом на підприємстві заснована на інформації про працівників: показники продуктивності, кваліфікаційні, професійні, статево-вікові характеристики, просування по службі, новаторська активність, а також медичні та психологічні параметри.

Проведення оцінки ефективності управління персоналом на підприємстві дозволить:

- поліпшити функціонування управління персоналом через забезпечення їх засобами вирішення питань про те, коли необхідно припинити, а коли підсилити якусь діяльність;
- визначити реакцію з боку менеджерів нижчої ланки на ефективність управління персоналом;
- допомогти управлінню персоналом вносити свій внесок у досягнення цілей підприємства.

Методи оцінки ефективності управління персоналом ділять на три групи: кількісні, якісні (або описові) і комбіновані (або проміжні). Найбільшого поширення набули кількісні методи: бальний, коефіцієнтний і бально-коефіцієнтний. Їх перевагами є об'єктивність, незалежність особистого ставлення експертів до фахівця, можливості формалізації результатів, порівняння параметрів, систематизації результатів і використання математичних методів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Полянов В.П., Воробьева И.С. «Вісник Хмельницького національного університету. Т.3. Економічні науки» — 2009. — № 6. — С. 188 – 191.

Науковий керівник: А.М. Сільвестров

16. ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЦЕНТРУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

І.А. Фоменко

Національний університет харчових технологій

Сьогодні комп'ютерна техніка розвивається швидкими темпами і впроваджується у всіх сферах життя суспільства. У зв'язку з цим виникла значна потреба у спеціалізованих центрах інтелектуальних комп'ютерних систем.

Національний університет харчових технологій — потужний навчально-науковий комплекс, знаний і глибоко шанований не лише в Україні, але й далеко за її межами. Це один з небагатьох в Україні вищих технічних закладів освіти, у яких здійснюється підготовка висококваліфікованих фахівців різних освітньо-кваліфікаційних рівнів — від «молодшого спеціаліста» до «магістра», і тому він має складну структуру внутрішнього комп'ютерного забезпечення.

Обслуговуванням, налагодженням та установкою цього обладнання займається центр інтелектуальних комп'ютерних систем університету (ЦІКС). ЦІКС надає широкий спектр послуг з технічного обслуговування, спрямованих на підтримку постійної працездатності НУХТ. Щоб забезпечити стабільну безперервну роботу НУХТ, центр інтелектуальних комп'ютерних систем повинен функціонувати ефективно. Для покращення роботи ЦІКС пропонуємо такі впровадження:

- регулярне та своєчасне підвищення рівня кваліфікації кадрів забезпечить розвиток персоналу та можливість обслуговувати найсучасніше обладнання;
- регулярне проведення інструктажу користувачам, розвиватиме користувачів, а також за рахунок правильної експлуатації обладнання значно збільшить термін його роботи;
- аналіз пропозицій комп'ютерного обладнання і на основі цього аналізу закупівля оптимального та по можливості більш однотипного обладнання, дозволить швидко виявити та ліквідувати проблему, тому, що з однотипним обладнанням виникають однотипні проблеми;
- адаптація програмного забезпечення для унікального обладнання забезпечить більш продуктивну роботу, та зменшить кількість проблем зі збоями програмного забезпечення;

- розподіл та сегментація користувачів на групи для створення пакетів програм забезпечить скорочення часу на оновлення та налаштування програмного забезпечення персональних комп'ютерів користувачів;
- удосконалення ведення бази даних всього обладнання дасть змогу чітко орієнтуватися в існуючому обладнанні та скоротить час на різні операції з ним;
- прогнозування можливих збоїв в роботі комп'ютерної техніки допоможе запобігти виникненню інцидентів в неочікуваний час та в плануванні різних операцій з обладнанням;
- удосконалення корпоративної мережі університету, забезпечить користувачів всією необхідною інформацією, що потрібна для продуктивної роботи, також допоможе автоматизувати планування видачі різного обладнання;
- розроблення системи створення заявок користувачами через корпоративну мережу зменшить час обробки заявок і забезпечить необхідною інформацією персонал для усунення проблеми, а також взагалом автоматизує цей процес;
- удосконалення алгоритму пріоритетності виконання робіт допоможе коректно використовувати трудові та технічні ресурси центру;

Дослідження шляхів підвищення надійності функціонування центру інтелектуальних комп'ютерних систем є актуальним в наш час для багатьох установ України та світу. Тому удосконалення роботи таких центрів є актуальною, перспективною і потрібною справою, яка заощаджує кошти, час і трудові ресурси підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Терри Оглтри*. Модернизация и ремонт сетей = Upgrading and Repairing Networks. — 4-е изд. — М.: «Вильямс», 2005. — С. 1328. — ISBN 0-7897-2817-6.
2. *Дуглас Камер*. Сети TCP/IP, том 1. Принципы, протоколы и структура = Internetworking with TCP/IP, Vol. 1: Principles, Protocols and Architecture. — М.: «Вильямс», 2003. — С. 880. — ISBN 0-13-018380-6.

Науковий керівник: А.М. Сільвестров

17. ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЗБОРУ І ОБРОБКИ ЗАЯВОК НА ТЕХНІКУ В ЦЕНТРИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Д.О. Ткач

Національний університет харчових технологій

Використання інформаційних технологій в управлінні організацією, усвідомлення керівниками підприємств безальтернативності процесу інформатизації веде до того, що управління організацією все менш стає мистецтвом, все більш — інженерною дисципліною. У зв'язку з постійним поповненням технічної бази Національного університету харчових технологій (НУХТ) новою технікою, зростає кількість випадків її несправності, що в свою чергу призводить до появи великої кількості заявок на її ремонт. Для зменшення навантаження на працівників Центру Інтелектуальних Комп'ютерних Систем (ЦІКС) та можливості

виконання більшого об'єму роботи, необхідно провести оптимізацію процесу збору і обробки таких заявок.

Мета дослідження полягала в розробці ряду методів, алгоритмів та програм, що складають логічно пов'язану технологічну послідовність, яка охоплює найважливіші етапи процесу інформаційного моделювання предметної області, тобто, в розробці системи (програми), яка частково звільнить співробітників від документної роботи.

Як теоретичні основи використано праці вітчизняних та зарубіжних вчених і фахівців по оптимізації, теорії масового обслуговування та теорії пріоритетів, а також проаналізовано матеріали, викладені у друкованих виданнях та мережі Інтернет, присвячених проблемам цієї галузі.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити такі задачі:

- Розроблено алгоритм переходу від концептуальної моделі у вигляді «сутність-зв'язок» до реляційної моделі даних;
- Продемонструвати ефективність застосування апарата булевих функцій при рішенні важливих у практичному відношенні задач перетворення та оптимізації множини функціональних залежностей предметної області;
- Формалізована побудова концептуальної моделі предметної області у вигляді діаграми «сутність-зв'язок» (ER-діаграми), яка опирається на об'єднання представлень користувачів.

Прикладом інтерфейсу розробленої системи є вікно прийому заявки (рис. 1). В даному вікні відображується «Назва заявки», тобто тип заявки (ремонт, модернізація, заміна), «Дата заявки» - дата оформлення заявки, «Термін виконання» — кількість робочих днів протягом яких буде виконана заявка, «Ім'я працівника» — співробітник, який виконав дану заявку та «Назва техніки» — найменування та модель техніки, яка ремонтується чи замінюється.

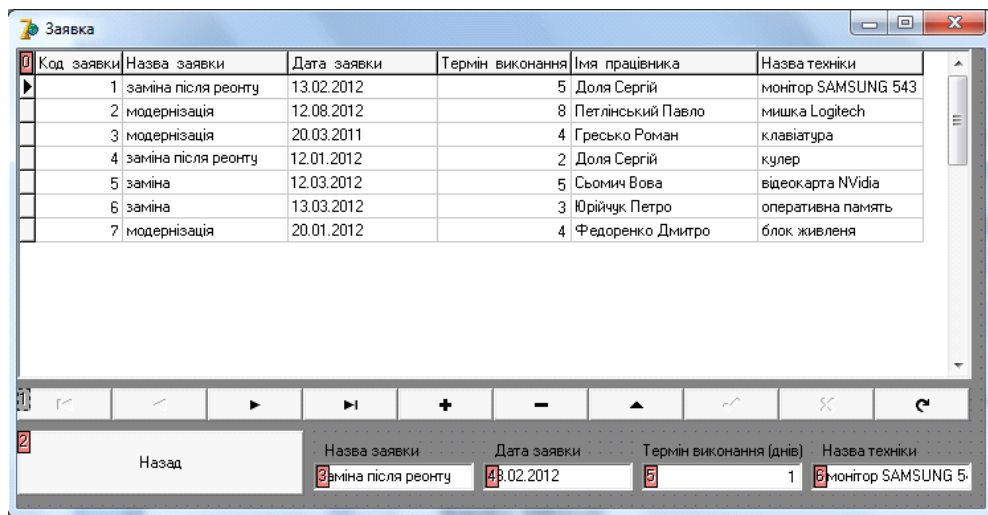


Рис. 1. Форма «Заявка»

ЛІТЕРАТУРА

1. *Синюк В.Г., Шевырев А.В.* Использование информационно-аналитических технологий при принятии управленческих решений Издательство: ДМК Пресс, 2003. — 160 с.
2. *Стенли и Портни.* Управление проектами/Диалектика, Киев, 2007. — 300 с.
3. *Береза А.М.* Основи створення інформаційних систем / Навч. посіб. — К.: КНЕЧ, 1998. — 140 с.
4. *Меняев М.Ф.* Информационные технологии управления. Книга 3. Системы управления организацией, 2003. — 464 с.

Науковий керівник: А.М. Сільвестров

18. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РИНКУ ПРАЦІ В УКРАЇНІ

О.В. Колесніков

Національний університет харчових технологій

Прогнозування та дослідження розвитку ринку праці — основа для розробки стратегії регулювання соціально-трудоових процесів та підвищення якості рівня життя населення України.

Динамічні процеси, які відбуваються в соціології праці, часто проявляються у вигляді ряду послідовно розташованих у хронологічному порядку значення того чи іншого показника ринку праці, який в свою чергу відображає хід розвитку певного економічного явища. Також ці показники служать для розробки прикладних моделей особливого виду, які називають «трендовими» моделями.

Перш за все потрібно дати декілька визначень. Послідовність спостережень одного показника, впорядкованих в залежності від послідовно зростаючих чи спадаючих значень другого показника, називають динамічним рядом або рядом динаміки. Динамічний ряд, в якому впорядкування відбувається за часом, називається часовим рядом. Під трендом розуміють зміну, яка визначає загальне направлення розвитку, основну тенденцію часових рядів.

У часових рядах можуть бути присутні регулярні коливання. Якщо вони носять періодичний чи близький до нього характер і завершуються протягом року, тоді їх називають сезонними коливаннями. У випадках коли період коливань відмінний від одного року, тоді у часовому ряді присутня циклічна компонента. Тренд, сезонна та циклічна компонента називаються регулярними чи систематичними компонентами часового ряду. Якщо систематичні компоненти часового ряду визначені правильно, що якраз і складає одну з основних цілей при розробці трендових моделей, то після їх видалення залишиться ряд залишку, який буде випадковою компонентою ряду з наступними властивостями:

- Випадковість коливань рівнів цієї послідовності.
- Відповідність розподілу випадкової компоненти нормальному закону розподілу.
- Рівність математичного сподівання випадкової компоненти нулю.
- Незалежність значень рівнім випадкової послідовності, тобто відсутність значної автокореляції.

Перевірка адекватності трендових моделей заснована на перевірці наявності у залишковій послідовності вказаних чотирьох властивостей. Якщо хоч одна з них не виконується, то модель вважається неадекватною; при виконанні усіх чотирьох властивостей модель адекватна. Дана перевірка виконується за допомогою статистичних критеріїв узгодженості. До основних критеріїв належать:

- Критерій Фішера.
- Критерій Ст'юдента.
- Критерій Дарбіна-Уотсона.

Попередній аналіз часових рядів ринку праці включає в себе дві основні процедури:

- Виявлення и видалення аномальних спостережень, тобто таких рівнів часового ряду, значення яких не відповідає потенційним можливостям економічної системи.
- Виявлення наявності тренда.

Прогнозування на основі часового ряду показників ринку праці відноситься до одновимірних методів прогнозування, які базуються на екстраполяції, тобто на продовженні майбутніх тенденцій, які спостерігались у минулому.

Так як показники ринку містять у собі випадкові значення, то для їхнього видалення можна використовувати методи згладжування часових рядів. Такі методи можна поділити на дві групи:

- Аналітичні — в яких крива, яка проведена між конкретними рівнями ряду, відображає тенденцію ряду і одночасно звільняє його від незначних коливань. До аналітичних відносять методи екстраполяції.

- Механічні — в яких значення наступного члену ряду вираховується на основі попередніх значень ряду. До механічних відносять: метод ковзної середньої, метод зваженої ковзної середньої, метод експоненціального згладжування та інші.

Суть методів механічного згладжування полягає в наступному. Береться декілька перших рівнів часового ряду, які утворюють інтервал згладжування. Для них підбирається поліном, степінь якого повинен бути менше числа рівнів, які входять в інтервал згладжування; за допомогою полінома знаходять наступні, вирівняні значення рівнім в середині інтервалу згладжування. Далі інтервал згладжування зміщується на один рівень вправо, вираховується наступне згладжене значення.

Сучасні інформаційні технології відіграють велику роль в прогнозуванні та дослідженні показників ринку праці, так як дозволяють вибрати найбільш доцільний метод прогнозування, обробити дуже великий об'єм статистичної інформації та інтерпретувати результати у зручному для людини вигляді.

ЛІТЕРАТУРА

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. — М.: Высшая школа, 1986.

2. Горчаков А.А., Орлова И.В. Компьютерные экономико-математические модели У — М.: Компьютер, ЮНИТИ, 1995.

3. Горчаков А.А., Орлова И.В., Половников В.А. Методы экономико-математического моделирования и прогнозирования в новых условиях хозяйствования. — М.: ВЗФЭИ, 1991.

4. Джонстон Д.Ж. Эконометрические методы. — М.: Финансы и статистика, 1960.

5. Дрейпер П., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. — М.: Финансы и статистика, 1986.

Науковий керівник: А.М. Сільвестров

19. СТВОРЕННЯ ОНТОЛОГІЇ ВІДДІЛУ ЕЛЕКТРОННОГО УРЯДУВАННЯ ЦЕНТРУ АДАПТАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ ДО СТАНДАРТІВ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

К.С. Макушева

Національний університет харчових технологій

Розвиток наукомістких галузей людської діяльності в сучасному суспільстві супроводжується зростанням ролі комп'ютерних технологій. Зараз значно збільшується потік інформації, з'явилася необхідність пошуку нових способів її зберігання, подання, формалізації та систематизації, а також автоматичної обробки. Таким чином, зростає інтерес всеосяжних баз знань, які можливо використовувати для різних практичних цілей. Величезний інтерес викликають системи, здатні без участі людини витягти які-небудь відомості з тексту. Як результат, на тлі якісно нових потреб розвиваються технології, покликані вирішити заявлені проблеми.

У загальних рисах під онтологією розуміється система понять деякої предметної області, яка представляється як набір сутностей, з'єднаних різними типами відношень. Онтології використовуються для формальної специфікації понять і відношень, які характеризують певну галузь знань. Перевагою онтологій в якості способу представлення знань є їх формальна структура, яка спрощує їх комп'ютерну обробку.

У явному вигляді онтології використовуються як джерела даних для багатьох комп'ютерних додатків (для інформаційного пошуку, аналізу текстів, вилучення знань і в інших інформаційних технологіях), дозволяючи більш ефективно обробляти складну і різноманітну інформацію. Цей спосіб представлення знань дозволяє додаткам розпізнавати ті семантичні відмінності, які є само собою зрозумілими для людей, але не відомі комп'ютеру.

Онтології широко використовуються у всіх областях, що займаються обробкою даних на природній мові. У зв'язку з використанням онтологій в різних додатках виникла необхідність створення стандартизованих способів їх подання. Почався розвиток різноманітних мов, які могли б застосовуватися повсюдно у всіх системах, найвідомішими є RDF і OWL (Protégé). Виникла також велика кількість редакторів для створення, поповнення і зміни онтологій. Кожен з цих засобів зазвичай орієнтований на роботу з певним форматом даних і має свої особливості.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Наталья Ф. Ной, Дэбора Л. МакГиннесс* — «Разработка онтологий 101 руководство по созданию Вашей первой онтологии» — Стэнфордский Университет, Стэнфорд, Калифорния, 94305.

2. *Константинова Н.С., Митрофанова О.А.* — «Онтологии как системы хранения знаний» - Санкт-Петербургский государственный университет, Факультет филологии и искусств, Кафедра математической лингвистики.

3. *Найханова Л.В.* — «Технология создания методов автоматического построения онтологий с применением генетического и автоматного программирования» — Монография: Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2008. — 244 с.

Науковий керівник: О.П. Кургаєв

20. МОДЕЛЮВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА

О.А. Бондаренко

Національний університет харчових технологій

Підприємство ТОВ «АВМ Ампер» у місті Кременчук — один із лідерів в Україні з виготовлення високовольтного електротехнічного обладнання. Його клієнтами є найвідоміші великі підприємства, такі як: «Норільський нікель», «Північний ГЗК», «Азовсталь», «Запоріжсталь», «Сургутнефтегаз», «Міттал Стіл Кривий Ріг» та багато інших.

Оскільки продукція підприємства є великомасштабною та трудомісткою, термін виготовлення якої потребує не мало часу, тому виготовляється вона лише на замовлення. За неналежного планування при виконанні виробничих завдань на заводі можуть виникати наступні ситуації:

при виконанні замовлення підприємство може не вкластися в терміни, обумовлені в договорі, що може призвести до втрати клієнтів та послаблення своїх позицій на ринку;

оскільки замовлення клієнтів формується з наявної продукції на складі, а нестача замовлення виготовляється додатково, то при зберіганні на складі надлишкової кількості окремих видів готової продукції підприємство не завжди може розрахувати кількість потрібної продукції заданого виду на заданий час.

Для уникнення появи подібних ситуацій перед підприємством постає важлива задача — налагодити виробництво продукції та комплектуючих таким чином, щоб своєчасно та безперебійно задовольняти потреби споживачів. Для розв'язання цієї задачі запропоновано змоделювати та удосконалити систему планування виробництва високовольтного електротехнічного товару.

Головний сенс планування полягає у підвищенні ефективності діяльності підприємства шляхом цільової орієнтації та координації усіх бізнес-процесів, виявлення ризиків і зниження їх рівня, підвищення гнучкості й адаптованості до змін. Ефективне планування виробництва дозволить підприємству бути конкурентоспроможним та утримувати лідируючі позиції на вітчизняному ринку.

Ключовою задачею планування виробництва виділяємо задачу управління запасами. Її сутність полягає у знаходженні такої стратегії поновлення запасів і їх розподілу, при якому функція витрат приймає мінімальне значення, а за обмеження приймаємо основну інформацію про рівень наявних запасів і запасів, що будуть створені за накопиченими замовленнями клієнтів.

Нехай функції $A(t)$, $B(t)$ та $R(t)$ відображають відповідно поповнення запасів, їхні витрати та попит на продукцію, що запасється за проміжок часу $[0, t]$. В моделях управління запасами будемо використовувати, як зазвичай, похідні цих функцій за часом: $a(t)$, $b(t)$ та $r(t)$, що розглядатимемо як інтенсивності поповнення, використання та попиту.

Якщо функції $a(t)$, $b(t)$, $r(t)$ — не випадкові величини, тоді отримаємо детерміновану модель управління запасами, а якщо хоча б одна з них носитиме випадковий характер — то стохастичну. Якщо всі параметри моделі не змінюватимуться в часі, то матимемо статичну модель, в протилежному випадку — динамічну. Статичні моделі будемо використовувати, коли приймається разове

рішення про рівень запасів на певний період, а динамічні — у випадку прийняття послідовних рішень про рівні запасу або коригуванню раніше прийнятих рішень з урахуванням змін, що відбуваються.

Рівень запасу в момент t визначатимемо основним рівнянням запасу:

$$J(t) = J_0 + A(t) - B(t),$$

де J_0 — початковий запас продукції в момент t ;

$A(t)$ — поповнення запасів;

$B(t)$ — витрати запасів.

Таким чином, підприємство зможе визначити, на який період запас якої продукції потрібен для своєчасного виконання замовлень.

Таким чином, моделювання та розв'язання задачі управління запасами є досить ефективним засобом удосконалення системи планування, оскільки вона дасть можливість визначити оптимальні обсяги поповнення запасів необхідної продукції для безперебійної роботи та своєчасного задоволення потреб споживачів, що у свою чергу забезпечить збільшення прибутку підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Порашев А.Г., Румянцева З.П., Соломатин Н.А.: Управление организацией. — М.: ИНФРА — МЛ 999.

2. Торнавська Н.П., Пушнар Р.М.: Менеджмент: теорія та практика: Підручник для вузів. — Тернопіль: Карт-баши, 1997.

3. Теорія прийняття рішень в задачах управління і контролю: Метод. вказівки до викон. контрол. роботи для студ. Спец. 7.080401 «Інформаційні управляючі системи і технології» напряму 0804 «Комп'ютерні науки» заоч. форми навчання/ Уклад.: Л.Г. Загоровська, О.А. Хлобистова, С.В. Грибков.— К.: НУХТ, 2005.

4. Маклаков С.В. Erwin и Erwin. CASE — средства разработки информационных систем. — Москва: ДИАЛОГ-МИФ, 1999.

Науковий керівник: Л.Г. Загоровська

21. РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ДЕКАНАТУ АКС

О.С. Кронг

Національний університет харчових технологій

Робота працівників деканату базується на обробці великої кількості документів, які містять інформацію про контингент студентів та їх успішність. Цей процес є дуже тривалий і трудомісткий, він вимагає максимальної зосередженості. Багатогодинна обробка документів негативно впливає на співробітників, зменшує рівень зосередженості, що може призвести до виникнення помилок. Виникає потреба в створенні автоматизованої системи обробки документів, яка виключить можливість помилок, пришвидшить та полегшить роботу співробітників деканату.

Було розроблено систему підтримки прийняття рішень (СППР) для деканату АКС. СППР реалізована у СУБД SQL Server 2008. Основні таблиці — студент, група, спеціальність, дисципліна та викладач.

Основні функції, що підтримує БД, і які реалізовані завдяки запитам:

– Додавання/Редагування даних.

- Створення залікових відомостей.
- Створення екзаменаційних відомостей.
- Опрацювання відомостей і формування зведених відомостей.
- Формування подання на відрахування студентів.
- Формування подання на нарахування академічних стипендій.
- Статистичні дані(рівень успішності по дисциплінах, по спеціальностях, по курсах).

– Висновки щодо успішності в графічному вигляді.

Для розв'язання ключових задач прийняття рішень розроблені програмні модулі та пакети з використанням методів та алгоритмів інтелектуального аналізу даних.

Інтерфейс користувача системи реалізовано в середовищі Delphi 10. Він має зрозумілий та інтуїтивний дизайн, забезпечує надання повної інформації, підтримує доступ різних категорій користувачів до модулів та програмних засобів всієї системи за рахунок розподілених прав доступу до них.

В розробленій системі передбачено захист інформації від користувачів, які не наділені правами доступу до бази даних. Крім цього система підтримує контрольоване введення даних, що убезпечує інформацію від спотворення та помилок користувача при введенні. Це забезпечується завдяки використанню наступних засобів:

- використання компонент вибору замість компонент вільного введення даних (використання поля зі списком);
- використання вхідних масок;
- введення обмежень на рівні бази даних — правил валідації та значень по замовчуванню.

Дана система дає змогу переглянути дані, що зберігаються в архіві десятки років. Більше того, в електронному вигляді подібну інформацію можна зберігати й довше і для цього не потрібно використовувати жодних приміщень, кімнат чи полиць. Щоб дізнатись про успішність студента, якість викладання дисципліни та інші статистичні дані в попередні роки, більше не потрібно буде шукати жодних паперів, адже система дає можливість швидко відшукати, переглянути та роздрукувати потрібну інформацію без зайвого часу та надмірних зусиль.

Також створена детальна інструкція про користування і налаштування програмного продукту, в якій за допомогою зображень розповідається про всі можливості системи підтримки прийняття рішень.

Впровадження запропонованої розробки дасть змогу зменшити навантаження на співробітників деканату, викладачів кафедри а також забезпечити можливість оперативного пошуку інформації, захист та цілісність зберігання даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шкрыль Андрей. Разработка клиент-серверных приложений в Delphi. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006. — 480 с.
2. Род Стивенс. Delphi. Готовые алгоритмы. — Санкт-Петербург: Питер, 2004. — 384 с.
3. Маклаков С.В. ВРwin и ERwin. CASE — средства разработки информационных систем. — М., Диалог-МИФИ, 2001. — 304 с.

Науковий керівник: Л.Ю. Маноха

22. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ РОБОТИ СКБД MYSQL ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМАХ

В.А. Струзік

Національний університет харчових технологій

З початку 70-х був виконаний значний обсяг роботи в області оптимізації запитів. Важко охопити всю цю велику роботу вшир і вглиб. Розглядаються проблеми оптимізації саме в контексті реляційних систем, хоча багато аспектів, пов'язаних з оптимізацією організації даних на зовнішній пам'яті, поширюються і на не реляційні системи. Обмеження реляційними системами здійснюється з двох основних причин. По-перше, реляційні системи з одного боку більшою мірою потребують покращення, а з іншого боку надають великі можливості покращення. Тому прийоми покращення в реляційних СУБД найбільш розвинені. Зосередження на покращенні виконання SQL-запитів в реляційних системах баз даних — надзвичайно актуальна задача для високонавантажених систем.

Реляційні мови запитів забезпечують високорівневий «декларативний» інтерфейс для доступу до даних, збережених в реляційних базах даних. З часом з'явилася мова SQL як стандарт реляційних мов запитів. Дві ключові підкомпоненти компонента обчислення запитів в SQL-орієнтованій системі керування базами даних є оптимізатор запитів і підсистема виконання запитів. Саме у них і проводиться найбільша кількість досліджень.

Виконаний аналіз методів покращення виконання SQL запитів, які базуються на роботі з буфером, кешом та потоками. Методи базуються на налаштуванні конфігураційного файлу MySQL.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Офіційна документація MySQL* - <http://dev.mysql.com/doc/>
2. *MySQL Query Cache* — <http://myforce.ru/tyeoriya-i-praktika/mysql-query-cache/>
3. *Оптимізація MySQL InnoDB на високих навантаженнях* — <http://myforce.ru/tyeoriya-i-praktika/optimizaciya-mysql-innodb-na-vysokix-nagruzках/>

Науковий керівник: Л.Ю. Маноха

23. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ДОСТУП ДО СУЧАСНИХ ПРОГРАМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Л.В. Савенко

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

За законами діалектики весь світ знаходиться в постійному розвитку і людина в цьому випадку не є виключенням. Постійна зміна і оновлення інформаційного простору змушують людину перебувати у стані «conversion», що з латини дослівно перекладається як «перетворення». Сучасний соціально-економічний

розвиток України ставить перед фахівцями різних галузей нові стандарти об'ємів знань, необхідних для виконання своїх професійних обов'язків. Одночасно з цим, для освоєння нового матеріалу, надаються вузькі часові рамки, що унеможливають розтягнення процесу отримання знань.

На сьогоднішній день одним з найефективніших виходів із ситуації є використання програм дистанційного навчання, які були офіційно затверджені наказом Міністерства освіти і науки України «Про затвердження положень про дистанційне навчання» від 21 січня 2004 року. Ці програми розраховані для людей, які не в змозі отримувати інформацію у стандартному порядку навчального процесу і пропонують їм надання знань від вузькоспеціалізованих курсів до програм навчання широкого профілю. Сучасний розвиток інформаційних технологій надає можливість віртуального отримання інформації від безпосередніх джерел і прямого, ефективного консультування з боку високоосвічених викладачів, які швидко корегують роботу у необхідному напрямку.

У світовій практиці нині найбільш популярним є система E-learning або Electronic Learning, тобто система електронного навчання на основі мережі Інтернет та мультимедійних даних. Таке навчання частіше за все реалізується через використання сучасних інформаційних розробок, а саме таких популярних програмних платформ як Moodle, OLAT, ATutor, Ilias, Claroline, Docebo, Wordcircle, Dokeos.

Наприклад, програмна платформа Moodle — Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (модульне динамічне об'єктно-орієнтоване середовище для навчання) — це система електронного навчання, яка дозволяє контролювати навчання студента на відстані викладачем, при мінімальному втручанні у процес адміністратора.

Загалом ця програма не вибаглива до технічних характеристик ПК. Платформа Moodle створена на мові програмування PHP і повноцінно функціонує на ПК з операційною системою Windows, Linux та інших. Підтримується при наявності будь-якого web-браузера, що дозволяє реалізовувати зв'язок з сервером, на якому власне і встановлена система E-learning. Для роботи з Moodle необхідна наявність СУБД(найчастіше MySQL, хоча можливе використання, MSSQL, Oracle). Сама платформа займає 160 мб вільного місця на диску і потребує мінімум 5Гб для розміщення особистих учбових матеріалів. Рекомендований об'єм для оперативної пам'яті — 1 Гб.

За 10 років свого існування, зокрема тільки в Україні, система дистанційного навчання якісно виросла і має багато плюсів. По-перше, за всіма апаратними характеристиками така система більш ніж ідеальна у використанні для стандартних ПК. Основною перевагою такого процесу навчання є можливість самостійно обирати час, місце отримання інформації та виконання завдань. Такі програми дозволяють суміщати роботу і навчання (підвищення кваліфікації, перекваліфікація і т.і.), отримувати знання при неможливості відвідувати заняття за станом здоров'я або при перебуванні за кордоном. Плюсом таких програм також є можливість навчатися незалежно від приналежності до тієї чи іншої вікової групи.

Але з іншого боку, програми електронного навчання мають суттєві недоліки: відсутність «живого» людського фактору, непідготовленість викладачів до віртуальної системи спілкування, як в технічному так і психологічному аспекті. І головною перепоною до ведення повноцінного процесу дистанційного навчання є недостатність наявної бази сучасних інформаційних технологій зі сторони

навчальних закладів, що значно гальмує розвиток такого прогресивного напрямку навчання як «дистанційна освіта».

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гозман Л.Я., Шестопал Е.Б.* Дистанционное обучение на пороге XXI века. Ростов — на — Дону: «Мысль», 1999. — 368 с.
2. *Околесов О.П.* Системный подход к построению электронного курса для дистанционного обучения // Педагогика. — 1999. — № 6. — С. 50 – 56.
3. *Пидкасистый П.И., Тыщенко О.Б.* Компьютерные технологии в системе дистанционного обучения // Педагогика. — 2000. — № 5. — С. 7 – 12.
4. *Энгель Виктор* «Moodle для новичков» — книга в свободном распространении- [<https://smartresponder.ru/user/files/63727/959246809/moodle-q-and-a.pdf>].

Науковий керівник: О.М. М'якшило

24. ІНФОРМАЦІЙНА УПРАВЛЯЮЧА СИСТЕМА ПО РОБОТІ З КЛІЄНТАМИ ДЛЯ САЛОНУ З ПРОДАЖУ АВТОМОБІЛІВ

Б.М. Білоус

Національний університет харчових технологій

Управління відносинами з клієнтами (CRM) — поняття що охоплює концепції, котрі використовуються компаніями для управління їхніми взаємовідносинами зі споживачами, включаючи збір, зберігання й аналіз інформації про споживачів, постачальників, партнерів. Особлива увага приділяється інформації про взаємовідносини з ними. CRM система має забезпечувати:

Швидкий доступ до актуальної інформації про клієнтів;

Оперативність обслуговування клієнтів та проведення операцій;

Персоніфіковану роботу з клієнтом.

Успіх бізнесу, де клієнт персоніфікований, залежить від надання найвищих для клієнта умов. Сучасна CRM система направлена на вивчення ринку і конкретних потреб клієнтів. На основі цих знань розробляються нові товари або послуги і таким способом компанія досягає поставлених цілей і покращує свої фінансові показники.

Існує три CRM-підходи, кожний з котрих може бути реалізованим окремо від інших:

Оперативний — автоматизація споживчих бізнес-процесів, що допомагає персоналу з роботи з клієнтами виконувати свої функції;

Співробітницький — програма взаємодії зі споживачами без участі персоналу з роботи з клієнтами;

Аналітичний — аналіз інформації про споживачів із різноманітними цілями.

Розглянемо оперативний підхід. Для цього слід виділити основні етапи, що складають CRM процес:

- Початкова реєстрація контактів;
- Робота з потенційними клієнтами;
- Процес продажу;
- Предоставка, доставка автомобілів;
- Відстеження після доставки;
- Реєстрація скарг;

- Робота по обслуговуванню клієнтів;
- Формування звітів;
- Повсякденна діяльність салону.

Аналіз та моделювання CRM процесу дозволило виявити риси та задачі майбутньої системи, в основі якої знаходиться централізована база даних. Визначено функції майбутньої системи:

- Введення та оновлення профілів клієнтів;
- Введення історії продажу;
- Введення CR-історії, перегляд повної CR-історії;
- Перегляд повної історії сервісу;
- Введення задач та результатів;
- Використання системи нагадування;
- Формування звітів, друк документів.

В результаті розробки інформаційно-управляючої системи по роботі з клієнтами для салону з продажу автомобілів ми отримали загальну базу даних, де зберігаються дані всіх існуючих та потенційних клієнтів, їх історії звернень, продажу та сервісу, можливість управління завданнями та їх виконанням, друк звітів та система нагадувань.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Запиркин Денис*, «Развитие бизнеса с использованием CRM систем», издательство www.infobusiness2.ru 2011, 166 с.
2. *Джилл Дише*, «CRM-навигатор. Пособие по управлению взаимоотношениями с клиентами», издательство Алексея Капусты, 2006, 375с.
3. *Майк Снайдер*, «Microsoft Dynamics CRM 4.0», Эком., 2009, 624с. www.wikipedia.org

Науковий керівник: О.М. М'якшило

25. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ РОБОТИ ПРАЦІВНИКІВ РЕСТОРАНУ DUMSER'S

А.В. Віщанський

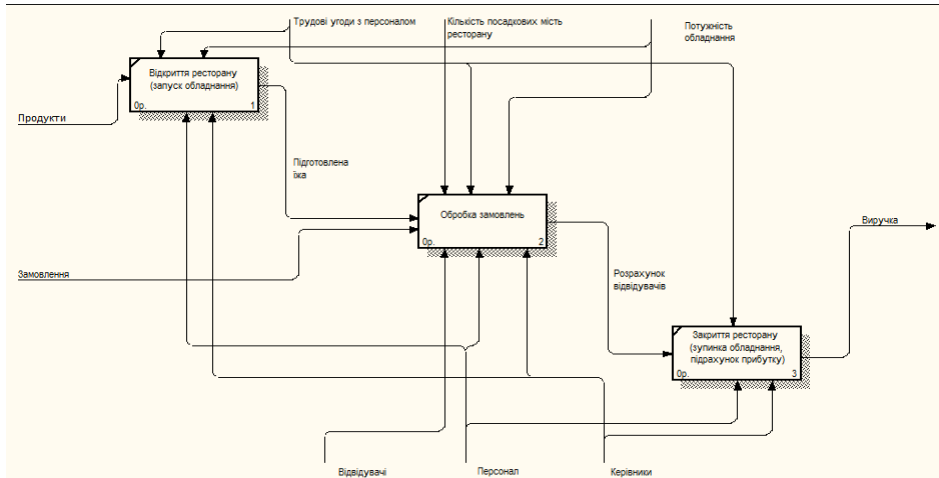
Національний університет харчових технологій

Dumser's Dairyland є частиною курортного міста Оушен Сіті, що знаходиться в штаті Меріленд, США. Ще з 1939 року ресторан займає визначне місце в історії знаменитої вулиці Боардволк, що тягнеться уздовж Атлантичного океану і є гордістю містечка.

Dumser's Dairyland налічує близько сотні робітників, але оскільки він знаходиться в курортній зоні то чисельність робітників має коригуватися в залежності від сезону, дня тижня чи свята.

Це повноцінний ресторан, що відкритий весь день і подає сніданок, обід та вечерю. Він має забезпечувати себе продуктами, морозивом, іншими матеріалами, тому щотижня ресторан отримує поставки, частота яких також коливається.

Головне завдання управління персоналом полягає у визначенні кількісного та якісного складу працівників, необхідних для виконання поставлених цілей у встановлені терміни. Це завдання щоденно вирішує керівництво ресторану.



Мета досліджень полягає в розробці системи, яка дозволить полегшити роботу над розкладом персоналу і забезпечить інформаційну підтримку прийняття рішень в задачах управління персоналом ресторанного бізнесу.

Задача складання розкладу роботи відноситься до класу NP-повних [1]. Це означає, що для її розв'язання досі не знайдено поліноміального алгоритму й імовірно, що його взагалі не існує. Тому задача складання розкладу потребує значних ресурсів: процесорного часу, а також оперативної та енергонезалежної пам'яті.

Генетичні алгоритми є потужним інструментом оптимізації загального призначення. Вони моделюють принципи розвитку біологічних систем згідно концепції виживання найбільш прилаштованого та природного відбору, описаного Ч. Дарвіним. Генетичні алгоритми добре підходять для розв'язання задачі складання розкладу, яка має задовольняти великій кількості нетривіальних умов, що можуть бути враховані під час розрахунку функції придатності.

Вибір підходящого алгоритму викликає певні складнощі. Алгоритм має задовольняти двом вимогам, що протирічать одна одній:

- простота для розуміння, кодування, налагодження тощо;
- ефективне використання ресурсів комп'ютера та швидкість виконання.

В інформатиці термін «ефективність» використовується, щоб описати властивості алгоритму, які стосуються того, наскільки великі вимоги до ресурсів він висуває. Існує багато метрик, за якими вимірюють ефективність алгоритму. Найбільш часто зустрічаються наступні:

- швидкість або час виконання — час, який потрібний алгоритму, щоб завершитися;
- «простір» — пам'ять, що використовується алгоритмом під час його роботи;
- необхідна пропускна здатність мережі під час нормального функціонування;
- розмір зовнішньої пам'яті — тимчасовий дисковий простір, який потребує алгоритм.

Нарешті, бажано, щоб алгоритм був придатний для рішення цілого класу задач — це скоротить питому собівартість його реалізації й дослідження. Генетичні алгоритми чудово відповідають цій вимозі.

При реалізації генетичного алгоритму потрібно розробити функцію оцінювання придатності, структуру хромосом особи. До останньої висуваються наступні вимоги:

- особина несе всю необхідну інформацію рішення задачі, тобто про варіант розкладу;
 - за особиною можна відносно легко розрахувати функцію придатності, тобто зважений показник якості розкладу роботи;
 - особина має якомога меншу кількість генів.
- Остання вимога знаходиться у протиріччі до перших двох, але вона дуже важлива з огляду на розмір пам'яті, яка необхідна генетичному алгоритму.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Годлевський М.Д.*, д-р техн. наук, проф., зав.каф. АСУ НТУ «ХПІ»; *О.О. Абабілов*, студент, АСУ НТУ «ХПІ» Розробка та налаштування паралельних генетичних алгоритмів для розв'язання задачі створення розкладу занять вузу на основі grid-системи. Вісник національного технічного Університету «ХПІ». Збірник наукових праць тематичний випуск «Системний аналіз, управління та інформаційні технології» 67 - 2010, стр. 3 – 7.

Науковий керівник: О.М. М'якшило

26. РОЗРОБЛЕННЯ ПІДСИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПЛАНУВАННЯ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ ПАТ ОБОЛОНЬ

Д.В. Перевертень, О.В. Харкянен

Національний університет харчових технологій

Корпорація ПАТ «Оболонь» — це один з найбільших українських виробників пива та безалкогольних напоїв.

Для інформаційної підтримки на підприємстві використовується система КУБ-3, розроблена в архітектурі клієнт-сервер під управлінням СУБД Oracle. В системі реалізовані модулі: управління фінансами, управління закупками і продажами, управління виробництвом, управління персоналом і розрахунок заробітної зарплати, бухгалтерський облік, консолідація і звітність, планування. Для консолідації інформації від різних інформаційних систем реалізовано сховище даних. На його основі сформовано два OLAP-куби з даними продажів та залишків продукції.

Окрім аналізу продажів підприємству також необхідно приділяти увагу пошуку шляхів систематичного зниження собівартості продукції, вивченню причин структурних зрушень, які найбільше впливають на її коливання. З метою управління собівартістю та для підвищення ефективності використання накопичених даних розроблено додаткові гіперкуби, призначені для проведення оперативного аналізу собівартості продукції та вирішення задач її зниження методами багатовимірного та інтелектуального аналізу даних.

Наприклад, на основі гіперкуба «Собівартість продукції» для контролю ефективності господарської діяльності підприємства здійснено моніторинг та аналіз показників попередніх періодів, а також прогнозування рівня собівартості одного з видів продукції - пива «Оболонь світле» (Рис. 1).

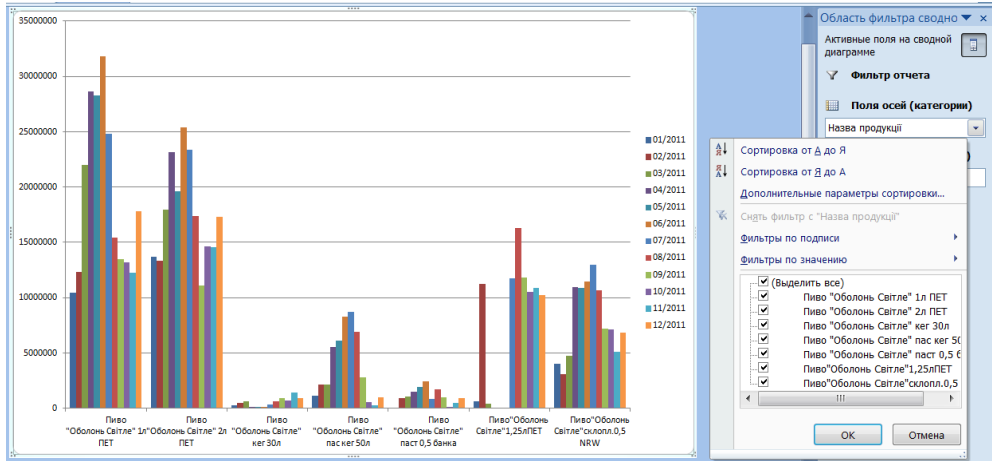


Рис. 1. Моніторинг собівартості пива «Оболонь світле»

Як видно зі зведеної діаграми найбільшу собівартість має пиво «Оболонь світле» 1 та 2 л ПЕТ.

Спрогнозуємо собівартість пива «Оболонь світле» 1л ПЕТ» на наступний місяць, використавши засоби прогнозування часових рядів Data Mining.

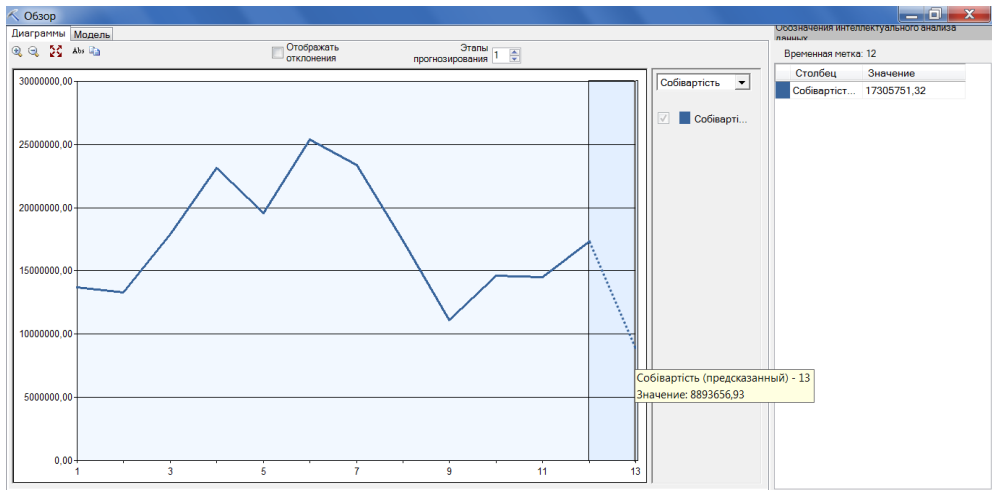


Рис. 2. Прогноз собівартості пива «Оболонь світле» 1л ПЕТ»

Прогнозний рівень собівартості продукції знижується, що можна пояснити сезонністю попиту на даний товар.

В підсистемі передбачена можливість проведення аналізу окремих витрат в структурі собівартості продукції на основі даних гіперкуба «Собівартість по елементах витрат», а також адаптовані алгоритми інтелектуального аналізу даних Data Mining під задачі планування ПАТ «Оболонь».

Розроблена підсистема інформаційної підтримки планування собівартості продукції забезпечує здійснення моніторингу, аналіз, прогнозування та пошук резервів зниження собівартості продукції. В підсистемі для накопичення даних та

представлення їх у вигляді багатовимірних конструкцій використано засоби Oracle, а представлення даних для проведення аналізу та прогнозування здійснено в OLAP-клієнті MS Excel 2007/2010.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Барсегян А.А.* Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining [Текст] / А.А. Берсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степанов, И.И. Холод. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 336с.
2. *Дюк В.* Data mining [Текст]: учеб. курс / В. Дюк, А. Самойленко. — СПб.: Питер, 2001. — 368 с.
3. *Ершова И.В.* Планирование на предприятии [Текст]: учеб. пособие / И.В. Ершова, М.А. Прилуцкая. — Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. — 127 с.
4. *Паклин Н.Б.* Бизнес-аналитика: от данных к знаниям [Текст] / Н.Б. Паклин, В.И. Орешков. — СПб.: Питер, 2009. — 624 с.: ил. — Прилож. CD.

Науковий керівник: О.М. М'якшило

27. УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТУВАННЯМ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛА ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ З ДОПОМОГОЮ PDM ТЕХНОЛОГІЙ

А.С. Майстренко, М.В. Гладка

Національний університет харчових технологій

PDM (Product Data Management) — управління даними про виріб, тобто це організаційно-технічна система, що забезпечує управління всією інформацією про продукт, в якості якого можуть бути різні об'єкти, товари, програми тощо.

В свою чергу PDM - системи включають у себе інші технології, такі як:

- EDM (engineering data management) — управління інженерними даними;
- PIM (product information management) — управління інформацією про продукт;
- TDM (technical data management) — управління технічними даними;
- TIM (technical information management) — управління технічною інформацією.

Основне призначення PDM-системи - вдосконалення та полегшення доступу до даних про виріб. Такий результат досягається завдяки інтеграції всієї інформації про виріб в логічно єдину модель. Існує багато задач, які вирішуються за допомогою PDM-системи, серед них можна виділити найбільш поширені:

- Створення електронного архіву креслень та іншої технічної документації.
- Створення ЕПІ для всіх учасників життєвого циклу виробу.
- Автоматизація управління конфігурацією виробу.

Побудова системи якості продукції згідно з міжнародними стандартами якості серії ISO 9000.

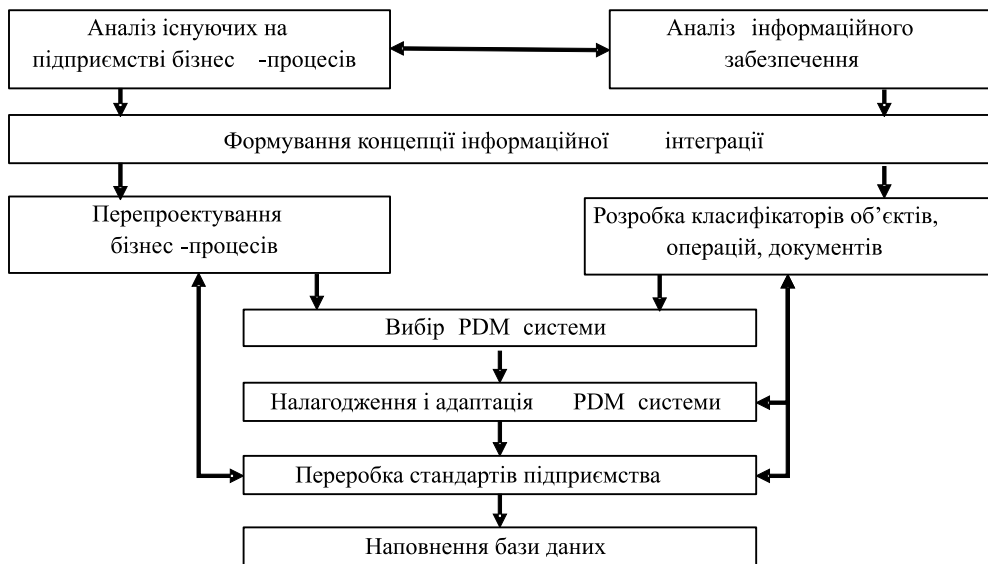


Рис. 1. Схема функціонування PDM-системи в єдиному інформаційному просторі

PDM — система керує усіма пов'язаними з виробом інформаційними процесами (в першу чергу, проектуванням виробу і технологією його виробництва), а також усією інформацією про виріб — його складом і структурою, геометричними даними, кресленнями, планами проектування і виробництва, нормативними документами, програмами для верстатів з ЧПУ, результатами аналізу, кореспонденцією, даними про партії та окремих примірниках виробу і багатьом іншим.

PDM-система виступає в якості засобу інтеграції безлічі використовуваних на підприємстві прикладних автоматизованих систем (CAD/ CAM/ CAE/ CAPP/ ERP/ MRP) за рахунок збору надходить з них інформації у логічно єдину модель на основі стандартних інтерфейсів взаємодії.

Користувачами PDM-системи можуть бути всі співробітники всіх підприємств-учасників життєвого циклу виробу: конструктори, технологи, працівники технічного архіву, а також співробітники, що працюють в інших предметних областях (збут, маркетинг, постачання, фінанси, сервіс, експлуатація і т. п.). Головне завдання PDM-системи — надати відповідному співробітнику необхідну інформацію в потрібний час і в зручній формі (у відповідності з правами доступу).

Основними функціями PDM-систем є організація зберігання даних і керування документами, керування розробкою продукту і контроль процесів по його реалізації, маніпулювання структурою продукту, автоматизація пошуку даних та параметрів продукту, а також підготовка звітів у відповідності з вимогами підприємства або сфери виробництва. Також до функцій цих систем відносяться: можливість контролювати великі об'єми інженерно-технічних даних, взаємозв'язок між користувачами, можливість звертатись до будь-якої інформації на стадії розробки продукту. В той же час система може і обмежувати доступ до певної інформації для певних груп користувачів, що забезпечує збереження інформації від несанкціонованого доступу.

При управлінні проектуванням життєвим циклом програмних продуктів використовуються PDM-системи разом з VCS-системами (Version Control System),

тобто системами управління версіями. Ці системи дозволяють PDM-системам ще більше полегшити роботу спеціалістів при розробці програмних продуктів.

PDM — системи є необхідними при управлінні проектуванням життєвим циклом продукту, оскільки вони не лише надають можливість зручної роботи для розробників, а і зменшують час обробки інформації, вартість її обробки, а також вирішують основні проблеми при управлінні проектуванням. Вигода у використанні таких систем є очевидною, бо показники зменшення часу впровадження та витрат на обробку інформації є значними.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Сенчугова И.* PDM-системы. Для чего они, собственно, нужны промышленному предприятию?, Рациональное Управление Предприятием, № 5 / 2010.
2. <http://www.bytemag.ru>, PDM-система вместо планово-диспетчерского отдела № 2 (101), февраль 2007.
3. PC Week / RE, № 18/2001, с. 34.
4. <http://ru.wikipedia.org/wiki/PDM-система>.

Науковий керівник: О.А. Хлобистова

28. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ФРУКТОВИХ І ОВОЧЕВИХ СОКІВ

Н.В. Папарига

Національний університет харчових технологій

Переробка сировини у місцях збирання дозволяє суттєво знизити вартість продукції за рахунок зниження витрат на транспортування і використанні більш високоякісної сировини. Тому розпочато інтенсивне будівництво переробних підприємств у колгоспах і радгоспах. Набуло значного поширення і створення агропромислових міжгосподарських об'єднань по переробці плодів та овочів, в результаті чого раціонально використовується сировина, прискорюються темпи розвитку виробництва, підвищуються якість продукції і її собівартість.

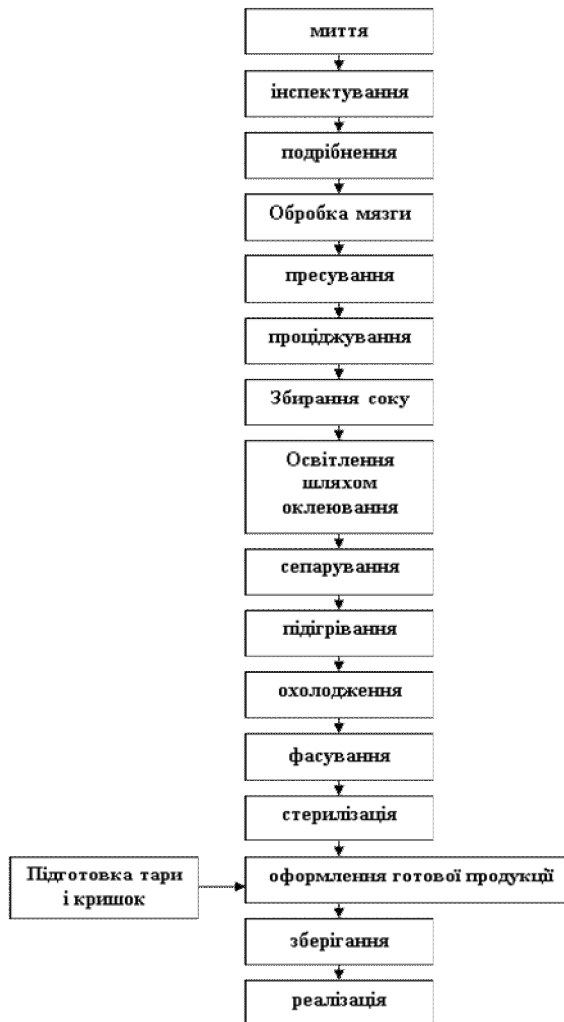
Значення переробки та зберігання плодів і ягід у господарствах не обмежується одержанням прибутку від реалізації переробленої продукції. У господарствах залишаються різні відходи переробки, які використовують на кормові цілі.

Широкого застосування набули асептичне консервування соків пюреподібних продуктів, безперервно діючі стерилізатори, нові види консервної тари, високопродуктивні методи закупорення. Асептичне консервування дає можливість у період масового надходження плодів, особливо ягід, які швидко псуються, терміново їх переробляти і консервувати у великих обсягах. Після завершення збиральних робіт законсервовані напівфабрикати доводять до готової продукції і фасують у дрібну, зручну для споживання тару. Впровадження безперервно діючих стерилізаторів значно підвищує продуктивність консервних заводів.

Важливе значення має поліпшення якості продукції, запобігання втратам на всіх стадіях виробництва, транспортування, зберігання й реалізації, удосконалення розміщення підприємств переробної промисловості, наближення їх до сировинної бази, широке впровадження індустріальних та безвихідної технології виробництва,

покращення організації перевезення і зберігання продукції. Для цього необхідно забезпечити агропромисловий комплекс сучасною високо продуктивною технікою, збільшити капітальні вкладення на будівництво сховищ, плодпереробних підприємств, що дасть можливість скоротити втрати продуктів харчування, підвищити якість продукції. Надзвичайно важливо організувати раціональне використання сировини, забезпечити зменшення втрат при збиранні, транспортуванні, зберіганні та переробці. Тому особливого значення набуває детальне вивчення всього технологічного процесу і пошук таких ділянок виробництва, де можлива затримка технологічного процесу, пошук прихованих резервів виробництва. Результати цього пошуку дозволять знизити собівартість продукції, зменшити втрати виробництва і створити продукцію, конкурентну на ринках збуту.

Технологічна схема виготовлення соків:



Науковий керівник: О.А. Хлобистова

29. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ НА ХЛІБЗАВОДІ

М.О. Кремньова

Національний університет харчових технологій

Кожний хлібзавод має кондитерський цех, який випускає продукцію, що не відноситься до неприбуткових. Розмір прибутку, який отримуватиме підприємство від реалізації цієї продукції, безпосередньо залежить від її якості. Тому питання якості являється одним з найважливіших на будь-якому хлібзаводі.

Кондитерські вироби відносяться до виробів, які споживаються безпосередньо. Тому якість повинна забезпечуватись на всіх етапах виготовлення продукції.

Якість продукту відповідно до міжнародного стандарту ISO 9001:2000 — це ступінь задоволення споживача даним продуктом та послугами. Переконливим доказом того, що підприємство виконує всі вимоги, зазначені у цих міжнародних стандартах, є одержані сертифікати відповідності.

Контроль якості розпочинається із контролю сировини, яка надходить на хлібзавод. Тому на підприємстві діє вхідний контроль, який проводить наявність сертифікатів на одержану сировину, або сам веде перевірку сировини за допомогою випробувальних лабораторій.

Основним видами сировини є наступні: борошно, крохмаль, цукор, патока, жири, яєчні продукти, молочні продукти, хімічні розпушувачі. Розглянемо вимоги до кожного з цих видів сировини

Борошно. Найчастіше використовують борошно пшеничне. На якість виробів впливають сорт, колір борошна, кількість та якість клейковини, а також крупність помелу.

Крохмаль. Крохмаль додають в деякі вироби для зниження намоочуваності клейковини і підвищення пластичності тіста (при виробництві печива — 7,5 % до маси пшеничного борошна, при виробництві бісквітного напівфабрикату для тістечок і тортів — до 25 %).

Цукор. Надає виробам солодкого смаку і доброї намоочуваності. За рахунок участі цукру в цукроамінних реакціях змінюються колір і аромат виробів, тісто з цукром стає більш м'яким і в'язким.

Патока, інвертний цукор, мед. Підвищують намоочуваність і гігроскопічність виробів; під час випікання забарвлюють поверхню в золотисто-жовтий колір; сприяють збереженню свіжості.

Жири. Використовують вершкове масло, маргарин, гідрогенізовані жири, олію. Жири надають тісту пластичності, а готовим виробам — шаруваті структури, розсипчастості, золотисто-жовтого кольору, приємного здобного смаку та аромату.

Яєчні продукти (свіжі яйця, яєчний меланж, яєчний порошок). Яєчний альбумін і лецитин жовтка підвищують харчову цінність виробів і покращують структуру тіста.

Молочні продукти. Використовують молоко незбиране, вершки, сметану, кисломолочний сир, згущене і сухе молоко, а також вторинні продукти молочного виробництва — молочну сироватку, знежирене молоко, маслянку.

Хімічні розпушувачі. Являють собою хімічні сполуки, що розкладаються під час випікання і виділяють газоподібні речовини, які розпушують тісто, надають готовим виробам пористості та збільшують їх в об'ємі.

Отже, першою реперною точкою контролю виробництва кондитерських виробів, є вхідний контроль сировини. В якості наступної реперної точки виступає підготовлена суміш для випікання виробів. Проведення цієї перевірки покладається на інженера-технолога.

В процесі випікання контролюється температура і тривалість випікання. Це також контролює технолог.

Остання реперна точка — перевірка готової продукції. Ця перевірка повинна підтвердити відповідність продукції державним стандартам. Так, наприклад для перевірки виробів з бісквітного тіста використовують ТУ 1466-90. Бісквіти. Технічні умови. Або ТУ 1926-83 Кондитерські вироби з пісочного, бісквітного та сирного тіста. Технічні умови.

Лабораторні проби готової продукції проводять залежно від структури виробів з урахуванням характеру наступних випробувань без розділення і з розділенням на складові частини. В разі органолептичної оцінювання якості виробів враховують якість укладання, насипання, загортання, форму, колір, стан поверхні, смак і запах та відповідно відхилення від нормативів. Розміри виробів (довжину, ширину, товщину, діаметр) визначають вимірюванням не менше ніж 5 шт. виробів.

Кількість складових частин виробів можна визначити прямим (ваговим) і побічним методами.

Аромат і смак багатьох кондитерських виробів значною мірою зумовлений наявністю ароматичних сполук і добавок у вигляді коньяку, вин, лікерів тощо. Як експрес-метод визначення вмісту коньяку або міцних вин (за спиртом) у виробі пропонують використовувати колориметричний метод за кольоровою реакцією відгону з церій-амоній нітрагом.

Для оцінки какао-порошку готують розчин, який містить по 2,5 г какао-порошку і цукру-піску і 100 мл молока. В окремих випадках напій можуть готувати без цукру і молока, на воді.

Запропонований метод ідентифікації арахісу у харчових продуктах шляхом аналізу ДНК арахісу з використанням реакції по-лімерази. Визначення проводять із застосуванням матриці ДНК арахісу і гена Агаї 2. Метод відрізняється чутливістю і надійністю.

Розроблена методика визначення яєчних продуктів у борошняних кондитерських виробі. Відомі чисельні аналітичні методи для визначення частки яєчних добавок у харчових продуктах, але всі ці методи базуються на кількісному визначенні основних складових жовтка або білка.

Отже, контроль якості кондитерських виробів являє собою складний технологічний процес, який потребує значної обробки інформації, проведення математичних розрахунків, підготовки звітів про проведені аналізи з метою вживання відповідних заходів щодо покращення якості виробленої продукції. Всі ці задачі вирішуватимуться в рамках розробленої інформаційної системи контролю якості на хлібзаводі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колотило Д.М. Системи технологій і екологія промисловості — К., НМКВО, 1992 — 143 с.

2. Технологічні процеси галузей промисловості: Навч. посіб. / За ред. Д.М. Колотила, А.Т. Соколовського — К, КНЕУ, 2008 — 372 с.

3. Донченко Л.В., Надькта В.Д. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания. — М.: Пищ. пром-сть, 1999. — 352 с.

4. Росивал Л., Энгст Р., Соколай А. Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах. Пер. с нем. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. — 264 с.

Науковий керівник: О.А. Хлобистова

30. ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ВІДДІЛУ МАРКЕТИНГУ ДОСЛІДНОГО ХЛІБЗАВОДУ

М.М. Мусієнко

Національний університет харчових технологій

Сучасний ринок хлібних виробів задовольняє найрізноманітніші смаки споживачів, тому віднайти свою нішу на цьому ринку — справа нелегка. Тому відділ маркетингу Дослідного хлібзаводу приділяє багато уваги рекламі своїх виробів. Але для того, щоб реклама була ефективною, вона повинна бути адресною. Тому відділ реклами при створенні плану рекламної діяльності в першу чергу визначає потенційного споживача продукту, який буде рекламуватися.

Продукцію хлібзаводу можна поділити на три групи:

- хлібобулочні виробів широкого вжитку;
- лікувальні вироби;
- кондитерські вироби.

Всі ці вироби відносно дешеві, тому реклама також не може бути дорогою. Це означає, що не можна розраховувати на рекламу на телебаченні і радіо. Для такої продукції найбільш доцільно використовувати такі методи, як анкетування покупців і дегустацію продукції. Для продукції першої групи такі заходи варто проводити у великих супермаркетах і спеціалізованих хлібних магазинах.

Для продукції другої групи такі заходи варто проводити у лікувальних закладах із залученням лікарів, які роз'яснювали б пацієнтам корисність використання таких виробів, або розміщенням плакатів з відповідною наочною рекламою. Можна запропонувати дослідну реалізацію цих виробів в кіосках, які є на території кожного лікувального закладу, і в якому є хворі відповідного профілю.

Для продуктів третьої групи реклама повинна враховувати вік майбутніх споживачів. Так, для дітей слід організувати рекламні акції під час дитячих свят, але бажано обирати такі свята, в яких разом з дітьми беруть участь батьки. Можна спеціально проводити дитячі свята, присвячені хлібу і хлібобулочним виробам — у тих же супермаркетах або під час шкільних канікул.

Для дорослих реклама кондитерських виробів повинна бути побудована іншим чином. Тут можна запропонувати обслуговування родинних свят, весіль, ювілеїв, а потім зняти на цих святах рекламні ролики, які демонструвати в тих же супермаркетах, наприклад, біля кас, де люди стоять у чергах.

Якщо мова йде про дрібні кондитерські вироби — печиво, пряники, тощо, то найкраще знайомити покупців з цими виробами через дегустацію.

Розроблювана інформаційна система містить перелік можливих заходів з реклами, рекомендації з проведення цих заходів, план проведення і засоби оброблення результатів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шкрыль А. Разработка клиент-серверных приложений в Delphi. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006. — 480 с.
2. Род Стивенс. Delphi. Готовые алгоритмы. Санкт-Петербург: Питер, 2004. – 384 с.
3. Маклаков С.В. ВРwin и Егwin.Case — средства разработки информационных систем. — М., Диалог — МИИФИ, 2001. — 304 с.

Науковий керівник: О.А. Хлобистова

31. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

І.А. Перехрест

Національний університет харчових технологій

Автотранспортні підприємства характеризуються високим ступенем складності організації процесів перевезення. Однією з головних задач автотранспортного підприємства є ефективне використання основних фондів підприємства і, в першу чергу, рухомого складу. Остання досягається шляхом правильної організації автомобільних перевезень та оптимізації складу транспортних засобів на підприємстві, що дозволяє підвищити показники експлуатаційної роботи автомобілів, і, відповідно, підвищити ефективність використання рухомого складу.

Для визначення оптимального складу транспортних засобів на підприємстві потрібно вирішити такі задачі:

- дослідження існуючих методів оптимізації структури парку рухомого складу;
- проведення аналізу стану існуючого рухомого складу АТП;
- розробка математичної моделі, на основі якої визначається оптимальний склад транспортних засобів підприємства з урахуванням декількох критеріїв, а саме: кількість посадочних місць, пасажиропотік тощо.

В ході аналізу автотранспортного підприємства використані методи маркетингових досліджень, математичного моделювання, лінійного та об'єктно-орієнтованого програмування, розроблена БД.

Було розглянуто основні аспекти в плануванні оптимального складу транспортних засобів підприємства та методи вирішення цієї задачі різними методами: методом операційного важеля, методом ранжирування типів транспортних засобів на основі матриці БКГ, метод лінійного програмування.

Оптимізація складу транспортних засобів підприємства здійснена за допомогою математичного моделювання.

Обробка даних в БД виконано на базі аналітичної платформи SQL Server, а створення інтерфейсу виконано з використанням об'єктно-орієнтованого програмування в середовищі Delphi.

При вирішенні поставлених задач одержані нові наукові результати:

- сформовано критерії оптимізації складу транспортних засобів підприємства;
- розроблено математичну модель оптимального складу транспортних засобів підприємства з урахуванням одного чи комбінації кількох критеріїв, які враховуються при здійсненні оновлення рухомого складу автотранспортного підприємства;
- розроблено функціональну, логічну та фізичну модель бази даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Шрамов А.А., Шубко В.Г.* Организация грузовых и пассажирских перевозок и коммерческой работы, М., 1979.
2. *Соловейчик М.З., Пономарев Ф.Г.* Организация пассажирских перевозок. М., Транспорт, 1971.
3. *Бойко Г.В.* Методика оптимизации структуры транспорта для обслуживания городских пассажирских перевозок : дис. канд. техн. наук : 05.22.10 / Г.В. Бойко. Волгоград, 2006.
4. *Жуков А.И.* К вопросу формирования оптимального парка подвижного состава пассажирского автотранспортного предприятия на перспективу / А.И. Жуков // Вестник МАДИ, вып. 3. — 2010.

Науковий керівник: Т.М. Горлова

32. ОРГАНІЗАЦІЯ КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ ВІДЕОЗАПИСІВ З ВИБОРЧИХ ДІЛЬНИЦЬ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВИБОРІВ

В.М. Буга

Національний університет харчових технологій

Для досягнення підвищеної прозорості виборів створено можливість переглядати будь-ким із громадян України через мережу Інтернет процес проходження виборів та діяльність виборчої комісії безпосередньо під час виборів.

Технологічні потреби:

Для забезпечення відеоспостереженням виборчих дільниць було вирішено використовувати такі комплектуючі програмно-апаратних комплексів (далі — ПАК):

- Комп'ютер — ноутбук фірми HP;
- Веб-камери фірми Gembird;
- USB-подовжувачі;
- Мережевий фільтр;
- Трос безпеки;
- Кріплення для камер.

Для забезпечення віддаленого доступу до ПАК було обрано декілька підрядників, які встановлювали на дільницях підключення до мережі Інтернет («Остання миля»).

Програмне забезпечення:

ЦУП — центральне управління ПАК (програмно-апаратними комплексами). Являє собою веб-інтерфейс, за допомогою якого можна переглядати та перевіряти ракурс камер, якість зображення, освітленість приміщення і т.п. перед одобренням установки менеджером.

Основною функцією проекту — доступ до камер відеоспостереження через мережу Інтернет для громадян України.

Однією з головних задач проекту — організація складної мережі, використовуючи різноманітні способи підключення комп'ютерів до центрального серверу.

Під час виборів на кожній дільниці запускається система відеоспостереження та вимикається лише після закінчення підрахунку виборчою комісією голосів. Запис відеозображення відбувається безперервно на жорсткий диск комп'ютера та транслюється в режимі реального часу в мережу Інтернет по захищених каналах.

Процес виборів можна спостерігати через браузер комп'ютера, підключеного до мережі Інтернет.

По закінченню запису відео відбувається злив даних (відеозаписів) на центральний сервер по захищеному канал зв'язку через мережу Інтернет.

Мета цієї роботи — побудувати багаторівневу захищену мережу для передачі даних від комп'ютерів до серверів та створення веб-інтерфейсу для трансляції відеозображення в мережу Інтернет.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Ромашко С.М.* Опорний конспект лекцій з дисципліни «Інформаційні системи в менеджменті». — Львів: ЛІМ. — 2007. — 49 с.

Науковий керівник: О.П. Андріюк

33. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПІДСИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТОВАРООБІГОМ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТОВ «ВАТІ-УКРАЇНА»

К.С. Макушева

Національний університет харчових технологій

Темою розгляду є проблема оптимального розміщення товару на складі підприємства ТОВ «ВАТІ-Україна», представленого в Україні ВАТ «Волжський завод азбестових технічних виробів», яке займається реалізацією виробів із азбесту.

Підприємство представляє на ринку України різноманітну кількість продукції. Серед усього також можна відокремити безазбестові ущільнюючі вироби — різні види набивки. Азбестові вироби представляють ущільнюючі матеріали, теплоізоляційні шнури, електроізоляційні матеріали, термостійкі тканини. Крім того, ТОВ «ВАТІ-Україна» реалізує на ринку України технічний текстиль, фрикційні матеріали та геосинтетичні матеріали.

Широке поширення в будівництві матеріал отримав через свою надзвичайну міцність, здатність до розтягування і стійкість до різних видів впливів. Ще однією причиною популярності є низька ціна азбесту, яка дозволяє істотно знизити загальну вартість будівництва.

Усі товари різняться за своєю формою, розміром та упакуванням. Тому варто звернути увагу на створення особливих умов для кожного виду продукції на складі.

При вирішенні проблеми складування враховано особливості зберігання азбесту. Упакований азбест зберігають у закритих приміщеннях з контролем вологості, на піддонах, в контейнерах, штабелях або пірамідах. Загалом, до температури азбестові вироби невибагливі і можуть витримати до 500 °С. Повинні бути прийняті міри щодо виключення падіння або деформацій виробів, а також забезпечення прийнятної вологості.

Окрема увага приділяється даті складування та відправлення товару на відвантаження. Таким чином, вирішується проблема територіального розміщення товару на складі, орієнтування та швидкий пошук по складському приміщенню.

Ключовим моментом є вирішення питання «скільки?» та «якого саме?» товару не вистачає на складі, що дозволяє вчасно постачати необхідні вироби на склад, не зупиняючи процес реалізації.

Для вирішення цих проблем розроблюється інформаційна система, яка містить у собі усю необхідну інформацію для користувача. Інформація повинна бути упорядкована і пошук у системі не повинен займати багато часу та зусиль. Користувач повинен оперативно отримати дані саме з тієї області, що його цікавить.

Важливо, щоб база даних включала в себе інформацію про весь наявний товар, та всі наявні місця для його розташування, враховуючи особливості товару (його розмір, форма, припустима вологість повітря).

Інформаційна система повинна бути корисною не тільки при закупівлі виробів, а й при їх реалізації. Користувач системи матиме доступ до необхідної інформації: дата виготовлення товару, ціна закупки, місце розташування, дата відвантаження та ін. Це повинно якісно покращити процес реалізації.

Для закупівлі нового товару необхідно мати інформацію про товар, що відсутній на складі та товар, який згодом повинен вже бути відвантажений. Маючи цю інформацію зі створеної системи, користувач має можливість заздалегідь планувати закупівлю.

Використання зазначеної системи, створення моделі діяльності підприємства з реалізації азбестових виробів та зручного і зрозумілого для користування клієнтського додатку покращить показники діяльності підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Єрьомін М.Й.* «Неметаллические полезные ископаемые», М. 1991.
2. *Журнал «Недвижимость и инвестиции. Правовое регулирование», № 2 (23), червень, 2005 рік, «Проблема асбеста — Взгляд из Европы».*
3. *«Асбест: реальность, проблемы, рекомендации»,* О. Сперанська, О. Цигулева, Л. Астаніна.
4. *«Логистика».* А.Д. Чудаев М., 2001
5. *«Склад. Сборник нормативных документов. (С изменениями и дополнениями по состоянию на 1 октября 2003 года)»* Х.: Конус, 2003.

Науковий керівник: О.П. Андріюк

34. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ВИРОБНИЦТВА

О.П. Жуковін

Національний університет харчових технологій

Актуальність теми. Об'єм інформації, що нас оточує, збільшується щоденно. Цей процес, в свою чергу, вимагає пошуку нових засобів для її компактного і зрозумілого представлення, не забуваючи при цьому про економію ресурсів (матеріальних, машинних, людських і т. д.). Одним із основних підходів до представлення інформації є візуалізація — зображення даних у вигляді двовимірних або тривимірних, рухомих чи не рухомих зображень. На жаль, більшу частину інформації не можливо представити у такому вигляді без втрат, саме тому важливим є вирішення проблеми зменшення цих втрат до мінімуму та збереження інформативності багатовимірних даних при приведенні їх до зручного, для людського сприйняття, вигляду.

Інтелектуальна візуалізація (ІВ) — збірне поняття з розділу когнітивної графіки, невід’ємна частина інтелектуальних систем нового покоління. Представлення, які формуються машиною на основі методів ІВ, на пряму взаємодіють з протікаючими під час прийняття рішень процесами мислення користувача (свідомими чи не свідомими). Простіше кажучи — дозволяють представити закономірності і шляхи вирішення задачі простим, інтуїтивно зрозумілим чином. При достатньо продуманій системі ІВ динамічно сформовані приклади можуть допомогти користувачу, який вирішує задачу в інтерактивному режимі, побачити і осмислити всю повноту відображеної інформації та виконати обсяг робіт спеціаліста-аналітика без участі його самого, не маючи при цьому потрібної кваліфікації, а володіючи лише елементарними навичками користувача ЕОМ. На теперішній час не існує програмних засобів, які б здійснювали однозначний аналіз багатовимірних даних на основі когнітивних способів відображення, тому до не вирішених досі питань в області ІВ можна віднести:

- значні затрати людино-машинних ресурсів, що обмежує максимальну розмірність вхідних/вихідних даних;
- відсутність ефективних і однозначних алгоритмів опрацювання багатовимірних даних, що зменшує можливості їх використання у системах з відліком у реальному часі;
- відсутність об’єктивних критеріїв оцінювання втрат інформативності при зміні розмірності вхідних/вихідних даних.

Усе це дає підстави вважати, що правильне застосування методів і засобів ІВ багатовимірних статистичних даних виробництва, які поєднують високу швидкодію, достатню точність та ефективне використання обчислювальних ресурсів, є важливою проблемою, вирішення якої надасть нові можливості для опрацювання великих обсягів виробничої (і не тільки) інформації.

Мета дослідження полягає в розкритті методик і опису засобів відображення статистичних даних виробництва найзручнішим для сприйняття чином так, щоб будь-який користувач, переглянувши результуючу візуалізацію, міг зрозуміти зміст і чітко виділити/розділити дані з багатовимірних масивів інформації по групам без необхідності володіння додатковими знаннями на відповідному рівні — інакше кажучи, надати можливість кожному бажаному оцінити результат виробничого процесу без перерахунку ним цифр і вникнення в способи представлення багатовимірних даних.

Для досягнення мети необхідно було вирішити такі задачі:

- проаналізувати існуючі підходи до розв’язання задач ІВ багатовимірних даних, виконати їх порівняння та визначити властиві їм обмеження та недоліки;
- сформулювати вимоги до засобів ІВ нового покоління;
- встановити перелік задач, що можуть бути ефективно вирішені з допомогою результатів проведеного дослідження.

Об’єкт дослідження — методи і засоби візуалізації багатовимірних статистичних даних.

Предмет дослідження — методологія формування інтуїтивно-зрозумілого способу візуального представлення інформації.

Методи дослідження — методи теорії нейронних мереж, математичної статистики та регресійного аналізу, дерева рішень а також методи когнітивної графіки.

Дослідження буде демонструвати різні методики відображення багатовимірних даних, але за базовий метод ІВ взято метод «обличчя Чернова». Метод «обличчя

Чернова» полягає у побудові умовного обличчя за даними, отриманими із системи чи процесу, за яким спостерігає людина-користувач, кожен параметр системи / процесу при цьому відповідає певній рисі обличчя (кут нахилу очей, довжина або ширина носу, кривизна посмішки і т.п.). Наведена методика дозволяє швидко провести аналіз завдяки психологічному фактору людського сприйняття.

Практичне значення результатів дослідження. Представлення абстрактних та конкретних понять, багатовимірних даних, об'єктів та вимірів у вигляді візуальних образів з використанням методів і засобів ІВ відкриває нові можливості перед користувачами інтелектуальних систем, оскільки методики і алгоритми ІВ засновуються на емпіричних даних про особливості перехідних процесів мислення головного мозку людини, а отже вони є основою створення систем людино-машинної взаємодії майбутнього. Візуалізація об'єктів предметної області з допомогою таких методологій стимулює образне, інтуїтивне мислення людини-користувача, якісно покращує її інтелектуальний та творчий потенціал, дозволяє грамотно організувати відображення виробничого процесу у реальному часі з мінімальними втратами та максимальною достовірністю і доступністю розуміння інформації.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Зенкин А.А.* Когнитивная компьютерная графика/ Под ред. Д.А. Поспелова. — М.: Наука, 1991.
2. *Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем. СПб: Питер, 2001
3. *Башмаков А.И., Башмаков И.А.* Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. М: Филин, 2003.
4. *Стефанюк В.Л.* Локальная организация интеллектуальных систем М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
5. *Красильникова В.А.* Использование информационных и коммуникационных технологий в образовании: учебное пособие. Оренбург: ОГУ, 2012.

Науковий керівник: Ю.П. Чаплінський

35. ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ CLOUD HOSTING

В.О. Маркевич

Національний університет харчових технологій

Надійність роботи сайту дуже сильно залежить від того, який для нього обраний хостинг. Так, розрізняють віртуальний хостинг, віртуальний виділений сервер, виділений сервер та колокацію. Одним з нових видів хостингу є cloud hosting.

Останнім часом тема cloud технологій набирає обертів. Все частіше різні джерела доносять до нас відомості про cloud hosting і cloud computing. Cloud hosting є надійним та високоякісним хостингом з практично необмеженою масштабованістю. У його основі лежить першокласне обладнання, на якому встановлені стійкі кластерні технології, а також та сама ідея поділу ресурсів, як і у віртуального хостингу, тобто поділ однієї робочої фізичної станції на декілька окремих машин з повним адмініструванням.

Виділяють три головних напрямки впровадження cloud hosting:

– Додаток як сервіс (SaaS, Software as a Service). У цю нішу потрапляє практично будь-який додаток, що використовується через Всесвітню мережу. Розробників в ній — тисячі. Люди фактично вже давно користуються «cloud computing», анітрохи про це не замислюючись.

– Платформа як сервіс (PaaS, Platform as a Service). За її допомогою можна створювати і впроваджувати програми на основі хостингу, використовуючи мову програмування та пакети від провайдера-розробника. Серед них — Salesforce, Intuit Partner Platform, Google Apps, Microsoft Azure.

– Інфраструктура як сервіс (IaaS, Infrastructure as a Service). Сюди відносяться використання сервера і дискового простору, віддалених від користувача. Лідер у цій ніші — Amazon з кількома рішеннями на вимогу. Ще одним прикладом можуть слугувати послуги з надання дискового простору, пропоновані Nirvanix. Компанія IBM також надає рішення в цій галузі, тим самим допомагаючи справитися з низкою проблем і в науці, і в освіті, і в управлінні.

Cloud hosting зазвичай вибирається для тих сайтів, яким вкрай важлива стабільність роботи: жоден інший вид хостингу не може перевершити в цьому cloud hosting. Можливість розподілу навантаження між декількома серверами дає гарантію 100 % стабільності та надійності.

Завдяки тому, що плата за cloud хостинг може змінюватися в залежності від того, наскільки навантажений сайт, а максимальні показники навантаження на сервера такого хостингу дуже високі, використання хмарного хостингу часто виявляється набагато вигіднішим, ніж використання інших видів хостингу.

Ідея cloud хостингу заснована на динамічному розподілі обчислювальних ресурсів: якщо один сервер не справляється з навантаженням, то йому на допомогу приходить менш завантажений сервера, що дозволяє забезпечити високу стабільність роботи сайтів, які знаходяться на серверах cloud hosting.

Справа в тому, що не можна заздалегідь передбачити, наскільки великим буде навантаження на новий сайт, і тому доводиться або замовляти мінімальний тарифний план хостингу, а потім із ростом навантаження переходити на інші тарифні плани, або відразу замовляти тарифний план з широкими можливостями, але тоді велика частина доступних ресурсів ще довго не буде затребувана (якщо буде взагалі).

Тарифікація cloud hosting змінюється в залежності від навантаження, яке надає сайт на сервер, а тому в моменти, коли навантаження мінімальне, можна платити менше. Перебудова на споживання більшої кількості ресурсів сайтів у cloud хостингу відбувається швидко, що також є перевагою даного виду хостингу.

На відміну від виділеного сервера, cloud-сервера можуть простежувати збої обладнання та перевантажуватися на різні локації хмари протягом 40 секунд.

На мою думку, Cloud має великі переваги над Dedicated. При роботі з хмарою в розпорядженні адміністратора ресурси всіх серверів як єдине ціле, він може збільшувати потужність залежно від вимог клієнта і при цьому немає необхідності довіштовувати будь-які елементи на сервері і т.п. Клієнт також може збільшити потужність свого акаунта, і при цьому не виникне необхідності перенесення сайтів з одного сервера на інший.

Не виключено, що в майбутньому існуючі види хостингу будуть витіснені cloud технологіями. Поки ж такі технології впевнено пробивають дорогу до вершини, тестуються і удосконалюються, але, на мій погляд, поки що трохи зарано кидатися з головою в ці нові можливості, маючи в своєму арсеналі перевірених роками надійний віртуальний хостинг.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Баллмер Стив*. Дорога в облака // Кореспондент. — № 45. — 2010 Дата перегляду: 06.12.2010. — Режим доступу: <http://blogs.korrespondent.net/opinions/1142792-doroga-v-oblaka>
2. *Топровер Ольга*. Десять вопросов об облачных вычислениях — № 12, 2009 // Мир ПК. — Дата перегляду: 23.12.2010. — Режим доступу: <http://www.osp.ru/pcworld/2009/12/11078735>
3. *Романченко Владимир*. Облачные вычисления на каждый день: Аналитика — 3DNews — Daily Digital Digest. — Дата перегляду: 27.12.2010. — Режим доступу: http://www.3dnews.ru/editorial/cloud_computing.

Науковий керівник: В.А. Марченко

36. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАСОБУ НАВЧАННЯ ДЛЯ ВНЗ

В.Р. Пестухов, А.І. Щербина

Національний університет харчових технологій

Розробка електронних засобів навчання являється актуальним напрямом розвитку інформаційних технологій, оскільки одним із завдань Болонського процесу є створення глобального міжнародного освітнього середовища, головною перевагою якого є подання навчального матеріалу в дидактично уніфікованому й формалізованому вигляді та створення умов використання його контенту у будь-якому місці і у будь-який час незалежно від форми навчання студента. З метою задоволення цих вимог створюється електронний засіб навчання, що базується на використанні новітніх інформаційних технологій. При розробці програми основну увагу було приділено таким вимогам як:

- відповідність основним структурним елементам процесу вивчення навчального курсу: лекції, практичні, семінарські, лабораторні роботи, самостійна робота, залік, іспит;

- налагоджена система інтерактивної взаємодії викладача і студента, студентів між собою, ресурсами навчального засобу та дистанційних технологій, протягом усього часу вивчення навчального курсу;

- якісно виконані навчальні матеріали, які дозволяють набути навичок, задекларованих у робочій програмі; наявність мультимедійних навчальних матеріалів.

Для задоволення цих вимог у програму було закладено такі функціональні можливості:

- *студенту*: редагувати персональну інформацію, отримувати персоналізований доступ до електронного навчального курсу та інституційного репозиторію чи електронної бібліотеки через Інтернет; відкривати та завантажувати на власний комп'ютер навчально-методичні матеріали курсу, в тому числі, і мультимедійні; виконувати лабораторні роботи, що передбачені курсом; відправляти виконані роботи та завдання для перевірки; проходити електронне тестування; ставити викладачеві запитання; переглядати електронний журнал обліку оцінок тощо;

- *викладачу*: самостійно створювати та редагувати ресурси електронного засобу навчання; надсилати повідомлення студентам; розподіляти, збирати та перевіряти завдання; вести електронні журнали обліку оцінок та відвідування; налаштовувати різноманітні ресурси курсу тощо;

- *адміністратору*: керувати правами користувачів; підтримувати працездатність системи та керувати її загальними параметрами; створювати резервні копії.

Розроблений електронний засіб навчання передбачає можливість збереження літератури, що складається з підручників та методичних вказівок для вивчення дисциплін, систему тестування, яка може використовуватись для будь-якого предмета, що викладається у вищому навчальному закладі, а також модуль для формування лабораторних робіт.

На рис. 1 наведено приклад лабораторної роботи для вивчення теми «Нагнітачі та теплові двигуни», реалізованої у складі комплексу лабораторних робіт з дисциплін «Теплоенергетика» та «Холодильні машини та установки».

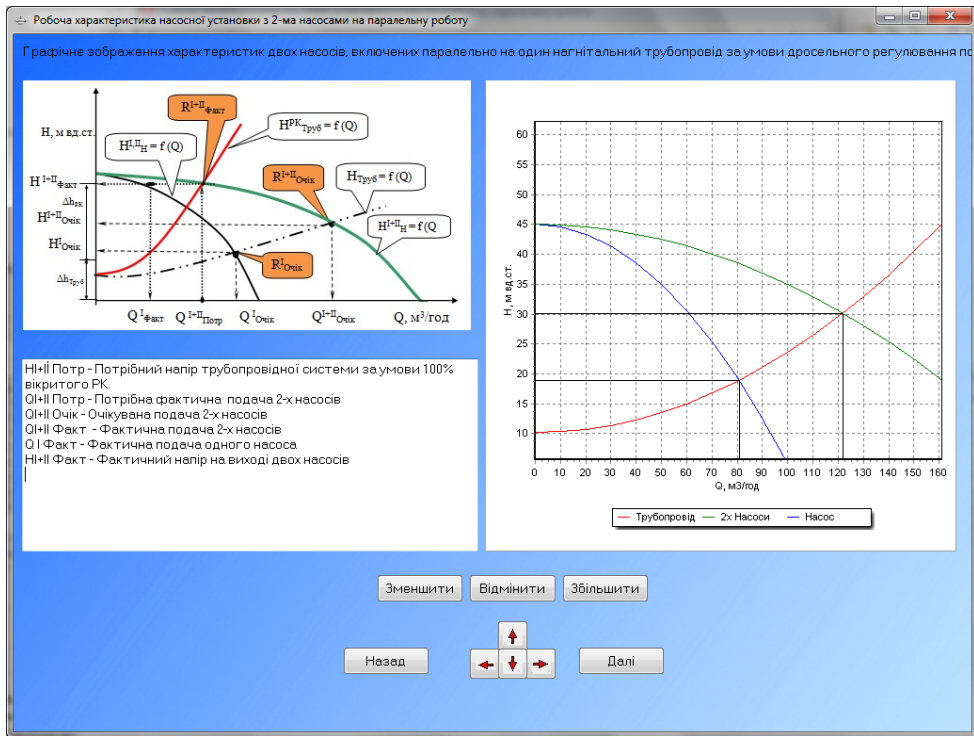


Рис. 1. Приклад інтерфейсу лабораторної роботи

Оскільки створена система використовує можливості глобальної мережі Інтернет вона може застосовуватись як засіб навчання для студентів денної, заочної, дистанційної форм навчання та у регіональних вищих навчальних закладах. Використання розробленого електронного засобу навчання надасть можливість прискорити процес вивчення відповідних дисциплін, покращить якість та наочність засвоєння матеріалу студентами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Положення про атестацію електронного навчального курсу на рівні ВНЗ та МОН України 2010/08/06.

2. Міністерство освіти і науки України. Наказ. м. Київ. № 903 від 02 грудня 2004р. Про затвердження Правил використання комп'ютерних програм у навчальних закладах.

3. Кабінет Міністрів України. Постанова. Програма. Заходи. Від 07.12.2005 № 1153. Про затвердження Державної програми «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» на 2006—2010 роки.

4. Башмаков А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем: монография / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. — М. : Инф.-изд. дом «Филинь», 2003. — 616 с.

Науковий керівник: О.В. Харкянен

37. РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ВІДДІЛУ КВПіА ДП ПАТ «КІЇВХЛІБ» «БУЛОЧНО- КОНДИТЕРСЬКИЙ КОМБІНАТ»

Є.Є. Белей

Національний університет харчових технологій

Згідно «Положенню про центральну лабораторію контрольно-вимірювальних приладів і автоматики» основними цілями відділу КВПіА на ДП ПАТ «Київхліб» «Булочно-кондитерський комбінат» є виконання наступних завдань:

– об'єднання під єдиним керівництвом всіх робіт, що проводяться на підприємстві, по метрологічному забезпеченню всіх видів діяльності комбінату і продукції, що випускається ним;

– організація і проведення метрологічного контролю, ремонту, перевірки і калібрування всіх засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), вживаних на підприємстві, у тому числі з використанням джерел іонізуючих випромінювань;

– забезпечення виконання затверджених графіків перевірки і калібрування засобів вимірювальної техніки, технічного обслуговування і ремонту.

Структура КВПіА, в яку входить лабораторія ремонту, має в своєму складі:

– групи ремонту і обслуговування засобів вимірювальної техніки по видах вимірів;

– групу технічного обслуговування пристроїв автоматичної пожежної сигналізації.

Завдання цих груп полягає в тому, щоб вчасно доповісти майстрові КВПіА про виконання виданого завдання або причини його невиконання, про всі виникаючі неполадки та вжиті заходи щодо їх усунення. Результати виконаних робіт вносяться в оперативний журнал, паспорти на засоби вимірювань, графіки перевірок і калібрувань засобів вимірювань, плани-графіки-звіти працездатності схем сигналізації й блокувань.

Таким чином, одним з головних завдань відділу є збереження і аналіз інформації, яка виникає в результаті ремонту та обслуговування пристроїв, для визначення ефективності і продуктивності його роботи.

На БКК виникають великі потоки даних які необхідно обробляти. З розвитком підприємства і ростом масштабів діяльності та збільшенням штату співробітників виникає потреба в автоматизації документообігу.

Для вирішення цієї проблеми була розроблена система інформаційної підтримки діяльності відділу КВПіА «Булочно-кондитерського комбінату». Дана система являє собою сукупність інформації, апаратно-програмних засобів, бази даних, методів та процедур обробки даних. Персонал управління реалізує функ-

ції збирання, передавання, обробки і накопичування інформації для підготовки і прийняття ефективних управлінських рішень.

Розроблювана інформаційна система має наступні властивості:

- мінімізує витрати на введення обліку;
- передбачає гарантування збереження і доступність даних при будь-яких технічних несправностях і забезпечує ефективний захист даних від несанкціонованого доступу;
- передбачає можливість розширення з оптимально-ефективним розширенням функцій і змін структури БД, без суттєвих змін модулів управління, алгоритмів вирішення задач, а також можливості реалізації їх на нових поколіннях ПК;
- передбачає повноту автоматизації всіх видів діяльності відділу КВПіА;
- реалізована простота інтерфейсу — можливість користувача розібратися в інтерфейсі без опису;
- реалізовано функції документообігу і забезпечено можливість інтеграції із зовнішньою системою документообігу;
- адаптованість до різних підприємств — програму можна використовувати не тільки на БКК, але й в різних галузях промисловості в структурі яких є відділ КВПіА;

Система виконує наступні функції:

- ведення і редагування інформації про відділи, їх працівників і прилади, матеріальні ресурси для ремонту і про обслуговування приладів;
- пошук працівника/відділу за ПІБ;
- фільтрація матеріальних ресурсів за назвою;
- облік матеріальних ресурсів для проведення ремонтних робіт;
- контроль за коректністю введення даних;
- формування звітів та заявок;
- статистичний аналіз інтенсивності поломок;
- пошук інформації про ремонт та обслуговування за датою, працівником, результатами виконання.

База даних системи інформаційної підтримки діяльності відділу КВПіА розроблена в СУБД MS SQL Server 2008, яка передбачає надійність і високу продуктивність при збереженні і обробці інформації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Полковский Л.М., Зайдман С.А., Беркович М.Е. Автоматизация учета на базе персональных ЭВМ. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 192 с.

Науковий керівник: О.В. Харкянен

38. РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ КОРПОРАТИВНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ SAP R/3 В ХОЛДИНГОВУ КОМПАНІЮ «БЛІЦ-ІНФОРМ»

Д.В. Несвігайло

Національний університет харчових технологій

Холдингова компанія «Бліц-Інформ» займається активною інформаційно-просвітницькою діяльністю, завдяки останній сформували особливу медіа-середу. Вона зайняла унікальне положення в українській поліграфії.

У наш час удосконалення корпоративного керування стає важливою задачею в розвитку та життєдіяльності кожного підприємства. Постає ряд важливих проблем, які ускладнюють цю задачу, а саме:

- забезпечення не повної функціональності для комплексного управління всієї адміністративною і операційною діяльністю компанії;
- недостатньо якісне стратегічне управління і відсутність аналізу результатів всієї діяльності компанії;
- відсутність єдиного інформаційного простору для всіх підрозділів і служб компанії.

Холдинговою компанією «Бліц-Інформ» було обрано, для вирішення поставлених задач, інформатизацію корпоративного управління за рахунок впровадження інформаційних технологій, в тому числі систем класу ERP.

Основна ціль впровадження ERP-системи — організація ефективного управління підприємством, що базується на стратегії його розвитку — найважливіша і той же час вельми непроста задача. Для її реалізації потрібна єдина інтегрована платформа, що охоплює всі бізнес-процеси підприємства і поєднує сучасні управлінські та інформаційні технології. Саме таку платформу являє собою сукупність продуктів і технологій компанії SAP AG, ядром якої являється система SAP R/3.

Система SAP R/3 — це інтегрований комплекс програмних засобів корпоративного управління, що поєднує стандартні організаційно-економічні функції та спеціалізовані за галузями господарчі процеси. На сьогодні це одна з найпотужніших і функціонально розвинутих корпоративних інформаційних систем (KIC).

До складу SAP R/3 входять додатки з напрямків обліку та звітності, контролінгу, організації виробництва, управління матеріальними потоками, а також у сфері забезпечення якості виготовленої продукції, техобслуговування і ремонту устаткування, збуту, управління персоналом й проектами. Система дає змогу інтегрувати підтримку всіх бізнес-процесів в єдину систему планування, управління та контролю діяльності підприємства. Спеціалізований набір рішень надає понад 100 готових сценаріїв для різних галузей, які відображають близько 1000 різних виробничих, організаційних і технологічних процесів для сфери діяльності будь-якого підприємства. Важливою характеристикою SAP R/3 є те, що вона може працювати в умовах інфляції та підтримувати розрахунки в декількох валютах. SAP R/3 побудована за модульним принципом, тобто є можливість використовувати будь-яку комбінацію існуючих модулів. За основними функціональними сферами система SAP R/3 поділяється на три напрямки: облік та звітність; логістика; управління персоналом.

Користувачі системи, які працюють в різних підрозділах, мають розподілений доступ та можуть редагувати тільки визначену частину інформації. Коли користувачі одного підрозділу закінчують роботу, наприклад, над замовленням, то останнє автоматично оновлюється в наборах інформації для інших підрозділів. Весь процес зміни будь-якої інформації в системі можливо відслідкувати певними функціями системи, що забезпечує прозору роботу з інформацією та зменшує кількість помилок.

Система SAP R/3 в холдинговій компанії «Бліц-Інформ» реалізована на базі сучасної клієнт-серверної архітектури, що дає можливість організувати ефективне розподілене оброблення інформації та працювати на різних моделях

обчислювальної техніки, має гнучкий інтерфейс користувача і понад 30 мовних варіантів, зокрема й український. Холдингова компанія «Бліц-Інформ» включила наступні модулі SAP R/3: обліку всієї корпоративної інформації та формування звітної документації; підтримка контролінгу; підтримка організації виробництва; управління матеріальними потоками; технічного обслуговування та ремонту технологічного устаткування; функції збуту; управління персоналом та проектами. За дослідженням, що було проведено в холдинговій компанії «Бліц-Інформ» при використанні рішення SAP R/3, були отримані наступні середньостатистичні показники ефекту від впровадження: зниження кількості затримок при постачанні продукції замовникам на 90 %; зменшення незнижуваних залишків на складах матеріалів на 30 %; підвищення оборотності запасів на 20 %; скорочення об'ємів незавершеного виробництва на 17 %; підвищення продуктивності обладнання і робітників на 10 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кале Вивек*. Внедрение SAP R/3. Руководство для менеджеров и инженеров [Текст] Пер. с англ. П. А. Панов. — М.: Компания АйТи, 2006. — 511 с.
2. *Рюдигер Кречмер*. Разработка приложений SAP R/3 на языке ABAP/4 [Текст] / Рюдигер Кречмер, Вольфганг Вейс. — М.:»Лори», 1998. — 348 с.
3. *Лиане Вилл*. Системное администрирование SAP R/3. Официальное руководство SAP [Текст]. — М.:»Лори», 2000. — 342 с.

Науковий керівник: С.В. Грибков

39. РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ДОГОВІРНИМИ ВІДНОСИНАМИ ДП «УКРАЇНСЬКІ СПЕЦІАЛЬНІ СИСТЕМИ»

Г.В. Олійник

Національний університет харчових технологій

Договірні відносини — одна з основних складових у взаємовідносинах і партнерських зв'язках у підприємницькій діяльності. Адже, за сучасних ринково-економічних умов практично не можливо займатися такою діяльністю, співпрацювати з партнерами без укладання договорів або угод. Вони складають невід'ємну частину господарської діяльності кожного підприємства і особливо важливі для підприємств та організацій, діяльність яких направлена на надання послуг.

У всіх галузях економічного, соціального, культурного, політичного життя суспільства взаємовідносини юридичних і фізичних осіб мають переважно договірний характер. При цьому варто окремо наголосити, що в усіх сферах господарювання організація підприємницької діяльності базується виключно на договірних взаємовідносинах [1].

В процесі управління договірними відносинами виникають специфічні задачі прийняття рішень, що вимагають участі керівників різних підрозділів. Забезпечення ефективності вирішення даних задач залежить від якості та повноти інформації про проблему, що виникає. Специфічність задач прийняття

рішень при управлінні договірними відносинами полягає у тому, що вони слабо структуровані та формалізовані, потребують значного досвіду роботи від особи, що приймає рішення, а також аналізу великого об'єму інформації.

Тому актуальним є розроблення системи інформаційної підтримки прийняття рішень для управління договірними відносинами державного підприємства «Українські спеціальні системи» (ДП «УСС»).

Застосовуючи методологію структурного аналізу і проектування SADT (structured analysis and design technique), а також інструментальний CASE-засіб AllFusion ERwin Process Modeler, розроблено функціональну модель організації та управління договірними відносинами державного підприємства «Українські спеціальні системи». Функціональна модель розроблена з необхідним ступенем деталізації функцій, що дало змогу виявити основні функції управління, задачі прийняття рішень та інформаційні потоки, що їх забезпечують.

Функціональне призначення створюваної системи для різних категорій користувачів підприємства полягає у наступному: для генерального директора реалізовано пошук та надання повної оперативної інформації про договори, а також етапи їх виконання, про контрагентів та історію взаємовідносин з ними; для посадових осіб групи договірних та претензійних робіт, крім введення та редагування інформації про договори та супровідні документи, реалізовано підтримку всіх задач прийняття рішень, що виникають при веденні договірних відносин; для адміністраторів системи реалізовано функції конфігурації й адміністрування системи.

Необхідність та обґрунтування створення системи інформаційної підтримки прийняття рішень для управління договірними відносинами полягає у наступному: використання технології обробки договорів в електронній формі забезпечує економію витрат на видаткові матеріали, використання обладнання та зберігання паперових копій документів; економія робочого часу співробітників на реєстрацію, обробку даних і виконання обслуговуючих функцій (передача, копіювання та ін.), на пошук потрібної інформації; формування стандартних звітів в автоматизованому режимі та забезпечення одночасного доступу до документів для усіх співробітників різних підрозділів, що мають право доступу; підтримка проведення контролю за виконанням кожного етапу окремо та договору в цілому; підтримка проведення детального всебічного аналізу виконання договорів та їх етапів; аналіз замовлень клієнтів і формування переліку пропозицій для них.

З використанням CASE-засобу AllFusion ERwin Data Modeler розроблено модель даних предметної області та спроектовано структуру бази даних у СУБД MS SQL Server 2005. Створено командні файли мовою SQL для швидкого створення та розгортання БД у СУБД MS SQL Server 2005, які забезпечують, крім створення БД та її структури, створення користувачів системи з наданням їм прав доступу до її елементів. Для реалізації інтерфейсу користувача використано середовище швидкої розробки програмних засобів Embarcadero RAD Studio 2010.

Розроблена інформаційна система впроваджена в експлуатацію у ДП «УСС». Створена система інформаційної підтримки прийняття рішень для управління договірними відносинами дала можливість: прискорити рух договорів в організації; гарантувати своєчасний розгляд договорів; забезпечити ефективний контроль виконання завдань і прийняття управлінських рішень; підвищити ефективність роботи як окремих працівників, так і ДП «УСС» в цілому; знизити витрати на копіювання, передачу і збереження копій договорів в паперовому вигляді; при

прийнятті рішень підвищити їхню обґрунтованість і якість за рахунок надання виконавцю максимально повної інформації та забезпечення її всебічного аналізу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Лысаков А.В.* Договорные отношения в управлении проектами [Текст] / А.В. Лысаков, Д.А. Новиков — М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2004. — 100 с.

Науковий керівник: С.В. Грибков

40. СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ СКЛАДСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ ТОВ «ПЕТРУС-АЛКО»

І.М. Шульга

Національний університет харчових технологій

Сучасний етап розвитку економіки України характеризується необхідністю розвитку перспективних напрямків науки і техніки, а також підвищенням ефективності виробництва з метою доведення якості продукції до світових стандартів. Для вирішення цієї задачі керівництву підприємств потрібна оперативна достовірна інформація про фактичний стан виробництва, потреби у ресурсах, ситуації на ринку, рух товарів на складах та ін.

Дистриб'юторська компанія ТОВ «Петрус-Алко» займається постачанням лікєро-горілочних виробів українського та імпортного виробництва. Розвиток бізнесу в ТОВ «Петрус-Алко» відбувається за рахунок внутрішніх ресурсів — успішні, добре зарекомендовані себе керівники отримують можливість очолити нові напрямки розвитку компанії. З метою удосконалення форм управління та контролю виникла потреба забезпечити інформаційну підтримку діяльності складського господарства, що є актуальною задачею на даний момент. Причини, що спонукають організації впроваджувати інформаційні системи, з одного боку, зумовлюються прагненням збільшити продуктивність повсякденних робіт чи уникнути їх повторного проведення, а з іншого боку — бажанням підвищити ефективність управління діяльністю підприємства, приймаючи оптимальні та раціональні управлінські рішення. Різноманітність інформаційних систем з кожним роком зростає, але специфіка кожного підприємства вимагає адаптації існуючих чи розроблення нових інформаційних систем.

Основною метою даної роботи є створення інформаційної системи підтримки діяльності складського господарства логістичного центру ТОВ «Петрус-Алко».

Для виявлення основних функцій управління діяльністю складського господарства та інформаційних потоків побудовано функціональну модель з використанням методології структурного аналізу і проектування SADT (structured analysis and design technique) та інструментального CASE-засобу AllFusion Process Modeler. Розроблена функціональна модель має необхідну ступінь деталізації. Використовуючи CASE-засіб ERwin Data Modeler, було побудовано модель даних, що забезпечила створення структури бази даних, орієнтованої на СУБД MS SQL Server. Для створення інтерфейса користувача та

реалізації основних функцій системи використано середовище розробки програмних продуктів Delphi.

Основне призначення створюваної інформаційної системи полягає в узгодженні та підпорядкуванні всіх внутрішніх процесів головним цілям підприємства. Для цього необхідно скоординувати процеси, пов'язані з діяльністю підприємства, так, щоб вони максимально забезпечували виконання поставлених завдань в єдиному інформаційному полі. Зокрема, інформаційна система управління складом повинна бути тісно пов'язаною з інформаційними системами відділу замовлень та диспетчерських робіт. Тільки тоді інформаційна озброєність підприємства починає безпосередньо впливати на ефективність його діяльності.

В системі реалізовано наступні функції:

- реєстрація та оформлення товару, що приймається;
- забезпечення обліку товару;
- оптимізація розміщення товару;
- підтримка контролю розміщення та відвантаження;
- формування звітної документації при управлінні складського господарства;
- забезпечення відслідковування статусу обробки замовлень;
- забезпечення ефективного контролю за переміщенням продукції та використання складського обладнання;
- оптимізація використання складських потужностей.

Розробка й впровадження інформаційної системи підтримки діяльності складського господарства буде мати наступний ефект для компанії ТОВ «Петрус-Алко»: підвищення якості виконання замовлень за рахунок контролю та відслідковування статусу обробки замовлень; зменшення затримки зберігання і обробки продукції; виключення повторення операцій; оптимізація бізнес-процесів, зниження їх вартості та часу виконання; забезпечення цілісності даних за рахунок організації єдиної бази даних; формування звітної документації в автоматизованому режимі; підвищення ефективності контролю за рухом товару; спрощення подальшого розвитку інформаційної системи та зниження витрат; збільшення техніко-економічних показників підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чекалов А. Базы данных: от проектирования до разработки приложений [Текст, електронний ресурс] / А. Чекалов- СПб.: БХВ-Петербург, 2003. — 384 с.

2. Гвоздева Т.В., Баллод Б.А. Проектирование информационных систем [Текст] / Т.В. Гвоздева, Б.А. Баллод — ООО «Феникс»: Ростов-на-Дону, 2009. — 508 с.

Науковий керівник: С.В. Грибков

41. РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВІДДІЛУ ПРИЙОМУ СИРОВИНИ ПАТ «ТРОСТЯНЕЦЬКИЙ М'ЯСОКОМБІНАТ»

В.М. Ковальчук

Національний університет харчових технологій

У даній роботі розроблено структуру системи, визначається склад задач по створенню та функціонуванню системи, проводиться обґрунтування обраного

програмного забезпечення та розглядаються алгоритми рішення, а також розраховується термін окупності.

Основними завданнями і функціями відділу прийому сировини є:

1. Забезпечення поставок сировини (яловичини, конини, свинини тощо) для відділу переробки (цехів виробництва).
2. Підготовка, заключення та ведення договорів на предмет постачання сировини.
3. Переговори та погодження умов договорів з постачальниками.
4. Підготовка та введення графіків постачання.
5. Формування планів закупок та фінансування відповідно до прогнозованих поставок.
6. Аналіз цін та пошук альтернативних постачальників.
7. Формування заявок і наступний контроль за їх виконанням та поставкою продукції постачальниками.

8. Робота з рекламаціями, повернення та заміна забракованої продукції.

9. Контроль за дотриманням умов договорів постачальниками.

Напрямки діяльності ПАТ «Тростянецький м'ясокомбінат»:

- виробництво м'яса і субпродуктів;
- виробництво м'ясних продуктів;
- промислове виробництво риби;
- виробництво плодоовочевих консервів (крім картоплі), включаючи м'ясо-рослинні та сало-бобові;
- оптова торгівля м'ясом та м'ясними продуктами;
- роздрібна торгівля м'ясом і м'ясними продуктами.

Основною метою створення системи є забезпечення своєчасного одержання повної і достовірної інформації задля підвищення оперативності прийняття рішень і створення умов для ефективної роботи працівника відділу прийому сировини.

Структура системи обумовлена функціональним змістом діяльності працівника відділу прийому сировини, що повинна базуватися на сконцентрованій інформації з урахуванням існуючого документообігу.

У розробленій функціональній моделі описується процес прийому сировини на м'ясокомбінаті, з її допомогою можна проаналізувати відображення оптимальної діяльності при розробленні виробничої програми.

В результаті створення автоматизованої системи реалізовані такі функції:

- введення і редагування інформації про постачальників, сировину, накладну, акт приймання, автопідприємство та також квитанції;
- пошук телефону, адреси та розрахункового рахунка постачальника;
- пошук показника якості продукції в акті приймання;
- формування звітів по постачальнику/сировині/автопідприємству;
- формування звітів по номеру накладної;
- фільтрація накладних за діапазоном цін (від, до);
- фільтрація в акті приймання ваги прийнятої сировини;
- контроль за коректністю введення даних в систему.

Розроблена інформаційна система дозволить автоматизувати діяльність працівників відділу бо вона призначена для автоматизації їх діяльності, а також прийому сировини; автоматизації визначення наявних даних про постачальників, сировину, квитанції, автопідприємства; швидкого пошуку необхідної інформації.

Діагностика функціонування системи базується на основі використання стандартних процедур тестування технічних засобів системи, а також аналізу користувачем вихідних форм документів, передбачає виявлення відхилень від нормального процесу вирішення задач та виявлення порушень в роботі комп'ютерно-технічних засобів, а також програмних помилок, забезпечуючи експлуатаційний персонал відповідними діагностичними повідомленнями.

Розвиток і модернізація системи проводитимуться шляхом:

- уточнення, нарощування чи заміни виконуваних функцій;
- модернізації технічних та програмних засобів по мірі розробки і впровадження нової техніки.

Структура і технологія програмного забезпечення системи забезпечать простоту їх модернізації і розвитку, з можливістю оптимально-ефективного розширення функцій і зміни структури БД, без суттєвих змін модулів управління, алгоритмів вирішення задач, а також можливості реалізації їх на нових поколіннях ПК.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Маклаков С.В.* BPWin і ERWin. CASE-средства разработки информационных систем. — М.: Диалог-Мифи, 1999.
2. *Нильсен Пол.* Microsoft SQL Server 2005. Библия пользователя. 2008. — 1232 с.
3. <http://trostyaneckiy-myasokombinat.business-guide.com.ua/>
4. <http://www.meat-trostianets.com.ua/>
5. <http://smida.gov.ua/reestr/?kod=00443128/>

Науковий керівник: Н.Н. Бровченко

42. МЕТОДИ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ЗАДАЧ ПРОЕКТУВАННЯ

В.О. Кононова, В.В. Федорчук

Національний університет харчових технологій

Декомпозиція — це процес поділу систем на елементи, зручні для будь-яких операцій з нею, а саме поділ до елементів, які приймаються за неподільні об'єкти.

Всю сукупність інформації і всю сукупність зв'язків між елементами системи неможливо сприйняти в цілому і повністю, для швидкого впровадження ІС необхідно дотримуватися принципу «добре структурованої системи». Загальна мета, критерії функціонування та основні обмеження на роботу системи звичайно формуються на початку створення системи.

Розрізняють наступні рівні декомпозиції:

- системний — загальний опис призначення об'єкта і його зв'язків з врахуванням взаємодії з навколишнім штучним і природним середовищем;
- архітектурний — структурний опис об'єкта;
- функціональний — опис законів функціонування підсистем об'єкта або рішення задачі працездатності об'єкта, як системи заданої структури;
- елементний /конструктивний/ — опис елементів системи.

Можливі інші, специфічні, підходи до об'єкта, що проектується, які відповідають нижчепереліченим рівням декомпозиції:

- для конструктивних об'єктів:

- функціонально-структурний,
- просторової компоновки,
- кінематичної моделі,
- технічної моделі,
- робочої моделі та ін.;
- для технологічних процесів — принципова схема технологічного процесу, маршрутного процесу, операційного технологічного процесу, технологічних наладок та ін.

Основною операцією аналізу є поділ цілого на частини. Задача розподіляється на підзадачі, система — на підсистеми, цілі — на підцілі і т.д.

При декомпозиції можуть застосовуватись різні засоби, методи та ознаки поділу системи. Поділ може мати матеріальну, функціональну, алгоритмічну та іншу основу.

При поділі системи на компоненти можемо мати різні варіанти. Компонент — це частина ІС, яку після декомпозиції можемо розглядати як самостійне ціле. Зазвичай об'єкт аналізу складний, слабо структурований, погано формалізований, тому операцію декомпозиції виконує експерт. Якщо доручити аналіз одного і того ж об'єкта різним експертам, то отримані деревовидні списки будуть різнитися.

Вибір основи та межі декомпозиції визначається суттю об'єкта, який досліджується, метою, предметною областю обстеження, запасом знань дослідника відносно об'єкта обстеження.

При поділі системи на різні рівні ієрархії потрібно виконувати деякі вимоги.

Операція декомпозиції представляється тепер як зіставлення об'єкта аналізу з деякою моделлю, як виділення в ньому того, що відповідає елементам взятої моделі. Тому на питання, скільки частин повинно вийти в результаті декомпозиції, можна дати таку відповідь: стільки, скільки елементів містить модель, взята в якості підстави. Питання про повноту декомпозиції — це питання завершеності моделі.

Об'єкт декомпозиції повинен зіставлятися з кожним елементом моделі-основи. Однак і сама модель-підстава може з різним ступенем деталізації відображати досліджуваний об'єкт.

Система, з якою пов'язаний об'єкт аналізу, і система, за моделями якої проводиться декомпозиція, не обов'язково збігаються.

Аналізуючи та описуючи системи, використовують такі види структур, які різняться типами елементів і зв'язками між ними:

1. Функціональні (елементи — компоненти, функції, задачі, процедури; зв'язки — інформаційні).

2. Технічні (елементи — пристрої, компоненти, комплекси; зв'язки — лінії та канали зв'язку).

3. Організаційні (елементи — колективи людей та окремі виконавці; зв'язки — інформаційні, співвідпорядкування та взаємодії).

4. Програмні (елементи — програмні модулі та вироби; зв'язки — керуючі).

5. Інформаційні (елементи — форми існування та подання інформації в системі; зв'язки — операції перетворення інформації в системі).

6. Алгоритмічні (елементи — алгоритми; зв'язки — інформаційні).

7. Документальні (елементи — неподільні складові і документи ІС; зв'язки — взаємодії, входження і співвідпорядкування).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Darnton G., Darnton M.* Business Process Analysis. — London: Tompson Business Press, 1997.
2. *Катренко А.В., Бобало І.Ю.* Основні тенденції розвитку методів проектування інформаційних систем // Вісн. Держ. ун-ту «Львівська політехніка». — 1997. — № 315. — С. 50 – 71.
3. *Катренко А.В.* Стандарти у проектуванні та експлуатації інформаційних систем // Вісн. Держ. ун-ту «Львівська політехніка». — 2000. — № 406. — С. 135 – 155.
4. *Репин В.В., Елиферов В.Г.* Процесний підхід до управління. Моделюванням бізнес-процесів. — М.: РИА «Стандарти і якість», 2004.

Науковий керівник: М.В. Гладка

43. ПІДХОДИ ЗАХИСТУ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ

Г.В. Олійник

Національний університет харчових технологій

В наш час необхідність використання систем захисту програмного забезпечення обумовлена рядом чинників, серед яких слід виділити: незаконне використання алгоритмів, що є інтелектуальною власністю автора, несанкціонований доступ, використання і модифікація, нелегальне розповсюдження та збут програмного забезпечення [1].

У зв'язку з цим активно створюються і розвиваються системи захисту програмних продуктів. Проте, разом з цим також удосконалюються методи подолання такого захисту. Програмний продукт, захищений за допомогою популярних засобів, таких як Extreme Protector, Armadillo, значно збільшується за розміром, стає нестабільним, виникають конфлікти, чисельні помилки, різко втрачається швидкодія [2].

Для забезпечення захисту програмного продукту, без ризику зниження надійності роботи, запропоновано методику, що базується на використанні відомих методів.

До основних використаних методів захисту програмного коду належать: антивідлагоджування — захист від засобів відлагоджування та дослідження; шифрування — криптографічне перетворення вихідних текстів на різних етапах експлуатації; обусфікація — внесення заплутуючих перетворень; поліморфність — генерування різних версій бінарного коду одного алгоритму.

Важливим та найпершим кроком при створенні системи захисту програмного продукту є ускладнення та мінімізація можливості відновлення вихідного програмного коду при її дослідженні, а також недопустимість простого доступу до контрольних параметрів, встановлення своїх значень змінним, блокування роботи певних програмних блоків. Адаже призначені для рішення таких задач інтерактивні програмні засоби, наприклад, IDA PRO, дозволяють не тільки отримати повний доступ, а й точно відновити алгоритми роботи та внести будь-які зміни.

Дослідження програмного продукту може відбуватися у статичному або динамічному режимі. Суть першого зводиться до дослідження програмного коду, для отримання якого вихідний програмний модуль дизасемблюють. Динамічний

режим передбачає трасування програми, тобто виконання з використанням спеціальних засобів, які включають можливість покрокового режиму, отримання доступів до регістрів, областей пам'яті, виконання зупинки програми за певною адресою тощо.

Найефективніший спосіб боротьби з дизасемблером — шифрування [3]. Причому шифрування динамічне: невеликі частини програмного коду розшифровуються за мірою необхідності, а після виконання знову зашифровуються. Для підвищення безпеки при реалізації даного методу необхідно використовувати декілька криптостійких алгоритмів шифрування, віртуальні процедури розшифрування, визначення ефективних адрес, що вимагає значних часових витрат.

Технологія поліморфності дозволяє проводити перетворення з бінарним кодом об'єкту, що захищається, шляхом вбудовування неінформативних для загального алгоритму програми частинами між основними інструкціями. Даний процес поділяється на два етапи: аналіз коду; генерація інструкцій на основі проведеного аналізу. Для аналізу бінарного коду необхідний певний рівень абстракції від машинного коду до людини, досяжний з використанням методики його декомпіляції. Для розробки поліморфного генератора, здатного до вбудовування в довільну ділянку коду, необхідно проводити не тільки облік задіяної пам'яті та регістрів, але й аналіз поточної ділянки коду.

Найчастіше таку технологію для захисту використовують поліморфні комп'ютерні віруси, для виявлення та дослідження яких, як правило, використовуються спеціально розроблені для кожного окремого коду алгоритми аналізу. Виявлення таких вірусів за допомогою так званих вірусних масок — специфічних ділянок постійного коду, неможливе. Це досягається шифруванням основного коду вірусу з непостійним ключем і випадковим набором команд розшифровувача або заміною самого виконуваного коду вірусу.

Суть методу, що ґрунтується на використанні самоідентифікуючих алгоритмів, полягає в тому, що виконувані програмні коди отримуються самою програмою безпосередньо у процесі її виконання. Незважаючи на деякі труднощі розробки, частково пов'язані з неможливістю реалізації певних управляючих процедур мовами програмування високого рівня, даний метод неодноразово продемонстрував свою ефективність [3].

Проведення практичних випробувань з використанням поєднання елементів розглянутих методів захисту дає змогу стверджувати про створення гнучкого, ефективного та надійного захисту програмного продукту.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Золотарев В.В.* Метод исследования программных средств защиты информации на основе компонентной модели информационной среды [Текст] / В.В. Золотарев // Изв. ЮФУ: Технич. науки. — 2008. — № 8. — С. 87–94.

2. *Кукарцев А.М.* Методика защиты программного кода от несанкционированной модификации и исследования посредством его хеширования [Текст] / А.М. Кукарцев, И.А. Лубкин // Вестн. СибГАУ. — 2008. — № 1. — С. 56–60.

3. *Проскурин В.Г.* Защита программ и данных [Текст] / В.Г. Проскурин. — М: Академия, 2011. — 208 с.

Науковий керівник: С.В. Грибков

44. ПРОЕКТУВАННЯ ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАСОБАМИ ANYLOGIC НА ПРИКЛАДІ МОДЕЛІ БЕНЗОКОЛОНКИ

А.В. Богомол, О.О. Пінчук

Національний університет харчових технологій

Імітаційне моделювання є методом, що дозволяє будувати моделі, які описують процеси так, як вони проходили б у реальному житті. При цьому досліджувана система замінюється моделлю, яка з достатньою точністю описує реальну систему і з нею проводяться експерименти з метою отримання інформації про цю систему. Таку модель можна виконати в часі нескінченну кількість разів. При цьому результати визначатимуться випадковим чином і за отриманими даними можна сформуванати достатньо стійку статистику.

До імітаційного моделювання вдаються, коли:

- дорого або неможливо експериментувати на реальному об'єкті;
- неможливо побудувати аналітичну модель: в системі є час, причинні зв'язки, наслідок, нелінійності, випадкові змінні;
- необхідно зімітувати поведінку системи в часі.

Для застосування імітаційного моделювання існують такі засоби, як AnyLogic, Rockwell Arena, GPSS, River Logic та інші. Кожна з них надає багато корисних інструментів для розробки імітаційних моделей. AnyLogic — це програмне-забезпечення для імітаційного моделювання бізнес процесів. Інструмент володіє сучасним графічним інтерфейсом і дозволяє використовувати мову Java для розробки моделей.

Таким чином на прикладі моделі бензоколонки продемонстровано певний спектр можливостей середовища AnyLogic. Оскільки вхідні дані мають невизначений характер, використано алгоритмічну статистичну модель. В якості математичної схеми було обрано схему системи масового обслуговування, оскільки саме вона дає можливість максимально наблизитись до реальності:

- є потік клієнтів, яких треба обслуговувати — машини;
- є пристрої, що забезпечують обслуговування замовлень клієнтів — колонки;
- є визначений набір правил обслуговування клієнтів — усі клієнти рівноправні.

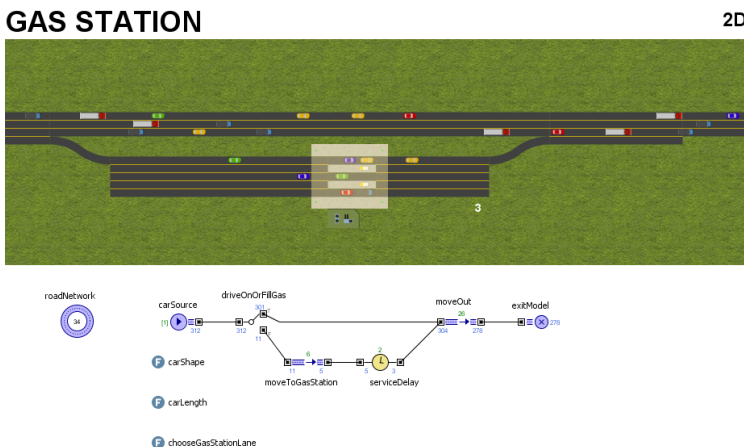


Рис. 1. Моделювання роботи бензоколонки засобами AnyLogic

В задачу моделювання входить визначення оптимальної кількості каналів, яка залежить від співвідношення між середнім часом надходження замовлень і середнім часом обслуговування. Середній час обслуговування визначено, спостерігаючи за роботою діючої бензоколонки. Середній час між сусідніми замовленнями залежить від потоку машин на тій ділянці дороги, де буде розташовано заправку. Було використано показниковий розподіл із заданим значенням випадкової величини. Можливі значення випадкового часу між двома сусідніми замовленнями визначаються у моделі за допомогою датчика випадкових величин. Випадки відмови устаткування в моделі не враховані.

В даній роботі розкрито лише деякі можливості цього продукту при імітаційному моделюванні.

Головні переваги AnyLogic заключаються у можливості збільшити життєвий цикл моделі, швидко підлаштувавшись до змінюваних умов, при вирішенні яких необхідні як високий, так і низький рівні абстракції. Моделі, побудовані в AnyLogic, мають відкриту архітектуру і можуть працювати з будь-яким офісним або корпоративним об'єктами, а також з користувацькими модулями, написаними на різних мовах. Модель може динамічно читати і зберігати дані в електронних таблицях, БД, тощо, а також бути вбудована у виробничий процес в режимі реального часу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Томашевський В.М.* Моделювання систем. — к., Видавнича група ВНУ, 2007. — 352 с.

2. <http://www.xjtek.ru> — Офіційний сайт розробника системи AnyLogic.

Науковий керівник: Н.В. Ліманська

45. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ВІДДІЛУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ НУХТ

Г.С. Миронюк

Національний університет харчових технологій

Результатом інтелектуальної творчої діяльності людини або групи осіб є інтелектуальна власність, виключне право на яку засвідчує патент — документ, що затверджує авторство на винахід та виключне право на використання його протягом певного строку. Патент видається державним патентним відомством винахіднику або його правонаступнику.

У широкому розумінні «патент» є комплексом виключних прав на використання винаходу, корисної моделі або промислового зразка, які держава гарантує патентовласнику, тобто винахіднику або особі, якій винахідник передав виключні майнові права. У вузькому розумінні «патент» є охоронним документом, що засвідчує пріоритет, авторство і право власності на винахід.

Патент на винахід № 1 був виданий Державним патентним відомством України 30 листопада 1992 року. Цей патент охороняв спосіб отримання антифрикційного матеріалу для поверхонь тертя. Власником патенту став Микола Костянтинович Ященко. Станом на 2007 рік цей патент вже не є чинним.

Патент отримується шляхом подання заявки до відповідного патентного відомства, яка має містити опис винаходу та, у окремих юрисдикціях, докази його корисності.

В Україні Реєстр патентної інформації є офіційним документом, призначеним для реєстрації громадян країни, які атестовані як представники у справах

інтелектуальної власності (патентні повірені), а також внесення всіх змін стосовно їхньої реєстрації. Реєстр патентної інформації — це зброшуровані, прошнуровані та скріплені печаткою книги і разом з його копією на магнітних носіях підлягає постійному зберіганню в Державному департаменті інтелектуальної власності (далі — Департамент), що діє у складі Міністерства освіти і науки України. Здійснення реєстрації та інших дій, пов'язаних з веденням Реєстру, забезпечує Державна служба інтелектуальної власності.

В університеті приділяється велика увага розвитку винахідницької діяльності, залученню до науково-технічної творчості аспірантів і студентської молоді шляхом їх участі у виконанні науково-дослідних робіт. За даними Державного підприємства «Український інститут промислової власності» Державної служби інтелектуальної власності України НУХТ впевнено утримує перше місце серед вищих навчальних закладів Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України з винахідницької діяльності.

За останні два роки винахідницька діяльність відділу інтелектуальної власності НУХТ стрімко піднялась вгору:

– Подано заявок на винаходи	213;
– Подано заявок на корисні моделі	404;
– Отримано позитивних рішень на винаходи	102;
– Отримано позитив рішень на корисні моделі	551;
– Отримано патентів на винаходи	111;
– Отримано патентів на корисні моделі	401.

Оскільки процес патентування трудомісткий, постало питання про автоматизацію відділу інтелектуальної власності.

Інформаційна система повинна містити інформацію про винахідників, подані заявки, платіжні доручення, договори, отримані патенти та ін.

В свою чергу інформаційна система підтримуватиме наступні функції:

– Внесення та редагування даних до інформаційної системи відділу інтелектуальної власності;

- Формування витягу з Реєстру за заявою будь-якої особи;
- Пошук патентів та авторів за різними критеріями;
- Пошук всіх заявок, що подавав автор (картотека автора);
- Формування звіту по кафедрам;
- Відомість про діяльність відділу тощо.

Таким чином, завдяки впровадженню інформаційної системи відділу інтелектуальної власності здійсниться оптимізація діяльності відділу, тобто:

- покращиться якість зберігання патентної документації;
- значно зросте швидкість обробки даних;
- полегшиться пошук необхідної інформації;
- працівник відділу за короткий термін часу зможе сформувати необхідні звіти.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Драпак Г., Скиба М.* Основи інтелектуальної власності. Навчальний посібник. — Хмельницький: ТУП, 2003. — 135 с.

2. *Цибульов П.М.* Основи інтелектуальної власності. — К.: ЗАТ «Інститут інтелектуальної власності і права», 2002. — 104 с.

Науковий керівник: Н.В. Ліманська

46. ЄДИНА ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ В СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ КВАЛІФІКАЦІЇ ОПЕРАТОРІВ ВОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Г.Л. Баранов, С.С. Пилипейко

Національний транспортний університет

Г.Г. Соболевський

Київська державна академія водного транспорту

Всесвіт безперервно змінюється завдяки різноманітним гетерогенним процесам, трансформаціям, іншим явищам. Вони відбуваються у просторово-часовому континуумі в масштабах мікросвіту, складної динамічної системи (СДС), та глобально у макросистемах та надсистемах. Всі відомі інтелектуально-транспортні системи (ITS) можливо характеризувати як полієргатичні виробничі організації (ПЕВО), які відчують впливи змінних зовнішніх факторів природного та соціотехнічного середовищ [1]. Еволюційний, а за останні роки стрімкий розвиток, інтелектуальних технологій (ІТ) обумовлює все більше їх впровадження у ITS та у супроводжуючі й обслуговуючі їх ПЕВО.

Мета ITS — підвищення рівня безпеки руху відповідних високошвидкісних транспортних засобів (ВТЗ). Але міжнародна та державна статистики для всіх видів транспорту свідчить, що, незважаючи на значні зусилля вчених, проєктантів, конструкторів, виробників та експлуатаційників конкретних (модернізованих, удосконалених, новітніх, інноваційних) ВТЗ, рівень аварійності на транспорті суттєво не змінюється [2].

Саме тому у даній роботі запропоновано підхід комплексного цільового регулювання шляхом системної організації, самоконтролю, самонавчання, самореорганізації (реконфігурації та перерозподілу функцій) на базі глобальних електронних технологій класу Internet. Додаткова ІТ має мету — об'єднання інтелектуальних творчих здібностей багатьох інтелектуальних агентів систем ($IAS \in ITS$, $IAS \subset ПЕВО$). Запропонована ІТ за цим підходом формує єдину інформаційну модель (ЄІМ) завдяки творчій активності кожного IAS_i , $\forall i = 1, N$. Тут N — кардинальна множина професійно орієнтованої спільності від учнів, студентів, аспірантів, докторантів, до фахівців кадрового розподілу на всіх ієрархічних рівнях ITS, ПЕВО, ТІУС (транспортних інформаційно-управляючих систем з розгалуженими диспетчерськими центрами), включаючи екіпажі конкретного ВТЗ. Регламент для екіпажу-команди закріплює відповідний розподіл функцій та пріоритет у прийнятті директивно-командних рішень стосовно способів та законів оперативного запобігання: перешкод, формажорних збурень, зіткнень, аварій, катастроф. На жаль, статистика щорічних звітів фіксує реальний стан аварійності для кожного виду транспорту з обов'язковою відміткою кількості осіб, що загинули та травмовані.

Мультиагентна, полієргатична, інтелектуально-експертна взаємодія на цілісному системному рівні цілеспрямованої боротьби за безаварійність, збереження життя пасажирів, вантажів та екологічного довкілля потребує відповідних додаткових складових, ресурсів ІТ та новітніх потоків даних між всіма IAS. Глобалізований штучний інтелект (ГШІ) з інтегрованою та цілеспрямованою організацією слід називати SVITA [1]. Дана назва SVITA відображає суттєві відзнаки (SERVO — охороняю, рятую, гарантую; VITA — життя в умовах руху ВТЗ) зовнішнього доповнення до всіх існуючих та відомих організацій, при функціонуванні яких відбуваються аварії [1, 2].

Саме SVITA з ГПШ реалізує новітні додаткові ІТ, які забезпечують мультиагентну взаємодію $\forall IAS_i$ на інтервалах типових життєвих циклів (ЖЦ) у реальному просторі оригіналів єдиної СДС з багатьма учасниками динаміки руху у складних явищах й ситуаціях. Відображення реальних фактів СДС реалізується з застосуванням СУБД IAS і шляхом формування простору зображень для ГПШ з подальшими розв'язками задач запобігання у майбутньому лиха, аварій, катастроф. Таким чином ЄІМ SVITA завжди відображає реальні факти, але у вигляді формалізованих символічних часткових моделей (СЧМ), які дозволяють за правилами граматики отримувати більш складні моделі, наприклад, дерева, ліс, мережі, нейронні топологічні з'єднання. Єдині принципи архітекτονіки, стратифікації, структуризації, формалізації забезпечують відображення будь-яких реальних об'єктів у кодованій області моделей, необхідних для автоматичного розв'язку задач практики за напрямком гарантування безпеки руху ВТЗ у складних екстремальних умовах [3]. Служба обміну повідомленнями у діалогових режимах спілкування IAS_i та IAS_j на кожний запит надає відповідну відповідь з застосуванням СЧМ та довідкового інформаційного фонду (ДФ) SVITA. За потребою розв'язання задач та моделювання забезпечується оперативний синтез моделей з застосуванням базового архіву (БА) та наявного комплексу розрахунково-базових моделей (РБМ) або розрахунково-оперативних моделей (РОМ). Тематичними розділами ЄІМ є: системи координат, одиниці та шкали вимірювань; базові поняття та каталоги; природні динамічні фактори зовнішніх середовищ, що небезпечні у межах локальних зон; учасники динаміки руху у межах СДС; внутрішні динамічні стани з особливостями дефектів, відмов, ремонтів, напрацювання на відмову; забезпечення безпеки навігації та управління рухом; засоби телекомунікації та Internet зв'язку; моделі ВТЗ у різних робочих режимах; моделі змін станів та перехідних процесів; моделі персонально IAS як осіб що приймають рішення зараз, тут в означених умовах й ситуаціях [3]; стан з підготовки, навчання та тренажу кадрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баранов Г.Л. Функціональна стійкість навігаційного обслуговування безпеки судноплавства на внутрішніх водних шляхах: Монографія / Г.Л. Баранов, А.М. Носовський, І.В. Тихонов / — К.: КДАВТ, 2012. — 149 с.
2. *Енциклопедія безпеки навігації* / Н.С. Кулик, В.П. Харченко, М.Г. Луцкий и др. / под ред. Н.С. Кулика . — К.: Техника, 2008. — 1000 с.
3. Баранов Г.Л. Гармонізація поліергатичних систем навігації та управління рухом високошвидкісних транспортних засобів методами теорії ігор / Г.Л. Баранов, І.В. Тихонов, В.Л. Міронова / Системи управління навігації та зв'язку — К.: ДП «ЦНДІ НіУ». 2012 — Вип. 3(23) — С. 2 – 6.

47. ВАРІАЦІЙНИЙ ПРИНЦИП ГАМІЛЬТОНА-ОСТРОГРАДСЬКОГО ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ДИНАМІКИ ТРУБОПРОВОДУ З ШВИДКІСНОЮ ТЕЧІЄЮ РІДИНИ

В.В. Гавриленко, О.П. Ковальчук
Національний транспортний університет

Досліджено рух пружного трубопроводу з рідиною, що тече з великою швидкістю, при різних способах закріплення трубопроводу. Використання варіа-

ційних принципів дозволить нам отримати додатково динамічні граничні умови та сили внутрішньої взаємодії в системі трубопровід — рідина. Динамічні граничні умови та внутрішні сили взаємодії стінок труби та рідини для такої системи отримати досить важко. Використання варіаційних методів дозволяє визначити ці динамічні характеристики руху системи автоматично при використанні традиційної техніки варіювання.

Для дослідження такої задачі, використовується варіаційний принцип Гамільтона-Остроградського. На основі цього варіаційного принципу була побудована нелінійна модель динаміки трубопроводу з рідиною, що тече зі швидкістю по поперед заданому закону, при врахуванні різного роду нелінійних факторів, що визначають динаміку та стійкість руху системи. Використання цього методу дозволило отримати не тільки динамічні рівняння руху, а й аналітично були отримані динамічні граничні умови та внутрішні сили взаємодії компонентів системи. Було розглянуто частинний випадок для дослідження впливу одного з нелінійних факторів, а саме сил поздовжнього стискання труби на динамічну стійкість трубопроводу. Отримано аналітичні вирази для частоти коливань по першій формі, з якої визначаються критичні швидкості.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бабаков И.М.* Теория колебаний / Бабаков И.М. — М: Наука, 1968.

48. ДИНАМІКА ТРУБОПРОВОДУ З ШВИДКІСНОЮ ТЕЧІЄЮ РІДИНИ ПРИ РІЗНИХ СПОСОБОХ ЗАКРІПЛЕННЯ

О.П. Ковальчук

Національний транспортний університет

Розглянуто постановку задачі про рух пружного трубопроводу з рідиною, що тече з великою швидкістю. Рідина вважається ідеальною і приймається, що її рух є заданим. Постановка задачі передбачає використання змінних Ейлера для опису руху рідини і змінних Лагранжа для опису руху трубопроводу, який моделюється на основі моделі пружної балки. Для дослідження такої задачі, використовується варіаційний принцип Гамільтона-Остроградського. Побудовано чисельний алгоритм визначення форм коливань системи і параметрів дискретної моделі. Розглянуто клас задач про перехідні процеси нелінійних коливань системи при початкових збуреннях її параметрів. Для дослідження дискретної моделі використовується метод Рунге-Кутта. Дослідження показало, що поведінка системи суттєво залежить від швидкості течії рідини в трубопроводі. Для кожного трубопроводу і його способу закріплення існує певна критична швидкість, при досягненні якої система втрачає стійкість. Чисельні результати показали, що якісні результати по властивостях системи при наближенні до критичних швидкостей повністю підтвердилися на практичних прикладах. Розглянуто також вплив пульсацій швидкості течії, тиску, густини та деяких законів зміни швидкості (розгін, гальмування) на поведінку системи. Досліджені приклади свідчать, що розроблені засоби моделювання і їх програмна реалізація адекватно описують поведінку системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бондарь Н.Г.* Нелинейные автономные задачи механики упругих систем / Бондарь Н.Г. — Киев, Будивельник, 1971.

49. ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРВАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯДРА ОПОРНО-ВЕКТОРНИХ МАШИН

О.А. Галкін

*Київський національний університет
імені Тараса Шевченка*

Розглядається методологія застосування інтервальної оцінки в проведенні мінімізації ризику класифікатора опорно-векторних машин. Перш за все, введемо поняття *інтервалу* множини опорних векторів для випадку, коли дані можуть бути розділені.

Позначимо множину опорних векторів як $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$, а вектор множників Лагранжа для оптимальної гіперплощини як $\alpha^0 = (\alpha_1^0, \dots, \alpha_n^0)$.

Для фіксованого опорного вектора x_p визначимо множину Λ_p як обмежену лінійну комбінацію точок $\{x_i\}_{i \neq p}$:

$$\Lambda_p = \left\{ \sum_{i=1, i \neq p}^n \lambda_i x_i : \sum_{i=1, i \neq p}^n \lambda_i = 1, \forall i \neq p, \alpha_i^0 + y_i y_p \alpha_p^0 \lambda_i \geq 0 \right\}.$$

Зауважимо, що в даному визначенні λ_i може бути менше 0.

Розглянемо далі поняття *інтервалу* опорного вектора x_p . Інтервалу опорного вектора відповідає значення S_p , яке визначає відстань між x_p та наступною множиною:

$$S_p^2 = d^2(x_p, \Lambda_p) = \min_{x \in \Lambda_p} (x_p - x)^2. \quad (1)$$

Може виникнути ситуація, коли $x_p \in \Lambda_p$ (тут множина Λ_1 обчислюється, встановлюючи $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4$). Ми отримуємо:

$$S_p = d(x_p, \Lambda_p) = 0.$$

Оскільки точка x_p є лінійною комбінацією інших опорних векторів, вона може бути не включена в розширення розділової гіперплощини. Важливо відзначити, що після видалення цієї точки, функція рішення залишиться незмінною.

Ймовірність здійснення помилки процедурою пропуску на векторі x_p буде низькою, якщо значення $S_p = d(x_p, \Lambda_p)$ є відносно невеликим. Крім цього, зауважимо, що процедура пропуску буде вірно класифікувати x_p за умови, якщо $S_p < 1/(D\alpha_p^0)$ (D є діаметром найменшої сфери, яка містить навчальні точки).

Ми можемо записати S_p у вигляді:

$$S_p^2 = \min \left\{ \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i x_i \right)^2 : \lambda_p = -1, \sum_{i=1}^n \lambda_i = 0, \alpha_i^0 + y_i y_p \alpha_p^0 \lambda_i \geq 0 \right\}, \quad (2)$$

при цьому встановлюючи $\lambda_p = -1$.

Поняття S — *інтервалу* визначається як максимальне значення S_p , тобто

$$S = \max_p \{d(x_1, \Lambda_1), \dots, d(x_n, \Lambda_n)\} = \max_p S_p.$$

Можна стверджувати, що $S_p \leq D_{SV}$, де D_{SV} є діаметром найменшої сфери, яка містить всі опорні вектори. Звідси слідує, що:

$$S_p \leq D_{SV} \quad (3)$$

Зауважимо, що значення інтервалу S може бути істотно меншим, ніж діаметр D_{OB} опорних векторів. Дане твердження має місце в залежності від взаємного розташування опорних векторів та $\alpha^0 = (\alpha_1^0, \dots, \alpha_n^0)$.

Далі розглядається випадок нероздільних даних. У цьому випадку, узагальнюючи поняття *інтервалу*, ми будемо аналізувати два типи опорних векторів: опорні вектори, для яких:

$$0 < \alpha_i < C, i = 1, \dots, n^*$$

та опорні вектори, для яких:

$$\alpha_j = C, j = n^* + 1, \dots, n_{OB}.$$

Визначення інтервалу опорних векторів виконується з використанням опорних векторів першого типу. Це означає, що розглядається значення $S_p = d(x_p, \Lambda_p)$, де

$$\Lambda_p = \left\{ \sum_{i=1, i \neq p}^{n^*} \lambda_i x_i : \sum_{i=1, i \neq p}^{n^*} \lambda_i = 1, \forall i \neq p, 0 \leq \alpha_i^0 + y_i y_p \alpha_p^0 \lambda_i \leq C \right\}. \quad (4)$$

Особливість визначення інтервалу у випадку нероздільних даних полягає в тому, що проводиться ігнорування опорних векторів другого типу, а також додається верхня границя C в обмеженнях по λ_i .

Підводячи підсумки, зауважимо, що розглядаючи випадок нероздільних даних, значення інтервалу опорних векторів буде залежати від C . Однак, твердження про те, що множина є не порожньою, не є очевидним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bousquet O., Elissee A. Stability and generalization. Journal of Machine Learning Research, 2:499 – 526, 2002.
2. Guyon I., Canu S., Boucheron S. Noise injection: Theoretical prospects. Neural Computation, 1997.
3. Vapnik V., Chapelle O. Bounds on error expectation for support vector machines. Neural Computation, 12(9), 2000.

50. УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В ПРОБЛЕМАХ РОБАСТНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

О.А. Галкіна

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Багато практичних фінансових проблем оптимізації мають проблемні дані, які є невизначеними та неточними у зв'язку з помилками оцінок або проблемами реалізації. Основною метою вибору портфеля є побудова такого портфеля, який максимізує очікувану прибутковість при певному рівні ризику.

Останнім часом ідея використання робастної оптимізації, що пов'язана з невизначеністю параметрів, стала досить поширеною. Робастна оптимізація пропонує новий підхід уникнення помилок проблемних даних при розв'язанні задач оптимізації.

Концепція робастності у фінансовому моделюванні розширює статистичні методи моделювання, пропонуючи новий підхід до управління портфелем, розподілу активів та фінансового прогнозування. Інтуїтивно, робастність означає, що невеликі зміни у вибірці або невеликі помилки у визначенні розподілу не впливають на описові параметри.

Враховуючи поріг ймовірності $\alpha > 0$, $\alpha - VaR$ (VaR — *Value at Risk*, значення ризику) визначається як мінімальний рівень γ такий, що ймовірність портфельних втрат, що перевищують γ , є меншою або рівною $1 - \alpha$. Проблему оптимізації портфеля $\alpha - VaR$ можна сформулювати у наступному вигляді:

$$\begin{aligned} \min \gamma \\ P(f(x, y) \geq \gamma) \leq 1 - \alpha \\ x \in X, \end{aligned}$$

де $f(x, y)$ — функція втрат; x — портфель, вибраний з множини X допустимих портфельів; γ — реалізація випадкових подій за фіксований період часу.

Зокрема, на практиці передбачається, що прибутковості активів нормально розподілені. Тим не менш, деякі з них не є нормально розподілені. Крім того, деякі відхилення прибутковості активів не обмежені: вони нескінченні і, таким чином, не існують. Це означає, що використання звичайного VaR для розподілу портфеля зумовлює неочікувані втрати. Таким чином, природно розглядати робастність по відношенню до множини можливих розподілів ймовірностей невизначених доходів. Найгірший випадок VaR (робастна оптимізація) всіх можливих розподілів ймовірностей майбутніх доходів може бути визначений у наступному вигляді:

$$\begin{aligned} \min_{\gamma, x} \gamma \\ p\sqrt{x^T Q x} - \mu^T x \leq \gamma \\ x \in X, \end{aligned}$$

де $p = \sqrt{\frac{\alpha}{1 - \alpha}}$ є фактором ризику.

Припустимо, що $f(x, y)$ — втрати портфеля з вектором прийняття рішень $x \in X \in R^n$ та випадковим вектором $y \in R^N$. $E(|f(x, y)|) < +\infty$ для усіх $x \in X$ та $y \in R^N$ має безперервну функцію щільності $p(y)$. Ймовірність втрат, що не перевищують поріг α задається у наступному вигляді:

$$\Psi(x, \alpha) = \int_{f(x, y) \leq \alpha} p(y) dy$$

де $x \in X$, а β є рівнем надійності.

VaR , пов'язані з портфелем x , визначаються як:

$$VaR_{\beta}(x) = \min \{ \alpha \in R : \Psi(x, \alpha) \geq \beta \}$$

$CVaR$ (Conditional Value at Risk, умовне значення ризику) визначається як умовне математичне сподівання втрат портфелю, що перевищує або дорівнює VaR :

$$CVaR_{\alpha}(x) = \frac{1}{1 - \alpha} \int_{f(x, y) \geq VaR_{\alpha}(x)} f(x, y) p(y) dy$$

Функція щільності $p(y)$ повинна бути відома інвесторам, але у багатьох випадках розподіл не може бути точно визначеним. Таким чином, можна зробити припущення про те, що функція щільності належить певній множині розподілів

$P(p(\cdot) \in P)$, а також зробити висновок, що робастну оптимізацію $CVaR$ можна представити у наступному вигляді:

$$WCVaR_{\beta}(x) = \sup_{p(\cdot) \in P} CVaR_{\beta}(x)$$

ЛІТЕРАТУРА

1. Lobo M. S., Boyd S. The worst-case risk of a portfolio. P.1 – 30, 1999.
2. Markowitz H.M. Portfolio selection. J. Finance. P. 77 – 91. 1952.
3. Ghaoui L. El., Oks M., Outstry F. Worst-case Value at Risk and robust portfolio optimization: a conic programming approach. Operation Research 51, P. 543 – 556, 2003.

51. ДЕТЕРМІНОВАНА ТА СТАТИСТИЧНА МОДЕЛІ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ КОРПУСУ РЕАКТОРА

А.О. Касяненко

Національний транспортний університет

У даній роботі представлено моделювання явища «термошоку» в циліндричних металевих конструкціях. Відомо, що інтенсивні термічні навантаження металевих конструкцій можуть спричинити пошкодження та руйнування, наприклад, в ядерних реакторах вода знаходиться під тиском, так що вона не кипить, поступає в активну зону, далі вона іде в пристрої, що генерує пару. Але в якійсь момент може настати розрив, що спричиняє закипання води, і його треба ізолювати. Тому дуже важливим є розрахунок критичних температурних режимів. Запропоновано чисельну процедуру для якісного та кількісного визначення розподілу температури та температурних напружень при нестационарному неосесиметричному тепловому навантаженні елементів конструкцій осесиметричної форми. Використано метод Гальоркіна та метод часткової дискретизації в слабкому формулюванні для перетвореної за Кірхгофом вихідної задачі. Запропоновано статистична модель оцінки надійності устаткування. Перевагами запропонованої статистичної моделі, методу Байеса, є врахування умов експлуатації, за якими можливо найбільш достовірно судити про надійність устаткування. Байєсівська модель надає можливість оцінювати частоти розривів для різних механізмів руйнування.

52. ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ

М.М. Степанов

Національний транспортний університет

Т.В. Уварова

Національний університет оборони України

На сьогодні до числа нових чинників економічного зростання держави відносять розвиток ресурсозберігаючих технологій, інформаційних технологій (інтелектуальних комп'ютерних засобів високої продуктивності, сучасних

комп'ютерних технологій для навчальних, наукових та виробничих процесів). Тому забезпечення впровадження інноваційних технологій в державі є пріоритетом номер один. Головною метою інноваційної політики держави є забезпечення переходу в максимально короткий термін економіки на інноваційну модель розвитку, проведення в результаті цього структурних і функціональних змін у виробництві, які мають сприяти розширенню можливостей випускати конкурентоспроможну продукцію, задовольняючи якісно зростаючі потреби населення та зберігаючи екологічне середовище.

Таким чином застосування зусиль в напрямках стику різних галузей наук є перспективними та забезпечують доволі швидко економічну вигоду.

53. КОМП'ЮТЕРНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПІДХОДУ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ДЕЯКИХ НЕКОРЕКТНО ПОСТАВЛЕНИХ ЗАДАЧ

В.В. Гавриленко, О.П. Ковальчук
Національний транспортний університет
О.А. Галкін
*Київський національний університет
імені Тараса Шевченка*

Доповідь присвячена одному з підходів до розв'язання некоректно поставлених задач, що розглядаються в курсах «Чисельні методи» та «Додаткові розділи чисельного аналізу» на кафедрі інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету для студентів, що навчаються за напрямом «Комп'ютерні науки».

Для розв'язання некоректних поставлених задач, зокрема, вироджених та погано обумовлених систем лінійних алгебраїчних рівнянь, розроблений ефективний метод регуляризації. У його основі лежить облік додаткової апіорної інформації про структуру рішення, яка дуже часто присутня в практичних випадках.

Задачу вирішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь $Ax = b$ можна замінити задачею відшукування мінімуму функціонала Тихонова:

$$\Omega(x, \lambda) = |Ax - b|^2 - \lambda |x - x_0|^2$$

Тут λ — малий позитивний параметр регуляризації, який необхідно підібрати деяким оптимальним способом. Можна показати, що завдання мінімізації функціонала Тихонова можна, в свою чергу, звести до вирішення іншої системи лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$(ATA + \lambda I) - x = ATB + \lambda x_0,$$

яка при $\lambda > 0$ переходить у вихідну погано обумовлену систему, а при великих λ , будучи добре обумовленою, має розв'язок x_0 . Очевидно, оптимальним буде деяке проміжне значення λ , встановлює певний компроміс між прийнятною обумовленістю та близькістю до вихідної задачі. Відзначимо, що регуляризаційний підхід зводить некоректну задачу до умовно-коректної (по Тихонову) задачі відшукування розв'язку системи, яке, в силу лінійності задачі, є єдиним та стійким [1]. Власне, використовуючи технологію приведення сингулярного інтегрального рівняння до фредгольмового, в навчальних курсах «Чисельні методи» та

«Додаткові розділи чисельного аналізу» було розглянуто та реалізовано багато класичних математичних задач, які є некоректними при абсолютно природному виборі понять міри точності як для вхідних даних задач, так і для можливих розв'язків: розв'язок систем лінійних алгебраїчних рівнянь з визначником, рівним нулю; задача оптимального планування; розв'язок інтегральних рівнянь 1-го роду; задача аналітичного продовження; сума рядів Фур'є; велике число крайових задач для рівнянь із частковими похідними.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Тихонов А.Н.* О решении некорректно поставленных задач и методе регуляризации. Доклады АН СССР, 1963.

54. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ В РІДИНІ СФЕРИЧНОГО ТІЛА ПІД ДІЄЮ НЕСТАЦІОНАРНИХ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЬ

О.В. Гавриленко

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

В доповіді розглядається в осесиметричній постановці задача переміщення в стисливій рідині твердої сфери, що знаходиться під дією нестационарних акустичних циліндричних хвиль, відносно кінематичних характеристик процесу. В результаті отримано аналітичний розв'язок задачі. Проведено дослідження кінематичних характеристик процесу переміщення тіла в залежності від маси тіла, часу, відстані між тілом і джерелом хвиль.

55. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФІВ-РЕШІТОК ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В.І. Тарасюк

*Київська державна академія водного транспорту
Г.Л. Баранов, А.В. Гордійчук
Національний транспортний університет*

В небезпечних та екстремальних умовах на рух водних високошвидкісних транспортних засобів (ВТЗ) на ділянках транспортно-дорожнього комплексу (ТДК) впливають внутрішні та зовнішні фактори, такі як катастрофи, зіткнення, аварії тощо. Бортовий багатофункціональний комплекс (ББК) у режимі реального часу здійснює своєчасну комплексну оцінку та прийняття адекватного управляючого рішення для безпеки руху ВТЗ на основі оперативних даних спостереження та моніторингу зовнішнього середовища у зонах судноводіння.

Ефективне управління рухом водних ВТЗ та визначення оптимального маршруту на ділянках ТДК в форс-мажорних умовах є актуальною складною задачею. Запропонована інформаційна технологія комплексного моделювання

руху судна може використовуватись в програмно-апаратному комплексі (ПАК) ББК водних ВТЗ. Єдина складна динамічна система (СДС), представлена у вигляді системи нелінійних алгебраїчних та диференціальних рівнянь. Системна модель об'єднує в собі декілька різних часткових моделей, які відображають процеси та явища збуреного руху ВТЗ. Символьні перетворення нелінійних диференціальних рівнянь застосовуються для прискореного моделювання як для окремих часткових моделей, так і для СДС у цілому.

Отриманий результат комплексного моделювання у символній формі використовується для формування рішення стосовно синтезу закону оперативного керування у складних ситуаціях. Це дозволяє уникати загрозованих зон та знижати ризики небезпечних ситуацій з класу катастрофічних явищ. Відомі алгоритми послідовного перебору всіх вузлів графа-решітки, які моделюють простір, не задовольняють критеріям ефективності керування внаслідок експоненціальної функціональної залежності тривалості часу обчислень від значної кількості вузлів простору моделювання. Ефективність інформаційної технології на маршруті ТДК вимагає підвищення точності місцевизначення параметрів руху ВТЗ. Комплексне прискорене визначення оптимального маршруту ВТЗ в екстремальних умовах здійснюється за інноваційним програмним модулем інтелектуалізації інформаційно-аналітичного забезпечення ББК ВТЗ, алгоритм роботи якого базується на використанні методів теорії графів-решіток.

Всі ситуаційні зміни стосовно зовнішніх природних (вітер, течії, хвилі, рельєф дна, навігаційні небезпеки) та внутрішніх (дефекти, поломки, відмови, втрата працездатності, ремонти) факторів відображається в структурі графу. Для цього ребра графу мають відповідні мітки, вагу та коефіцієнти передачі етапу, що моделюється у ситуації, яка змінюється. Уніфікована стандартна форма зберігання системних даних дозволяє накопичувати у пам'яті ББК ВТЗ необхідні моделі у вигляді цілісних розрахунково-базисних та розрахунково-оперативних моделей (РБМ та РОМ). При адекватних і подібних ситуаціях можливо не повторювати обчислення, а використовувати точні результати попередніх розрахунків. Таким чином граф-решітка має системну ієрархічну організацію з різними тематичними рівнями організації пам'яті для надання відповідей на ситуаційні запитання.

Режими внутрішнього діалогу у межах ББК та діалогу з інтелектуальними агентами системи (IAS), що надає навігаційні послуги засобами систем навігації та управління рухом (СНУР) ВТЗ забезпечують прискорений розв'язок складних задач, які до застосування запропонованої технології обміну символними кодованими шаблонами та адекватними заздалегідь накопиченими РБМ та РОМ вимагали тривалих запізнь для реалізації управління. Суттєве скоординоване зменшення запізнь електронного документообігу, необхідного для комплексного (багатозадачного й ситуаційного) моделювання дозволяє своєчасно реалізовувати ті закони гарантовано-адаптивного управління, які оптимальні у визначених складних обставинах з великою кількістю впливових факторів.

Складна динаміка взаємодії та взаємозалежностей всіх компонент СДС безпосередньо у режимах real-time функціонування ГАУ ВТЗ потребує суттєвого розвинення інтелектуальної технології значної інтелектуалізації СНУР ВТЗ, як для ББК, так й для стаціонарних засобів диспетчерських центрів, контрольно-корегуючих станцій, автоматичних інформаційних систем, що надають допомогу та інформаційну підтримку у межах розподіленої інформаційної системи з багатьма IAS.

56. ПОБУДОВА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ СТУДЕНТАМИ ВНЗ

С.О. Шевчук

Національний університет харчових технологій

Управління педагогічною системою і якістю освіти вимагає побудова певної системи інформації. Створити її можна на основі моніторингу. Цим терміном позначається постійне спостереження за яким-небудь процесом з метою виявлення його відповідності бажаному результату чи первинним припущенням. Моніторинг використовується в тих випадках, коли в побудові якого-небудь процесу необхідно постійно відстежувати явища, що відбуваються в реальному середовищі, з тим, щоб включати результати поточних спостережень в процес управління. Моніторинг на відміну від інших близьких або схожих педагогічних і психологічних понять володіє наступними особливостями:

- 1) безперервністю (збір даних відбувається постійно);
- 2) діагностичністю (мається на увазі наявність моделі або критеріїв, з якими можна співвіднести реальний стан відстежуваного об'єкту, системи або процесу);
- 3) інформаційною оперативністю або інформативністю (критерії для відстежування включають найбільш проблемні показники, на підставі яких можна робити висновки про спотворення у процесі навчання);
- 4) зворотним зв'язком, який дозволяє вносити корективи до відстежуваного процесу;
- 5) науковістю (сприяє застосуванню обґрунтованих моделей і відстежуванню параметрів).

Моніторинг процесу навчання — це регулярне спостереження з метою оцінки, порівняння та прогнозування навчальних досягнень студентів. Поняття «моніторинг» близьке до таких загальнонаукових педагогічних понять, як «зворотний зв'язок», «контроль знань», «атестація». Всі ці поняття є окремими елементами моніторингу або його окремими випадками.

Об'єктом моніторингу вибрана академічна успішність студентів. Контроль знань в процесі навчання є відносно самостійний етап і виконує взаємозв'язані між собою освітню, розвиваючу і виховну функції. Знання студента визначають специфічні цілі і завдання, пов'язані з реалізацією моніторингу на практиці. Персональний моніторинг у системі освіти — це спостереження, фіксація динаміки розвитку кожного студента і групи в цілому, тому моніторинг здійснюється педагогом щодня.

Для покращення самостійного навчання студента в сучасних умовах використовуються адаптивні системи навчання. Адаптивне навчання враховує ситуаційні фактори і реалізує жорсткий зв'язок помилка чи помилки — допоміжний навчальний вплив. Студентам, які зробили одну й ту саму помилку чи кілька однакових помилок, надається однакова допомога. Виділяють п'ять причин виникнення розбіжностей знань:

- відсутність знань;
- наявність помилкових знань;
- наявність правильних знань, але студент не знає способу їх застосування або неправильно їх застосовує;

- помилки внаслідок неухважності;
- навмисні помилкові відповіді студента.

Структура, або стан знань, — це варіанти (рівні) компетентності, що характеризують учня щодо певної навчальної цілі. Для побудови моделі учня найбільше значення мають такі характеристики його знання: рівень компіляції (міра застосування), рівень чіткості, обсяг, наявність помилкових знань, а також позиція (точка зору). Модуль модель знань студента в адаптивній системі навчання виконує функцію розпізнання того, як студент просувається у вивченні дисципліни. Також для якісного контролю знань за використанням тестування необхідно проводити перевіряти якість питань тестів. Важливою перевагою тестування, як засобу збору даних є орієнтація на норму, що дозволяє зіставляти, порівнювати оцінки, отримані за допомогою тесту. В адаптивній навчальній системі застосовується модель студента з метою: одержати усереднену модель, що відповідає рівню знань студента; швидко знаходити індивідуальні особливості учня завдяки застосуванню моделі знань у процесі ідентифікації помилок.

Таким чином, визначальну роль супроводження самостійної навчальної роботи є застосування комп'ютерних технологій — електронних засобів навчання. Також співучасть студента в пізнавальній діяльності нарівні з викладачем є одна з умов отримання якісної освіти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Соловов А.В. Дидактика и технология электронного обучения в системе КАДИС // «Индустрия образования», № 6. — М.: МГИУ, 2002.
2. Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. Обучение и искусственный интеллект, или основы современной дидактики высшей школы. — Донецк: Изд-во ДОУ, 2002.
3. <http://www.setlab.net/research/> Віртуальна лабораторія новітніх інформаційних технологій СЕТ.
4. Brusilovsky, P. & Pesin, L. (1998): Adaptive navigation support in educational hypermedia: An evaluation of the ISIS-Tutor. Journal of Computing and Information Technology 6, 1 (1998) 27 – 38.

Науковий керівник: К.Є. Бобрівник

57. ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО СТУДЕНТІВ НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ

В.В. Павлик

Національний університет харчових технологій

Підвищення ефективності навчального процесу в умовах можливе тільки при індивідуалізації навчально-пізнавальної діяльності. Основна проблема на шляху оптимізації навчання — це оцінка стану студента в процесі отримання нових знань і корекція навчального підходу. Основна проблема на шляху підвищення ефективності навчання з погляду збереження і розвитку можливостей — оцінка стану людини в процесі отримання нових знань і корекція навчального підходу. Моніторинг процесу навчання — це регулярне спостереження за студентом з метою оцінки його професійних якостей, порівняння та прогнозування подальшої поведінки. Визначальну роль самостійної роботи в навчанні із застосуванням

комп'ютерних технологій, де основними суб'єктами навчального процесу є студент і викладач, переоцінити важко. З іншого боку, на якість велике значення має. Підвищення ефективності навчального процесу можливе тільки на основі індивідуалізації навчально-пізнавальної діяльності.

Ефективне управління навчальним процесом і якістю освіти вимагає створення і впровадження системи інформації про студента і його індивідуальні переваги та професійні навички набуті за час навчання. Призначена така система для викладачів та завідувача кафедри. Створення такої системи дасть змогу результати моніторингу процесу навчання заносити і використовувати для покращення роботи педагогічного колективу. Поняття «моніторинг» походить від лат. *monitor* — що нагадує, що наглядає. Сьогодні моніторинг активно експлуатується в інших науках, у тому числі в педагогіці і психології. Моніторинг використовується в тих випадках, коли в побудові довільного процесу необхідно постійно відслідковувати те, що відбувається в реальному предметному середовищі з тим, щоб включати результати поточних спостережень в процес управління навчанням.

В якості об'єктів моніторингу процесу навчання студентів для завідувача кафедри розглядаються: навчальна та навчально-професійна діяльність учнів; розвиток особистості учня; становлення навчальної групи. В залежності від обраного об'єкту моніторингу визначаються специфічні цілі і завдання, пов'язані з реалізацією моніторингу на практиці. Передбачається дві форми моніторингу для побудови індивідуальної моделі переваг студента. Стартова діагностика навченості та виховання до початку процесу навчання і періодично за час навчання. Її результати в загальному вигляді приводяться до відому педагогічного колективу. Надаються рекомендації по корекції двох важливих показників продуктивності освітнього процесу.

Для здійснення моніторингу професійного розвитку протягом усього часу навчання в навчальному закладі застосовується експрес-діагностика соціально і професійно важливих характеристик студентів. Експрес-діагностику також виконує система, але її результати обговорюються з викладачами, які оперативно вносять корективи в навчально-освітню діяльність. Фінішна діагностика професійної підготовленості випускника, крім визначення рівня сформованих соціально-професійних знань, умінь і навичок, включає діагностику ступеню розвитку якостей, необхідних майбутньому фахівцю.

Індивідуалізоване навчання спирається на динамічну модель студента, яка відображає його індивідуальні особливості (переваги). Індивідуалізованим можна вважати лише таке навчання, яке спирається на модель переваг студента. Модель студента містить певний опис конкретного студента, відображає когнітивні процеси, до яких належить пошук, опрацювання інформації та розв'язання задач, психологічні характеристики (рівень розвитку, інтереси, стиль та темп навчання). Термін модель студента трактується як певний конструкт, що описує індивідуальні особливості студента (знання, в тому числі і прогалини в знаннях, особливості інтелектуальної, вольової і емоційної сфер), і як модуль комп'ютерної системи навчання, яка будує модель студента і доповнює в процесі навчання студента новими даними про його переваги у навчанні.

Таким чином, періодичне відслідковування та фіксація індивідуальних та навчальних характеристик для фіксування даних про навчання студента, а також

за умови використання викладачами дасть змогу покращити навчальний процес ВНЗ. Передбачається в перспективі реалізація таких функцій: збір даних про навчальні стилі студента та діяльність (поведінку) в процесі навчання; інформація про розвиток загальних учбових умінь і навиків студентів; накопичення професійних умінь та навиків студента.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Okazaki, Y., Watanabe, K., & Kondo, H.* An Implementation of an intelligent tutoring system on the World-Wide Web. *Educational Technology Research*. 1996, 19 (1), 35 – 44.

2. *Greer, J. & McCalla, G.* (eds.) Student modeling: the key to individualized knowledge-based instruction. NATO ASI Series F, 1993. Vol. 125, Springer-Verlag, Berlin.

3. *Зайцева Л.В.* Модели и методы адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения // *Educational Technology & Society*. — Nr. 6(3), 2003. — с.204 – 212.

4. *Исакова О.Ю., Кручинин В.В.* Основные направления совершенствования контроля знаний в ТМЦДО // *Материалы 2-й Всероссийской научно-практической конференции «Единая образовательная среда: проблемы и пути развития»*. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. С. 175 – 177.

Наукові керівники: К.Є. Бобрівник, Н.І. Поворознюк

58.РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВУЗА НА ОСНОВЕ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ

Д.Д. Яшин

Филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского» в г. Мелеузе

В связи с тенденциями динамичного развития общества и ростом требований работодателя к качеству подготовки выпускников вузов повышается актуальность развития ключевых, базовых и специальных компетенций студентов технического вуза. Обеспечение качества подготовки студентов, соответствующего фактическим и развивающимся потребностям личности и общества, необходимо рассматривать в контексте компетентностного подхода, являющегося фундаментом ФГОС ВПО.

Как показывают проведенные психолого-педагогические и дидактические исследования (Я.А. Ваграменко, С.В. Зенкина, А.М. Коротков, А.А. Кузнецов, В.В.Лаптев, Е.И. Машбиц, С.В. Панюкова, Е.С. Полат, И.В. Роберт, В.В. Рубцов, А.Н. Тихонов, О.К. Тихомиров и др.), необходимым потенциалом в полной мере обладают средства информационных технологий, входящие в состав новой интегрированной информационной образовательной среды. Именно эта среда сможет обеспечить индивидуализацию обучения, адаптивность к способностям, возможностям и интересам обучаемых, развитие их самостоятельности и творческих способностей, доступ к новым источникам учебной информации,

использование информационного моделирования изучаемых процессов и объектов и т.д. [2].

Информационно-коммуникационная образовательная среда учебного заведения формируется во взаимодействии различных его компонент: информационные ресурсы, методические ресурсы, ресурсы справочного характера, системы автоматизации учебного процесса, системы дистанционного обучения. Основной и содержательной частью ИКОС являются образовательные ресурсы. В связи с этим необходимо решить проблему наполнение ИКОС качественными образовательными ресурсами, дидактически выверенными и адаптируемыми к той или иной специфике педагогической деятельности для достижения современных образовательных результатов и целей обучения.

Из всего многообразия технологий обучения и форм организации образовательного процесса, приоритетными необходимо считать те, которые направлены на развитие самостоятельной деятельности обучающегося. Особо отметим технологию проектной учебной деятельности, позволяющей успешно ориентироваться в информационном пространстве, развивать познавательные навыки, умения самостоятельно структурировать и актуализировать информацию, формировать у будущих специалистов критическое и творческое мышление. Преимуществом ИКОС становится возможность объединения различных педагогических технологий, обучение в сотрудничестве, технологии контекстного обучения, модульно-рейтинговая система, реализация вариативности обучения, осуществления проектного обучения [1].

Информационно-коммуникационная образовательная среда, интегрированная в глобальную коммуникационную сеть на основе дидактических возможностей Web-технологий, средств ИКТ является одним из перспективных направлений для получения качественного образования и возможностью дальнейшего повышения его уровня в условиях самообразования.

Информационно-коммуникационная образовательная среда должна строиться на основе лично-ориентированной модели обучения и необходимости реализации непрерывного образования в условиях активной самостоятельной учебной деятельности, с ориентацией на достижение современных образовательных результатов.

Все это обеспечит более полную реализацию дидактического потенциала современных информационных технологий (Web-технологии и средств ИКТ), а образовательные ресурсы, как важнейшие компоненты ИКОС, смогут проявить свои специфические дидактические возможности и качества и тем самым принципиально преобразовать образовательную деятельность, в которую они включаются.

Разработка и внедрение образовательных Web-ресурсов с помощью компьютерных технологий, Web-технологий и средств ИКТ в учебную деятельность является достаточно трудоемким и сложным процессом. Большинство разработчиков ЭОР ограничиваются простым переложением предметного содержания курса на цифровую основу, что приводит к неэффективному использованию дидактических возможностей Web-технологий и средств ИКТ, которые обладают возможностями активизации познавательных и творческих способностей, индивидуализации и дифференциации и визуализации учебного процесса. [1]

Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ « (проект 12-16-02002).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ниматулаев М.М.* Проектирование современной информационной образовательной среды на основе дидактических возможностей веб-технологий// Стандарты и мониторинг в образовании. — М., № 3, 2012 г., с. 27 – 29.

2. *Чернобай Е.В.* Содержание подготовки учителя к проектированию учебного процесса в информационной образовательной среде. — Информатика и образование. — 2011 — № 7. С. 68 – 71.

19

СЕКЦІЯ

**БЕЗПЕКИ
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

19.1 ПІДСЕКЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Голова підсекції — проф. В.С. ГУЦЬ
Секретар підсекції — асист. Т.Г. КИЗІОН

Ауд. Ж-419

1. ПРОБЛЕМА ВІБРАЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

І.О. Власюк

Національний університет харчових технологій

Питання створення безпечних умов праці, профілактики виробничого травматизму та профзахворювань були і є важливими та актуальними на будь-якому підприємстві. Гострота їх обумовлюється експлуатацією вкрай застарілих та зношених основних фондів.

На підприємствах харчової промисловості досить поширеним є професійне захворювання, викликане впливом вібрації, яке описав Лоріга ще в 1911 р. як синдром «мертвих пальців» [2]. У 1955р. воно одержало назву «вібраційна хвороба». Основним фактором, що призводить до розвитку цього захворювання, є вібрація. З фізичної точки зору це механічні коливальні рухи, які повторюються через певні проміжки часу. Виділяють локальну вібрацію, яка діє переважно на руки працюючого під час роботи із віброінструментом, і загальну вібрацію, яка впливає на весь організм. Форми вібраційної хвороби, викликані локальною та загальною вібрацією, різні. Найбільш поширеною є вібраційна хвороба, викликана впливом локальної вібрації. Ця форма характеризується ураженням нервово-м'язової та опорно-рухової системи і менш вираженими змінами судинної системи. Вплив загальної вібрації спостерігається в разі перебування робітника безпосередньо на установці, що вібрує, а також у разі передачі вібрації від двигунів, машин, устаткування, що працюють, через підлогу. В основі хвороби лежить складний механізм нервових і рефлекторних порушень, які призводять до розвитку осередків застійного збудження і до стійких наступних змін як в рецепторному, так і в різних відділах центральної нервової системи. Вважають, що вібраційна хвороба є своєрідним ангіотрофоноврозом, при якому

спостерігається спазм мілких і крупніших судин. Під впливом цієї хвороби виникає ниючий біль у верхніх кінцівках, який відчувається переважно вночі та під час відпочинку. Симптом віброхвороби — розлад чутливості, особливо вібраційної, больової та температурної. Встановлено, що з віком ризик захворіти зростає, ступінь негативного впливу підвищується за умови дії на людину таких несприятливих факторів виробничого середовища, як інтенсивний шум, несприятливі метеорологічні умови, особливо знижена температура. До вібронебезпечного устаткування, яке використовують підприємства харчової промисловості, належать: транспортери, конвеєри, мішалки, дробарки, центрифуги, преси, компресори, машини для очищення та сортування зерна, сушарки і т.д. [1]. Майже всі вони, окрім вібрації, створюють шум.

Основою профілактики вібраційної хвороби є застосування на харчових підприємствах обладнання й інструментів з параметрами вібрації, що не перевищують ДСН 3.3.6.039-99 і ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008, а також введення прогресивних технологій, які виключають дію виробничої вібрації на працюючих.

Для вирішення цієї проблеми необхідно розробляти нове, здійснювати модернізацію і ремонтувати експлуатоване обладнання, що здійснює при роботі вібрацію, так щоб передбачались заходи щодо найбільшого її зниження як в джерелі виникнення, так і на шляху розповсюдження. Знижувати вібрацію шляхом переводу енергії механічного коливання в інші види енергії, наприклад — в теплову, такий процес називається вібродемпфіруванням. Для цього використовуються матеріали з великим внутрішнім тертям. Рівень вібрації машин і агрегатів можна знизити за рахунок встановлення їх на віброізолюючі фундаменти; застосувати різні амортизаційні засоби; забезпечувати нормальні мікрокліматичні умови у приміщеннях, де ведеться робота з вібраційними інструментами і устаткуванням; гігієнічно нормувати рівень вібрації.

Всі ми знаємо, що безпечна праця — в руках самого працівника і кожен повинен дбати про своє здоров'я та використовувати інноваційні засоби індивідуального захисту, до яких належать: спеціальне віброзахисне взуття, рукавиці та рукавички з м'якими надолонниками. Також, при організації режиму праці і відпочинку, повинні враховуватись допустима сумарна тривалість праці із вібраційним обладнанням і розподілення періодів контакту з ним: виконання інших видів робіт, не пов'язаних з дією вібрації; перерва на обід і регламентовані перерви для відпочинку; проведення виробничої гімнастики і фізіотерапевтичних процедур. Рекомендується проведення гідропробур — ванн для рук з температурою води 37 °С в поєднанні з самомасажем; ультрафіолетове опромінювання в суберитемних дозах переважно шийної ділянки; гімнастика; регулярні медичні огляди.

Велике значення має особисте усвідомлення своєї ролі працюючим у процесі виконання робіт. Ст. 14 Закону «Про охорону праці» чітко визначає обов'язки працівника щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці [3].

ЛІТЕРАТУРА

1. *Купчик М.П., Гандзюк М.П.*, Основи охорони праці. К.:2000
2. *Федоренко М.* «Йти в ногу з часом». К.: Науково-виробничий журнал Охорона праці, 2008.
3. Закон України «Про охорону праці».

Науковий керівник: С.Д. Коваленко

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ НА РИЗИКИ ТРАВМУВАННЯ НА ВИРОБНИЦТВІ

О.В. Євтушенко

Національний університет харчових технологій

А.О. Водяник

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Для ефективної профілактики виробничого травматизму вирішальне значення має визначення ймовірних причин нещасних випадків та вибір адекватних способів реагування на них шляхом запровадження відповідних заходів і засобів з охорони праці. Очевидна на перший погляд схема попередження виробничих травм при детальному аналізі переростає в одну з основних проблем безпеки праці — проблему визначення зв'язків між ризиками (загрозами, небезпеками) травмування та заходами, що можуть його зменшити або нейтралізувати повністю. Особливо актуальною стає ця проблема за необхідності виконання кількісних оцінок та прогнозів для планування заходів і засобів з охорони праці на майбутнє.

Для оптимізації профілактичної діяльності у сфері охорони праці, необхідні кількісні характеристики та оцінки ризиків за видами, джерелами небезпек і причинами нещасних випадків на виробництві та заходів з їх мінімізації або нейтралізації [2].

Слід відмітити, що проблема передбачення та оцінювання впливу окремого профілактичного заходу на стан травматизму в охороні праці остаточно не вирішена. Пояснюється це не лише відсутністю спеціальних досліджень, а й надзвичайно складним характером самої проблеми. Оскільки стан травматизму чи ризик нещасного випадку на виробництві має випадковий характер з великою долею невизначеності, то пошук та визначення зв'язків у вигляді математичних залежностей між заходами профілактичного характеру та ризиком травмування є надзвичайно складною процедурою. Тому для потреб практики управління охороною праці найчастіше застосовується підхід на основі логічного аналізу, суб'єктивних узагальнень та аналізу на основі «здорового глузду». Методи формалізації та визначення зв'язків на основі математичних залежностей між характеристиками заходів з охорони праці та показниками травматизму або ризику практично не застосовуються [1]. Є лише поодинокі спроби пошуку таких залежностей, які не дозволяють широко застосовувати їх для планування та прогнозування в управлінні безпекою праці та виробничого середовища.

Системний підхід до аналізу заходів з профілактики травматизму має допомогти виділити заходи, якими можна оперувати («керовані» заходи). Що це за заходи? Згідно з чинним Законом України «Про охорону праці» до загального переліку заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці відносяться правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи і засоби. Застосування цих заходів і засобів на підприємстві має наведено на рис. 1 специфіку.

Для дослідження впливу профілактичних заходів на ризик травмування та вибору таких заходів прийнято застосовувати методи, що базуються на двох підходах. Перший підхід полягає в тому, що при наявності статистичної інформації, котра

прямо чи опосередковано може стосуватися профілактичних заходів, виконуються її аналіз з використанням методу головних компонент та регресійного аналізу для отримання статистичних моделей впливу профілактичних заходів на ризик травмування. Другий підхід до визначення (вибору) та обґрунтування профілактичних заходів застосовується, якщо кількісна інформація щодо профілактичних заходів відсутня. У цьому випадку приймається, що профілактичні заходи мають спрямовуватися на нейтралізацію конкретних ризиків. А тому чим більш конкретним, деталізованим і оціненим кількісними показниками є ризик, тим легше для нього підібрати профілактичний захід [3].

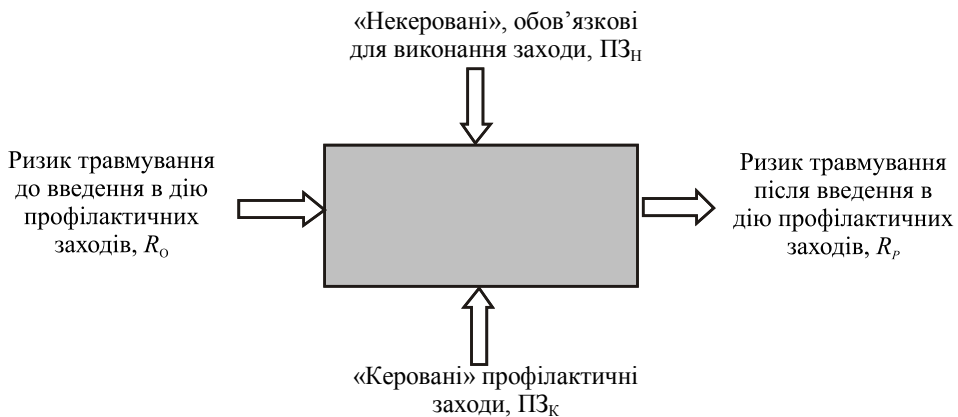


Рис. 1. Схема дії на ризик травмування профілактичних заходів і засобів з охорони праці (за принципом «чоного ящика»)

ЛІТЕРАТУРА

1. Крюков Н.П., Истомин С.В., Турченко В.Н., Ефимова И.В. Оценка профессиональных рисков. / Справочник специалиста по охране труда №8, 2010.
2. ДСТУ 3273 — 95. Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги. — К.: Держстандарт України, 1996. — 12 с.
3. Рекомендації щодо розроблення системи профілактики виробничого травматизму (СПВТ) на основі ризикоорієнтованого підходу. — К.: Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці, 2012. — 40 с.

3. ПЕРВИННІ ЗАСОБИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН

Ю.І. Костюченко

Національний університет харчових технологій

Статистичні дані нашої молоді незалежної держави показують, що щорічно в нашій державі виникає близько 50 тисяч пожеж. Пожежі щорічно знищують не один десяток будівель і в цілому наносять величезні збитки нашій державі та її населенню. В полум'ях пожеж щоденно гине 5 – 7 чоловік, що складає щорічні втрати населення біля 2 тис.

Проведений аналіз пожеж засвідчує, що близько 85 % пожеж у нашій державі відбувається внаслідок недбалості, халатності і недостатньої інформованості людей у тих чи інших у питаннях пожежної безпеки. Таким чином, існує реальна можливість істотно скоротити загальну кількість пожеж завдяки спланованому і конкретно направленому комплексу заходів протипожежного захисту [5].

Відповідно до Закону України «Про пожежну безпеку», забезпечення пожежної безпеки підприємств, установ, організацій (далі — підприємств) покладається на їх керівників та уповноважених керівниками осіб, якщо інше не передбачено відповідним договором [1]. Пожежі на промислових підприємствах виникають у більшості випадків від несправностей технологічного обладнання, електроустаткування, контрольно-вимірювальних та захисних приладів, необережного поводження з вогнем та порушення правил пожежної безпеки обслуговуючим персоналом. Організація пожежної безпеки на підприємстві здійснюється шляхом забезпечення комплексу заходів направлених на попередження виникнення пожеж на об'єктах підприємства [3].

Серед первинних засобів пожежогасіння найважливішу роль відіграють вогнегасники різних типів. Вогнегасники повинні розміщуватися у легко доступних і місцях, де виключено влучення на них прямих сонячних променів і безпосередній вплив опалювальних приладів. Для вказівки місцезнаходження вогнегасників на об'єктах повинні встановлюватися вказівні знаки за ГОСТ 12.4.026. Знаки розташовують на видних місцях на висоті 2,0 – 2,5 м від рівня підлоги як всередині, так і поза приміщеннями [2].

Перед установкою вогнегасників на об'єкт необхідно провести: зовнішній огляд з метою визначення цілісності корпусу, наявності маркування із зазначеною датою останнього переогляду (перезарядження), тиску в корпусі для запобіжних пристроїв. Вогнегасники, допущені в експлуатацію, повинні мати: облікові (інвентарні) номери по прийнятій на об'єкті систему нумерації; пломби на пристроях ручного пуску; маркувальні написи на корпусі, червону сигнальну забарвлення згідно з державним стандартам. Маркування кожного вогнегасника виконується у вигляді фірмової етикетки і містить таку інформацію: назву виробника і його товарний знак; тип і номер моделі вогнегасника; позначення технічних умов; вогнегасну здатність вогнегасника; вказівки з експлуатації вогнегасника; вказівки щодо перезарядки вогнегасника. На фірмовій етикетці вказуються індекси класів пожежі за ГОСТ 27331, для гасіння яких рекомендовано вогнегасник. Маркування містить вказівку про діапазон температур, за яких може експлуатуватися вогнегасник. Частиною маркування є вказівка «Перезарядити після будь-якого застосування» і застереження «Оберегти від впливу прямих сонячних променів і нагрівальних приладів». На маркуванні кожного вогнегасника зазначають: вид вогнегасної речовини; робочий тиск газу-витискувача в корпусі вогнегасника; точну повну масу, яка може бути виражена допустимими відхиленнями, або мінімальну і максимальну повну масу вогнегасника; дату (місяць, рік) виготовлення; дату (місяць, рік) перезарядки. Маркування повинне зберігатися протягом усього строку служби вогнегасника [4].

Пожежі гасять різними вогнегасними сумішами і речовинами. Вони можуть бути рідкими, твердими, газоподібними і мають відповідати основним вимогам: мати велику ефективність гасіння — при порівняно невеликій витраті швидко припинити горіння; не чинити шкідливої дії на організм людини під час використання, транспортування, зберігання; не псувати речей і речовин, які зазнають їхньої дії; бути дешевими, доступними; не вимагати особливих умов зберігання і виготовлення.

Успішний розвиток робіт по створенню нових високоефективних технічних засобів пожежогасіння на базі вітчизняних високих технологій. Їх впровадження дозволить переозброїти підрозділи пожежної охорони новітньою технікою, зменшити ризик виникнення й розвитку пожеж, особливо на потенційно небезпечних підприємствах і об'єктах, підвищити протипожежний захист об'єктів підземної інфраструктури і систем життєзабезпечення міст і мегаполісів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Правила* пожежної безпеки в Україні;
2. ДСТУ 3734-98 (ГОСТ 30612-99) Пожежна техніка. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги;
3. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення;
4. *Применение* огнетушителей в производственных, складских и общественных зданиях и сооружениях — М.: ВНИИПО, 1986;
5. *Методичний посібник* з питань експлуатації та застосування вогнегасників. — К.: УкрНДІПБ МВС України, ДПТ України, 1997. — 149 с.

Науковий керівник: Т.М. Захарченко

4. ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ У ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРЮВАННЯ

Д.М. Євтєєв

Національний університет харчових технологій

Історія індустрії громадського харчування знає чимало випадків, коли вишукані ресторани з гарною кухнею і доступними цінами «прогорали» з незрозумілих нікому причин. Потім, після довгих вивчень причин події, ресторанны критики приходили до несподіваних висновків: клієнтів відвів некомфортний мікроклімат.

Справа в тому, що температура і вологість повітря, а також їх співвідношення певним чином впливають на організм, змушуючи або відчувати себе як вдома, або відчувати дискомфорт. При цьому часто цей дискомфорт ми відчуваємо несвідомо і десь глибоко всередині на підсвідомому рівні у нас формується прийняття або неприйняття того самого місця. Те ж саме справедливо і для ресторанів: клієнти охочіше підуть в те місце, куди були попередньо замовлені біметалічні радіатори опалення з установкою, ніж туди, де з мікрокліматом щось не так. До речі, це «щось не так» теж часто є лежачою не на поверхні причиною порожніх модних ресторанів [1].

Актуальність обраної теми полягає в тому, що ресторан — це місце інтенсивного соціального спілкування. Ресторанный бізнес захоплюючий, і перспективний: правильний вибір місця і кухні, атмосфери і гарно організоване обслуговування, враховуючи і мікроклімат середовища, створюють можливості для притягнення клієнтів, ринку і дають гарний прибуток.

Невидимі вороги — сторонні запахи, некомфортна температура і задуха здатні погубити найуспішніший заклад. Хоч би як був талановитий шеф-кухар, гарний інтер'єр і лагідні крісла, гості у ресторані не затримаються, якщо у неї немає банального свіжого повітря. Найпростіший і безплатний спосіб заповнити його

нестача — відкрити вікно. Але навряд чи відвідувачі оцінять протяги, літаючі серветки, шум, пилюку і «аромат» бензину на вулиці. Цивілізованіший варіант — встановити системи припливно-витяжної вентиляції і/або кондиціонування. Вони лише очистять повітря і наснажать його киснем, а й створять в закладі комфортний мікроклімат з оптимальною температурою і вологістю.

Одним із маловивчених порушень фізичного стану людини є так званий Синдром «Хворих Приміщень» чи SBS (Sick Building Syndrome), що виникає через перебування у приміщенні, з низькою якістю внутрішнього середовища. SBS проявляється у вигляді таких симптомів, як нудота, головний біль, подразнення шкіри, нежить тощо. Людина починає страждати від SBS, коли потрапляє в певне приміщення, причому симптоми розпалюються із збільшенням кількості людей в приміщенні і зникають, коли людина залишає дане приміщення. У людей, які піддаються SBS протягом тривалого часу, знижується імунітет, і хвороби переходять у хронічну стадію. Обстеження 5000 осіб на півночі Швеції показало, що майже половина відчуває хоча б один із симптомів SBS щотижня. Чверть з них зверталися за лікарською допомогою щодо цих симптомів. Виявлено найпоширеніші причини SBS — погана вентиляція і неякісне прибирання приміщень, висока вологість повітря, присутність копіювальних машин і зволожувачів повітря [2].

Вибір тієї чи іншої кліматичної техніки залежить від функціонального призначення приміщень. Універсального рішення немає. У обідніх залах потрібно підтримувати комфортну температуру, забезпечувати достатній приплив свіжого повітря, зонувати ділянки для курців і некурців гостей. На кухні слід створювати нормальні умови роботи персоналу, своєчасно видаляти надлишки тепла, запобігати поширення запахів в обідні зали і підсобні приміщення, компенсувати нестачу кисню, який спалює працююче устаткування. У адміністративних приміщеннях потрібно забезпечити комфортну температуру і свіже повітря, щоб співробітники зберігали бадьорість протягом робочого дня. У побутових приміщеннях зазвичай стоїть одне завдання — видаляти неприємні запахи. Для управління мікрокліматом використовують устаткування двох основних типів: кондиціонери і приточно-витяжні вентиляційні системи [3].

Створення комфортного мікроклімату в приміщенні справа непросте. Тут не допоможе банальний вентилятор, встановлений у вікні. Для цього розробляється система забезпечення, по-перше, вентиляції, тобто обміну повітря в приміщеннях для видалення надлишків теплоти, вологи, шкідливих та інших речовин, і, по-друге, кондиціонування повітря, тобто автоматичної підтримки в закритих приміщеннях всіх або окремих параметрів повітря (температури, відносної вологості, чистоти, швидкості руху) на певному рівні [4]. Метою цих заходів є забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей та ведення технологічного процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Красницкая Е.С.* Гігієна і санітарія підприємств комунального харчування. — 1979. — 127с.

21. *Лебедева С.* Методичні вказівки до виконання СРС за курсом «Санітарія і гігієна харчування». Вид-во ВСГТУ, 2004. — 26 з.

3. *Литвинов* Мікроклімат ресторану // Ватерпас. 2002. С. 130 – 133

4. *Шленская Т.У., Журавко С.У.* КОЛОСС,ИЗДАТЕЛЬСТВО, 2006 р.

Науковий керівник: Т.М. Захарченко

5. ЗАХИСТ ВІД ДОРОЖНЬОГО ШУМУ В КРАЇНАХ ЄС

А.А. Кукса

Національний університет харчових технологій

Шумове забруднення навколишнього середовища постійно збільшується і становить серйозну небезпеку для людства. Доведено, що збільшення рівня шуму на 1 – 2 дБА призводить до зменшення продуктивності праці на 1 %. Як свідчать літературні дані під впливом шуму продуктивність праці зменшується на 10 % [1 – 3].

Контроль шумового забруднення в містах вперше був введений у Древньому Римі, коли було заборонений рух візків вночі. На жаль для римлян, Юлій Цезар відмінив дію цього закону в Римі, а пізніше Клавдій і Марк Аврелій — в містах Італії і всієї Римської Імперії, відповідно [1].

Рівень дорожнього шуму нормується за еквівалентним по енергії рівнем звуку ($L_{A,екв.}$, дБ). Крім того в ЄС та в ряді країн ЄС нормується також максимальний рівень звуку ($L_{A,макс.}$, дБ) [1]. Еквівалентний (за енергією) рівень звуку даного непостійного шуму — це рівень звуку постійного широкополосного шуму, який має таке ж середньоквадратичне значення звукового тиску, що і даний непостійний шум на протязі визначеного інтервалу часу. В більшості країн ЄС еквівалентний рівень звуку визначається в денний і нічний час, тривалість якого однакова (12 годин) і визначається відповідно з 8⁰⁰ по 20⁰⁰ і з 20 вечора по 8 ранку. У Великій Британії еквівалентний рівень шуму визначається за 18 – годинний проміжок — з 6 годину ранку по 24⁰⁰. В нашій країні згідно з «санітарними нормами допустимого шуму в приміщеннях жилих і громадських будівель» еквівалентний рівень шуму нормується в денний (з 7⁰⁰ по 23⁰⁰) і нічний час (з 23⁰⁰ по 7⁰⁰) і становить відповідно 55 і 45 дБ.

Зважаючи на бурхливий розвиток автомобільної промисловості і постійне збільшення швидкості руху транспорту, питання контролю гостро постало в середині минулого століття. Наприклад, в Нідерландах підвищення максимальної швидкості з 100 до 120 км/год призвело до підвищення рівня шуму на 2 дБ. Намагання використовувати природні бар'єри, зокрема земляні вали і лісосмуги, не мало бажаного ефекту [1]. Тому актуальність теми розробки ефективних акустичних матеріалів, застосування яких суттєво знижує рівень шуму в урбанізованих районах, щороку зростає.

Сучасні акустичні методи зниження рівня шуму поділяються на два типи: модифіковане покриття (пористі асфальт і бетон) та панелі (звичайні, кутові та консольні). Об'єм пористого асфальту на 20 – 25 % заповнений повітрям [1, 2, 4 – 6]. В результаті він поглинає шум і відводить воду, тим самим збільшуючи безпеку дорожнього руху. Застосування пористого асфальту дозволило знизити рівень дорожнього шуму на 3 – 4 дБ, пористого бетону — на 1 дБ [1, 5, 6].

Основним засобом зниження рівня дорожнього шуму вважається використання панелей, які слугують перешкодою для розповсюдження шуму, відбиваючи чи/та поглинаючи акустичні коливання. Вони виготовляються з деревини, листового металу, бетону, скловолокна та ПВХ. Застосування Т-подібних панелей шириною 1 і 2 м дозволило знизити рівень шуму на 2 – 3 дБА і додатково на 1,4 дБА за рахунок відбиваючої поверхні, порівняно із звичайними [1, 5, 6]. Більш сучасні Y-подібні панелі забезпечують зменшення рівня шуму на 10 дБ при тестуванні на частоті

500 Гц. В результаті встановлення додаткових поглинаючих елементів циліндричної форми рівень шуму зменшується ще на 3 дБА [1, 5, 6]. Кутові панелі ефективно поглинають відбиті хвилі, проте створюють більше незручностей для пішоходів, порівняно із звичайними. Консольні панельні конструкції суттєво збільшують ефективність поглинання акустичних коливань, що зумовлює їх широке використання в містах та на автострадах.

В країнах Європейського Союзу основними вимогами безпеки до шумових бар'єрів є наступні: стійкість під час пожежі; безпека від уламків, які утворюються під час зіткнення; безпечність матеріалів для навколишнього середовища; наявність евакуаційних виходів; відбиття світла; прозорість. Зокрема, згідно з британськими стандартами евакуаційні виходи повинні розташовуватись на відстані щонайменше 200 м один від одного [1, 5].

В доповіді представлені основні типи будівельних конструкцій, які слугують засобами захисту від дорожнього шуму. Показано, що використання досвіду європейських країн дозволить значно зменшити рівень шуму і покращити умови життя в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kotzen B., English C. Environmental noise barriers: a guide to their acoustic and visual design. 1999. E & FN SPON: London. — 186 p.
2. Cleland A.N., Roukes M.L. Noise processes in nanomechanical resonators // *J. Appl. Phys.* 2002. v. 92, p. 2758 – 2770.
3. Banerjee D. Research on road traffic noise and human health in India: review of literature from 1991 to current // *Noise Health.* 2012. v. 88, p. 113 – 118.
4. Pratico F.G., Anfosso L. Trends and issues in mitigating traffic noise through quiet pavements // *Procedia Soc. Behav.* 2012. v. 53, p. 203 – 212.
5. Abbott P.G., Morgan P.A., McKell B. A review of current research on road surface noise reduction techniques. 2010. IHS: Wokingham, 148 p.
6. Pirrera S., De Valck E., Cluydts R. Nocturnal road traffic noise: A review on its assessment and consequences on sleep and health // *Environ. Internat.* 2010 v. 36, p. 492 – 498.

Науковий керівник: М.О. Полумбрик

6. МІЖНАРОДНІ НОРМИ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Є.М. Гресько

Національний університет харчових технологій

В умовах зростання повноважень трудових колективів у розв'язанні більшості питань, що регулюють соціально-трудова відносини, в умовах удосконалення відносин власності виникає об'єктивна необхідність узгодження інтересів різних верств населення. Світовий досвід дозволяє переконатись, що досягнути злагоди у суспільстві та підвищити ефективність виробництва можна лише в умовах соціального миру та співробітництва найманих працівників з працедавцями. Узгодження соціально-економічних інтересів між вказаними суб'єктами, а також між ними і державою утворює цілу систему суспільних відносин, які отримали у країнах з розвинутою ринковою економікою назву інституту соціального партнерства, який охоплює соціально-трудова відносини від конкретного підприємства (роботодавця) до національного рівня [1].

Соціальне партнерство — це такий тип і система відносин між працедавцями і найманими працівниками, при яких в рамках соціального миру відбувається узгодження їхніх найважливіших соціально-трудоваих інтересів [2]. На практиці соціальне партнерство виступає в якості альтернативи всякій диктатурі класу або особи і є цивілізованим (мирним) методом розв'язання соціальних конфліктів. Метод розв'язання соціальних конфліктів у межах соціального партнерства — компроміс, узгодження інтересів працедавців і найманих працівників шляхом мирних переговорів і взаємних поступок. Становлення системи соціального партнерства пройшло довгий і складний шлях. Коли робітники у капіталістичних країнах ще тільки почали об'єднуватись у професійні організації, вже тоді були започатковані перші спроби соціального партнерства у вигляді переговорів та консультацій між представниками найманих працівників і власників засобів виробництва. Перші колективні договори увійшли у практику наприкінці XIX ст. у Франції, Великобританії, Німеччині, тобто у найбільш розвинутих країнах Західної Європи.

Як механізм регулювання соціально-трудоваих відносин, система соціального партнерства почала розвиватися після Другої світової війни, остаточно утвердившись лише в 60 – 70-і роки XX століття. На сьогоднішній день найбільш розвинута система соціального партнерства існує в Німеччині, Австрії, Швеції. Меншою мірою вона розвинута в США і Японії. Системи соціального партнерства немає в слаборозвинених країнах. В практику регулювання соціально-трудоваих відносин в Україні термін «соціальне партнерство» увійшов з кінця 1991 року [5].

Головною функцією системи соціального партнерства є недопущення руйнівних страйків та створення умов для динамічного розвитку виробництва і забезпечення належного рівня доходів найманих працівників. Основою соціального партнерства є принцип співробітництва між роботодавцями і найманими працівниками, який реалізується у формі ведення переговорів, укладенні колективних договорів, узгодженні проектів нормативно-правових актів, консультацій при прийнятті рішень між суб'єктами соціального партнерства на всіх.

До сфери соціального партнерства входять питання:

1. досягнення консенсусу з питань забезпечення зайнятості;
2. створення додаткових робочих місць;
3. застосування найманої праці з дотриманням вимог техніки безпеки та вимог охорони здоров'я, питання оплати праці, прав працівників на своєчасне отримання заробітної плати;
4. забезпечення нормального режиму праці і відпочинку;
5. забезпечення права працівників на участь в управлінні працею на підприємстві.

Соціальне партнерство має стати, по-перше: елементом формування соціально відповідальної політики, яка визначатиме рівні форми відповідальності за невиконання умов домовленостей; по-друге: принципом організації відносин власності, що за згодою з партнерами визначатиме рівні умови створення ринку праці, капіталу, засобів виробництва через узгодження політики податків, цін та ін. Соціальне партнерство, яке ґрунтуватиметься на відповідній законодавчій базі, чітко визначених принципах, збалансованості інтересів усіх суб'єктів партнерства, значно сприятиме економічному розвитку держави, досягненню соціальної злагоди у суспільстві [4].

Впровадження стандарту SA 8000 є логічним процесом на підприємствах, які вже сертифіковані за ISO 9001:2000, що підтверджує процеси постійного покращення системи менеджменту. SA 8000 базується на принципах 11 Конвенції Міжнародної Організації Праці, Конвенції ООН з прав дитини, Всесвітньої декларації Прав Людини. Цей Стандарт являється універсальним засобом для

практичної реалізації моральних і етичних норм у діяльності адміністрації підприємства [3].

Сертифікаційний аудит проведено з метою підтвердження відповідності діяльності підприємства міжнародним стандартам, а саме — SA 8000:2001 в питаннях етики бізнесу і соціальної відповідальності.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Жидецький В.І.* / Основи охорони праці / В.І. Жидецький — JL: Афіша, 2005. — 349 с.
2. *Кардашевский В., Бондаренко А.* Повышение производительности: европейский подход // *Вопр. экономики.* — 2000. — № 11. — С. 35 – 40.
3. *Растимешин В., Куприянова Т.* Управление производительностью: путь к росту // *Человек и труд.* — 1996. — № 8. — С. 70 – 73; № 9. — С. 67 – 69.
4. *Серіков Я.О.* Основи охорони праці: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти. — Харків, ХНАМГ, 2007. — 227с.
5. *Фильев В.* Управление ростом производительности труда // *Экономист.* — 1997. — № 3. — С. 60 – 66.

Науковий керівник: О.І. Сидорченко

7. СТВОРЕННЯ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНИХ ПРОДУКТІВ, ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ОЗДОРОВЧОГО ХАРЧУВАННЯ НА ВИРОБНИЦТВІ, ІЗ НЕТРАДИЦІЙНИХ РОСЛИННИХ ДЖЕРЕЛ

О.М. Гладчук

Національний університет харчових технологій

Останніми роками загострилася проблема «оздоровлення» харчових раціонів, тому з'явилися нові підходи до створення продуктів харчування з оздоровчим ефектом. Ринок так званих функціональних продуктів є одним з найважливіших і найбільших, тому й розвивається дуже динамічно. Це відкриває великі можливості у використанні функціональних добавок. Аналіз результатів статистичних досліджень показують, що раціон харчування основних груп населення України бідний фруктами, овочами, відмічається дефіцит рослинних жирів, білків та вуглеводів, особливо інуліну, який є складовою частиною нетрадиційних рослин, таких як цикорій, скорцонера, лопух, дев'ясил, кульбаба, артишок та ін. Нині є широкий вибір функціональних інгредієнтів. Це вітаміни, мінеральні добавки, харчові волокна тощо. Одним з таких інгредієнтів є інулін, що не засвоюється, але необхідний для нормального функціонування організму. Він належить до класу харчових волокон з пробіотичним ефектом.

Серед інулінів особливо благотивно впливає високомолекулярний інулін на функції шлунково-кишкового тракту, регуляцію обміну речовин, укріплення імунної системи, зниження рівня холестерину та цукру крові, очищення та укріплення судин та ін. Цей полісахарид надзвичайно важливий для людей, хворих цукровим діабетом, які вживаючи інулін, знижує ризик гіпо та гіперглікемії, так як інулін не тільки знижує, але й стабілізує рівень цукру в крові. Тому високомолекулярний інулін одержав ще одну свою народну назву — «рослинний інулін». Інулін повністю відповідає вимогам до термінів як «інгредієнт функціонального харчування», так і «інгредієнт оздоровчого

харчування». Особливо це стосується здатності інулінів регулювати ліпідний та вуглеводний обмін, покращувати діяльність імунної системи.

У країнах Західної Європи вже давно звернули увагу на користь та незамінність цього полісахариду у харчуванні. Такі компанії як SENSUS, (Нідерланди), VARCOING та ORAFTI (Бельгія), вже понад десять років виробляють інулін, та фруктові сиропи. Аналіз результатів досліджень показують, що для задоволення потреби організму людини в цьому інуліні, треба вживати його від 5 до 15 г на добу, або 100 – 150 г топінамбура чи цикорію, 50 – 100г кульбаби, скорцонери або лопуха зібраних у вересні-жовтні, та спожитих у свіжому вигляді. Враховуючи те, що річна потреба у високомолекулярному інуліні для населення України складає приблизно 50 тон, і те, що він міститься у рослинній сировині тільки 2 місяці на рік, а при тривалому зберіганні розкладається у коренях та бульбах інулінвмісних культур до фруктози і повністю втрачає свої біологічно активні властивості, надзвичайно актуальною є потреба розробки технології високомолекулярного інуліну із рослинної інулінвмісної сировини [2, 3].

В даний час, як у нас в країні, так і за кордоном ведуться дослідження по розробці технології отримання широкого набору лікувальних препаратів, дієтичних продуктів харчування і продуктів, використовуваних для технічних і кормових цілей на основі топінамбура [1]. У США, Франції, Бразилії, Австрії, Угорщині та інших країнах виробляють в промислових масштабах з топінамбура етиловий спирт, лікувальний сироп, харчові дієтичні продукти. Японці пішли далі, вони з успіхом розробляють напрямки профілактики та попередження ракових захворювань за допомогою топінамбура.

Нині лікувальні можливості їжі, зокрема хліба, дуже зросли. Борошняні і хлібобулочні вироби посідають дуже важливе місце в раціоні харчування населення, адже вони є щоденними його компонентами. Тому актуальним є створення різноманітного асортименту нових продуктів, що мають профілактичне призначення, а це, своєю чергою, зумовлює великий інтерес харчової промисловості до використання нетрадиційної рослинної сировини.

Таким чином, пектин, інулін і його похідні, незамінні амінокислоти, ферменти, вітаміни і мінеральні речовини топінамбура, потрапляючи в організм, активно включаються в обмін речовин його органів і тканин, забезпечуючи відновлення метаболічних змін в міокарді і порушень серцевого ритму, зниження тонуусу і ушкодження судин при гіпертонічній хворобі та цукровому діабеті, збільшення гемоглобіну, інсуліну і зниження згортання (тромбоутворення), рівня глюкози та холестерину в крові, жовчоутворення і зниження кислотності шлункового соку, зменшення відкладення солей у суглобах при подагрі і утворення каменів в печінці, нирках, сечовому міхурі, виведенні токсичних і радіоактивних речовин з організму, попередження розвитку ракових хвороб, зменшення набряків серцевого і ниркового походження, збільшення моторної функції кишечника при запорах, підвищення несприйнятливості (імунітету) організму до туберкульозу та іншим, інфекційних і запальних захворювань.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Многоликий* топинамбур в прошлом и настоящем. Валерий Н. Зеленков, Сергей С. Шаин // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. 2001, № 5

2. harchovyk.com/content/detail/230

3. zdoroviya.org.ru

Науковий керівник: О.І. Сидорченко

8. ОРГАНІЗАЦІЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ В ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ ЗАКЛАДАХ

М.М. Сакун

Національний університет харчових технологій

Найбільш серйозною небезпекою для життя і здоров'я гостей і персоналу готелю, збереження їхнього майна, а також майна і будинку готелю є пожежі. Тому в готельних господарствах важливе значення має забезпечення захисту будинків, приміщень і людей від пожежі. Найчастішими причинами виникнення пожеж у готелях є необережне поводження з вогнем, несправність електромереж і електрообладнання, порушення технологічного процесу і правил експлуатації, недотримання заходів пожежної безпеки при ремонтних й інших видах робіт [1].

Номенклатура вимог і показників із забезпечення безпеки туристів від впливу цього фактора ризику і методи їх перевірки — відповідно до ГОСТ 12.1.004. Експлуатацію об'єктів обслуговування необхідно здійснювати в суворій відповідності до вимог затверджених нормативних документів (Правил пожежної безпеки). Процес створення системи протипожежної безпеки в готелях складається з таких етапів [4]:

1) проведення організаційних заходів щодо створення пожежної охорони в готелі;

2) проведення протипожежної підготовки працівників;

3) проведення протипожежної профілактики.

Проведення організаційних заходів щодо створення пожежної охорони в готелі передбачає таку послідовність дій. Директор готелю, який відповідно до діючого законодавства несе відповідальність за забезпечення пожежної безпеки, наказом призначає відповідального за організацію заходів із забезпечення протипожежної безпеки готелю. Призначаються також відповідальні за пожежну безпеку в кожному підрозділі готелю. Таблички із зазначенням осіб, відповідальних за пожежну безпеку, вивішуються на видних місцях. Розробляються правила, положення пожежної безпеки для кожного підрозділу й інструкції із заходів протипожежної безпеки на кожному робочому місці. Створюються пожежні бойові розрахунки з числа чергових адміністраторів, чергових менеджерів, працівників служби безпеки готелю й іншого чергового персоналу, що здійснюють цілодобовий контроль за пожежною безпекою. Розробляється система оповіщення у випадку виникнення пожежі. Розписуються основні обов'язки кожного члена пожежного бойового розрахунку під час пожежі. Після сигналу пожежної тривоги по системі оповіщення всі особи, призначені наказом директора відповідальними за пожежну безпеку, повинні прибути до готелю, з'ясувати причину тривоги, почати евакуацію людей, а також вжити всіх необхідних заходів для гасіння і запобігання поширення вогню до прибуття пожежних.

Метою пожежної безпеки підприємства готельного господарства є попередження виникнення пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а у випадку виникнення пожежі — обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

Повинні створюватися системи запобігання пожежі — сукупність засобів та організаційних заходів, призначених для створення умов, за яких імовірність виникнення і розвитку пожежі не перевищує нормоване допустиме значення (ДСТУ 2272:2006).

Основними вихідними даними при розробці комплексу технічних і організаційних рішень щодо забезпечення потрібного рівня пожежної безпеки в кожному конкретному випадку є чинна законодавча нормативно — технічна база з питань пожежної безпеки, вибухопожежонебезпечні властивості матеріалів і речовин та особливості підприємства готельного господарства [2].

Протипожежна профілактика — це комплекс організаційних і технічних заходів з попередження, локалізації та ліквідації пожеж, а також із забезпечення безпечної евакуації людей і матеріальних цінностей на випадок пожежі.

Протипожежна профілактика полягає у профілактиці пожеж на етапі проектування і будівництва, застосуванні системи автоматичної пожежної сигналізації, використанні засобів і систем пожежогасіння, застосуванні системи оповіщення про пожежу, відпрацьовуванні системи дій у випадку пожежі й евакуації людей [3].

Профілактика пожеж у готелі починається ще на етапі проектування і будівництва будинку готелю (СНІП 2.08.02, ВСН 62, СНІП 2.07.01). Правилами пожежної безпеки для готелю передбачається спеціальне планування будинку, створення протипожежних перешкод, відсіків, ізольованих негорючими конструкціями. За допомогою протипожежних стін, перекриттів, дверей можна в межах одного будинку або споруди ізолювати пожежонебезпечні приміщення і не допустити поширення вогню у випадку його виникнення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Байлик С.* Гостиничное хозяйство: проблемы, перспективы, сертификация: Учебное пособие / Станислав Байлик. — К.: Альтерпрес: ВИРА-Р, 2001. — 207 с.

2. *Бойко М.* Організація готельного господарства: підручник / Київський національний торговельно-економічний ун-т. — К.: Київ, нац.торг. — екон. університет, 2006. — 448с.

3. Про пожежну безпеку. Довідково-інформаційні матеріали. — К., 2002.

4. Закон України «Про пожежну безпеку».

Науковий керівник: О.І. Сидорченко

9. СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА ГАЗОВІ БАЛОНИ

І.В. Шевченко

Національний університет харчових технологій

Газові балони — це посудини, призначені для зберігання і перевезення стиснених, зріджених і розчинених газів під тиском вище атмосферного [1]. Статистика «газових» вибухів останніх років в Україні вражаюча. Незалежно від масштабів аварій, при яких спостерігаються різноманітні руйнування технічних систем підприємств, громадських споруджень, транспортних засобів — перш за все страждають люди. Ризик катастроф техногенного характеру постійно зростає внаслідок збільшення кількості застарілих технологій і устаткування, уповільнення темпів поновлення і модернізації виробництва. Саме тому вкрай необхідно переймати досвід західних країн щодо впровадження в життя та на виробництвах нових технологій.

Полімерно-композитні газові балони почали випускати близько двадцяти років тому, а в Старій Європі вони вже практично витиснули з ринку металеві. У нашій країні цей перехід настає лише зараз.

Головна перевага полімерно-композитних балонів порівняно з металевими — вони не вибухають. Цей фактор є найголовнішим важелем для переходу на користування саме газовими балонами нового зразка.

За фізико-хімічними властивостями композитні балони значно краще за металеві. Сучасні газові балони, на відміну від старих, важких та іржавих залізних балонів, більш легкі, довговічні та безпечні. Вони виготовляються з композитних матеріалів за унікальною технологією. На всіх стадіях виготовлення продукція проходить ряд суворих випробувань, а готова продукція випробовується тиском, який у 1,5 рази перевищує робочий тиск балону. Вентиль із двома ступенями захисту, вже встановлений виробником, забезпечений запобіжним перепускним клапаном. Така будова запобігає вибухам, тому що газ поступово стравлюється. При примусовому розриві балон руйнується без утворення осколків. Полімерно-композитні газові балони відрізняються стійкістю до корозії бо іржавіти в цих балахах нічому. Вони балони виготовляються з скловолоконних ниток, покритих епоксидною смолою. Завдяки цьому композитні балони значно легші, ніж металеві (більш ніж в два рази). Крім того, нові газові балони прозорі. Видимість рівня газу дозволяє споживачеві контролювати запас газу. Композитний балон здатний витримувати більший тиск при меншій вазі. Виробництво балонів з сучасних матеріалів сертифіковане за ISO 9001:2008. Балони показують найвищу ступень безпеки при проведенні тестів на надлишковий тиск, ударостійкість і вогнестійкість [3].

Екологічно безпечний продукт. Сьогодні екологічна проблема важлива як ніколи. Дослідження показали, що нові газові балони чинять менш шкідливий вплив на навколишнє середовище в порівнянні з традиційними металевими балонами. Мала вага балона скорочує витрати палива і, як наслідок, виділення шкідливих речовин в атмосферу при їх транспортуванні. Тривалий термін експлуатації виключає необхідність часті утилізації.

Актуальність розвитку газобалонного ринку базується на передумові небувалого зростання економік країн, що розвиваються. Ці країни вводять програми газифікації транспорту. Росте попит на тару для технічних газів: кисню, азоту, метану, аргону, діоксиду вуглецю та ін. Найбільш потужними споживачами газових балонів є компанії, які оперують на ринку компримованого природного газу (метану). За оцінками західних аналітиків, у 2010 році річна чисельність ринку метанових балонів складала 2,13 млн. шт., а ринку промислових газів — 4,16 млн. шт. Очікується подальший зріст попиту, передусім для використання в різних сферах промисловості, машинобудуванні, обладнанні для пожежогашіння [2].

На сьогодні, газові балони з композитних матеріалів в Україні не виготовляються, але імпортуються із сусідньої Росії а також із країн Західної Європи. Після демонстрації можливостей сучасних балонів в рамках програми «Безпечний газ» на IX Економічному форумі у Красноярську (Росія) було прийняте рішення про необхідність розвитку виробництва нового продукту в Росії.

Підсумовуючи наведене, можна сказати, що аварії на підприємствах України а також побутові аварії, пов'язані з вибухами газових балонів, нажаль досить поширені. Вирішенням таких проблем займається Міністерство з надзвичайних ситуацій, науковці, промисловці, які вивчають досвід країн-сусідів та поступово впроваджують нові проекти задля безпеки праці і життя в Україні. Необхідно робити життя економічніше, комфортніше, а головне — безпечніше.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гаврик Є.* Охорона праці: Навчальний посібник. — К.: Ельга: Ніка-Центр, 2003 — с. 512.
2. *Дмитренко Р.И.* Надежность и экономичность производимых баллонов высокого давления для технических газов. Техническая диагностика и неразрушающий контроль. — 2012. — № 2, с. 36 – 41.
3. *Рубан А.Г.* Анализ характеристик баллонов высокого давления для сжатых газов. Технические газы. — 2009. — № 2, с.48 – 55.

Науковий керівник: А.О. Сірик

10. ОСВІТЛЕННЯ: ВИМОГИ СУЧАСНОСТІ

Т.П. Лупина, С.В. Литвиненко

Національний університет харчових технологій

На території України діють норми освітлення ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення. Ці Норми поширюються на проектування освітлення територій, приміщень нових та існуючих, що підлягають реконструкції, будівель і споруд різного призначення, місць виконання робіт на відкритих просторах, територій промислових та сільськогосподарських підприємств, залізничних колій площ підприємств, зовнішнього освітлення міст, поселень та сільських населених пунктів. Проектування пристроїв місцевого освітлення, які постачаються комплектно зі станками, машинами і виробничими меблями, слід також виконувати відповідно до цих Норм[1].

Дані, наведені в нормах, явно застаріли і не відповідають високим вимогам сучасних умов. Міжнародна комісія з освітлення (СІЕ) розповсюдила міжнародний стандарт з освітлення ISO 8995. У стандарті ISO 8995 більш детально унормовано освітлення, а також акцентовані вимоги з обмежень дискомфортною блискоті та вимоги до коефіцієнта передачі кольору. Проте наведені норми не є обмеженням у вимогах, в кожному окремому випадку вимоги можуть бути збільшені[4].

Для природного освітлення в цих Нормах наведені значення коефіцієнта природної освітленості (КПО).

Наведені вимоги до освітлення приміщень житлових, громадських і адміністративно-побутових споруд (КПО, нормована освітленість, циліндрична освітленість, показники дискомфорту і коефіцієнт пульсації освітленості).

Штучне і суміщене освітлення слід проектувати з урахуванням вимог до ультрафіолетового випромінювання згідно з чинними нормативними документами, затвердженими МОЗ України[1].

Важливими характеристиками ламп є наступні:

1. Потужність;
2. Термін служби;
3. Світловий потік або світловіддача;
4. Спектр випромінювання, який характеризується колірною температурою;
5. Індекс кольоропередачі.

Наведу середні терміни служби різних типів ламп:

- розжарення — 1000 год;
- кварцовагалогенна — 2500 год;
- компактна люмінесцентна — 8000 год;

- люмінесцентнатрубчаста — 10000 год;
- люмінесцентнатрубчаста ВЧ — 13000 год;
- дуговартугна — 7000 год;
- металогалоїдна — 8000 год;
- дугованатрієва — 10000 год[4].

Світловий потік. Вимірюється в люменах Лм (*Lm*). Він визначає кількість світла у приміщенні. Але він також залежить від потужності, тому краще користуватись світловіддачею — питомий світловий потік на одиницю потужності Лм/Вт — чим більша тим краще і лампа економічніша [3].

Спектр випромінювання, який характеризується колірною температурою. Колірна температура вимірюється у Кельвінах і визначає домінуючі кольори спектру.

Індекс кольоропередачі (кольоровідтворення) позначається як Ra, або CRI.

Найскладніший показник, але важливий. Він визначає відсоток заповнення спектру випромінювання всіма спектральними лініями.

Пульсація світлового потоку спричинена загоранням і погасанням дуги в лампі при переході змінної синусоїдної напруги через нуль. За 1 період лампа загорається 2 рази при частоті 50 Гц пульсація становить 100 Гц. Це явище негативно впливає на зір людини. Врахування пульсації особливо важливе при читанні і писанні, тому для настільних ламп рекомендують лампи (світильники) з електронним пуско-регулювальним пристроєм тепло-білого спектру[4].

Отже, діюча нормативна база у сфері освітленості забезпечує сучасний і адекватний підхід до проведення вимірів і дозволяє забезпечити необхідну і якісну оцінку параметрів штучної і природною освітленості робочих місць для упровадження заходів для оптимізації умов висвітлення, підвищенню його якості.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення
2. Закон України «Про охорону праці».
3. *Кучерявий В.* Охорона праці: Навч. посібник — Львів: Оріяна-Нова, 2007. — 368 с.
4. <http://solomchak.at.ua/forum/10-30-1>

11. ШТУЧНА ВЕНТИЛЯЦІЯ

О.М. Журибеда

Національний університет харчових технологій

Штучна (механічна) вентиляція дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати), більш цілеспрямовано подавати повітря в робочу зону. Окрім того, механічна вентиляція дає можливість організувати повітрозбір в найбільш чистій зоні території підприємства і навіть за її межами [2].

Припливна вентиляція

Схема припливної механічної вентиляція (рис. 1.) включає: повітрязабірний пристрій 1; фільтр для очищення повітря 2; повітрянагрівач (калорифер) 3; вентилятор 5; мереж, повітроводів 4 та припливні патрубки з насадками 6. Якщо нема необхідності підігрівати припливне повітря, то його пропускають безпосередньо у виробничі приміщення через обвідний канал 7.

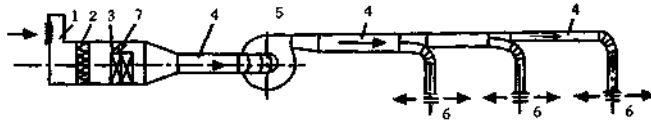


Рис. 1. Схема припливної вентиляції

Повітрязабірні пристрої необхідно розташовувати в місцях, де повітря не забруднене пилом та газами. Вони повинні знаходитись нижче 2 м від рівня землі, а від викидних каналів витяжної вентиляції по вертикалі — нижче 6 м і по горизонталі — не ближче 25 м.

Витяжна та припливно-витяжна вентиляція

Витяжна вентиляція (рис. 2.) складається із очисного пристрою 1, вентилятор 2, центрального 3 та відсмоктуючих повітроводів 4.

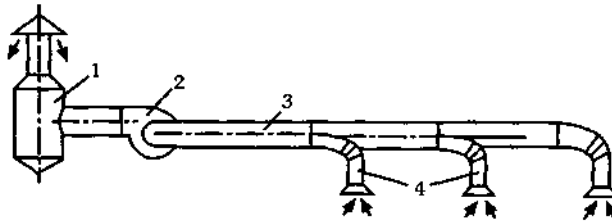


Рис. 2. Схема витяжної вентиляції

Повітря після очищення необхідно викидати на висоті не менше ніж 1 м над гребенем даху. Забороняється робити викидні отвори безпосередньо у вікнах.

В умовах промислового виробництва найбільш розповсюджена припливно-витяжна система вентиляції із загальним припливом в робочу зону та місцевою витяжною шкідливих речовин безпосередньо з місць їх утворення.

У виробничих приміщеннях, де виділяється значна кількість шкідливих газів, парів, пилу витяжка повинна бути на 10 % більшою ніж приплив, щоб шкідливі речовини не витіснялись у суміжні приміщення з меншою шкідливістю.

Місцева вентиляція

Місцева вентиляція може бути припливною і витяжною.

Місцева припливна вентиляція, при якій здійснюється концентроване подання припливного повітря заданих параметрів (температури, вологості, швидкості руху), виконується у вигляді повітряних душів, повітряних та повітряно-теплових завіс.

Повітряні ДУШІ використовуються для запобігання перегріванню робітників в гарячих цехах, а також для утворення так званих повітряних оазисів (ділянок виробничої зони, які різко відрізняються своїми фізико-хімічними характеристиками від решти приміщення) [1].

В зв'язку з постійним дорожчанням енергоресурсів приміщення все більше стають термоізованими, що різко зменшує їх інфільтрацію. Тому вентиляція приміщень стає більш актуальною. Саме завдяки системам вентиляції можна досягти комфортного повітряного середовища при оптимальних енерговитратах.

Вентиляційні сучасні системи — це автоматизовані механізми, що забезпечують очищення, підігрів, охолодження, осушення та зволоження повітря. З метою збереження енергоресурсів, в наш час широко починають впроваджувати у вентиляційні системи рекуперацію (збереження тепла).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Науково-виробничий журнал Охорона праці*, К.: 2008.
2. *Купчик М.П., Гандзюк М.П.* Основи охорони праці. К.:2000
3. *Закон України «Про охорону праці».*

Науковий керівник: С.Д. Коваленко

12. ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ МОБІЛЬНОГО ТЕЛЕФОНУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

М.О. Полумбрик, Н.В. Остапенко

Національний університет харчових технологій

Однією з речей без якої не можливо уявити сучасну людину є мобільний телефон. Адже він робить життя мільйонів людей комфортним та інформативно насиченим. Батьки завжди можуть зв'язатися зі своїми дітьми, бізнесмени швидко розв'язують невідкладні справи, незважаючи на віддаленість відстані їх перебування тощо. Останнім часом стрімко розвивається мобільна мережа по всьому світу. На теренах нашої держави, в останні роки, мобільний зв'язок перейшов до класу «товарів народного споживання». Саме тому вчені усього світу почали говорити про зростаючу загрозу здоров'ю людини зі сторони радіовипромінювання мобільних телефонів.

Багато вітчизняних науковців у своїх працях звертались до проблеми впливу електромагнітного поля мобільного телефону на організм людини. Серед них можна зазначити таких: Омельченко М., Калінін В., Наритник Т., Гуляев Ю., Булгаков Б., Сайко В., Ворчило О., Савицька Я., Єршова І., Матушек З. Кондратенко В. та інші.

Як відомо, мобільний телефон — це джерело постійного надвисокочастотного випромінювання, за допомогою якого і здійснюється зв'язок.

Мобільний телефон опромінює організм людини не тільки під час розмови, але й під час носіння його в чохлі або кишені, адже апарат постійно відслідковує виміри інформації системи, пов'язані зі зміною режиму роботи стільникової системи; виміри, пов'язані з переміщенням мобільного апарата; також він може періодично підтверджувати свою працездатність, передаючи відповідні сигнали.

Досвід вчених говорить про те, що практично будь-який вид випромінювання потенційно небезпечний для здоров'я, в тому числі й опромінення мобільним телефоном [1].

Науковці стверджують, що випромінювання мобільних телефонів пригнічує електромагнітні імпульси клітин живих організмів, нагріває організм «зсередини» на клітинному рівні. Особливо від цього потерпають тканини замкнених об'ємів: очі, насінники, які погано омиваються кров'ю, а тому знаходяться поза системою терморегуляції організму. Кришталік ока від внутрішнього перегрівання руйнується і мутніє. Це проявляється різьку в очах і шумом в голові. ЕМП, впливаючи на статеву систему, призводить до зниження функції сперматогенеза, порушення коефіцієнту народжуваності хлопчиків та дівчаток, зміну менструального циклу, сповільнення ембріонального розвитку. Під дією потужних ЕМ хвиль мобільного телефону може відбуватися збій у продукуванні мозком електроімпульсів, якими він керує роботою організму. Експериментально

доведено, що сигнали мобільних телефонів змінюють електроімпульси головного мозку, а як результат — порушення короткотривалої пам'яті, схильність до розвитку стресових ситуацій, постійного головного болю тощо. Що ж до ендокринної системи, то вплив ЕМП на неї призводить до збільшення вмісту адреналіну у крові, активації процесів зворотного зв'язку крові.

Шведські вчені дослідним шляхом довели, що у тих людей, які користуються сотовим більше 10 років, ризик виникнення пухлин вуха зростає у 4 рази [2].

Виходячи з ритмів і вимог сучасного світу люди просто не можуть обійтись без мобільного телефону. Саме тому для максимального зменшення шкоди від впливу електромагнітного поля мобільного телефону необхідно пам'ятати про деякі рекомендації:

- не спілкуватися по мобільних телефонах більше 15 хвилин на день;
- під час сну тримати телефон не ближче 1 м від голови;
- не користуватися мобільним в громадському транспорті, метро, тролейбусі та автомобілях. Випромінювання стільникового телефону відбиваються від металевого корпусу машини, збільшуючи потужність у кілька разів. Окуляри в металевій оправі також краще знімати під час розмови (з цих же міркувань);
- набравши потрібний номер, не притискайте зразу телефон до вуха — саме під час з'єднання відбувається найпотужніше випромінювання;
- для дітей до 18 років: максимально виключити використання мобільних телефонів, говорити тільки в крайньому випадку;
- купуючи телефон, обирайте модель із найменшою потужністю випромінювання;
- носити мобільний телефон краще в сумці або в руці, але не в кишенях штанів або підвішеним на грудях;
- говорити якомога тихіше (при збільшенні гучності автоматично збільшується потужність випромінювання);
- при користуванні мобільним телефоном не затуляйте задню кришку його корпусу долонею або пальцями руки. Наше тіло сильно поглинає електромагнітну хвилю, ослаблюючи сигнал базової станції, що змушує телефон працювати потужніше.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Kaprana A.E., Karatzanis A.D., Prokopakis E.P.* et. al. Studying the effects of mobile phone use on the auditory system and the central nervous system: a review of the literature and future directions // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2008. v. 265, p. 1011 – 1019.

2. *Yan J.G., Agresti M., Bruce T.* et. al. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats // *Fertil. Steril.* 2007. v. 88, p. 957 – 964.

13. ВИМОГИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ДО УЛАШТУВАННЯ КОТЕЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ

Я.О. Черновол

Національний університет харчових технологій

Стационарні котли встановлюються в будівлях і приміщеннях, що відповідають вимогам відповідних нормативних документів.

Всередині виробничих приміщень допускається встановлення:

- парових котлів, які відповідають вимозі $(i-100) V \leq 100$, де i — температура насиченої пари при робочому тиску, °С; V — водяний об'єм котла, м³;
- водогрійних котлів, які не мають барабанів, теплопродуктивністю кожний не більше 2,5 МВт (2,15 Гкал/год);
- котлів-утилізаторів.

На кожному поверсі влаштовується не менше двох евакуаційних виходів, розташованих з протилежних сторін приміщення, при цьому двері повинні відчинятися назовні. Допускається один вихід у випадках, коли площа поверху менше 200 м² і має другий евакуаційний вихід на зовнішні сходи або у одноповерхових котельнях — за довжини приміщення по фронту котлів не більше 12 м.

Площа заскленої поверхні, включаючи дверні прорізи є захисною поверхнею при можливих вибухах і повинна складати не менше 5 м² на кожні 100 м² приміщення.

Приміщення котельні обов'язково забезпечуються природним освітленням, а в нічний час — штучним освітленням (робочим та аварійним).

В працюючих на газоподібному паливі котельнях, вбудованих у будівлі, крім основного електроосвітлення у нормальному виконанні, повинно бути електроосвітлення з арматурою у вибухозахищеному виконанні із самостійною електропроводкою та розташуванням вимикача і запобіжника ззовні приміщення. Це освітлення використовується при підготовці газифікованих котелен до пуску [1].

Ширина проходів між котлами, між котлами та стінами приміщення повинна бути не менше 1 м. Ширина проходу між окремими виступаючими частинами котлів, сходів робочих площадок та виступаючими конструкціями будівлі — не менше 0,7 м. Проходи в котельні повинні мати вільну висоту не менше 2 м.

Для зручного та безпечного обслуговування котлів, арматури і гарнітури на висоті 1,5 м і вище передбачаються технологічні площадки.

Підлога котельного приміщення виконується рівною із негорючих матеріалів, має негладку неслизьку поверхню та оснащується пристроями для відводу води в каналізацію. Приямки та заглиблення загороджуються перилами висотою не менше 0,9 м. Розподільчі пункти, щити закриваються і огорожуються. Передбачається заземлюючий або занулюючий контур, заземлююча шина та контур захисту від атмосферної електрики.

Котельня оснащується засобами пожежогасіння відповідно до норм на протипожежне устаткування і інвентар, установленими Правилами пожежної безпеки в Україні ДНАОП 0.01-1.01-95 та пожежною сигналізацією [2].

Мазутне господарство повинно оснащуватися автоматичними установками парогасіння. Вогнестійкість будівельної конструкції приймається не нижче III ступеня. Протипожежні розриви між виробничими будівлями і котельною складають 20 – 25 м [3].

Приміщення котельні, а також усі допоміжні і побутові приміщення повинні бути обладнані природною і штучною вентиляцією, а також, при необхідності, опаленням для підтримання регламентованих значень параметрів та чистоти повітря на робочих місцях. Кратність повітрообміну у самій котельні повинна складати не менше трьох.

Якщо надлишок явної теплоти не забезпечує підтримання в приміщенні котельної нормованої температури і відносної вологості, передбачають установ-

лення повітряно-опалювальних агрегатів для підігрівання повітря у зимовий період. При цьому повітрообмін в котельні обмежують витягуванням із верхньої зони приміщення кількості повітря, яка дорівнює однократному повітрообміну при надходженні свіжого повітря до котельного залу через жалюзійні решітки, що розташовані за котлами на висоті не менше 4 м або через припливні камери.

Для контролю за чистотою повітря котельний зал повинен оснащуватися:

- газоаналізаторами (газосигналізаторами) на витік таких газів як метан, оксид і діоксид вуглецю, на сполуки сірки і азоту з періодичним відбором 6 – 8 раз за зміну;
- світловими або звуковими сигналізатора із включенням аварійної вентиляції.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Онищенко Н.П.* Охрана труда при эксплуатации котельных установок. — М.: Строиздат, 1991. — 399 с.
2. *Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів: ДНАОП.* — К.: Основа, 1995. — 174 с.
3. *Правила взрывобезопасности при использовании мазута и природного газа в котельных установках: ДНАОП.* — Х.: Форт, 2003. — 19 с.

Науковий керівник: А.М. Литвиненко

14. ПРИСТОСУВАННЯ ЛЮДИНИ ДО НАВКОЛИШНІХ УМОВ У ПРОЦЕСІ ПРАЦІ

Д.А. Іжевська

Національний університет харчових технологій

Для того, щоб люди знаходили щастя в своїй роботі, необхідно три умови: робота повинна бути їм під силу, вона не повинна бути виснажливою і її обов'язково повинен супроводжувати успіх.

Цими словами Джон Рескін хотів сказати, що в процесі праці дуже важливими є: емоції і почуття, сприймання, увага, пам'ять. Комплекс цих умов задовольняє всі потреби трудової діяльності.

Важливою стороною психічної діяльності людини є емоції та почуття як своєрідне ставлення до навколишнього світу і самої себе, що виявляються у вигляді переживань [1].

Почуття — це внутрішнє ставлення людини до того, що відбувається в її житті, праці, що вона пізнає і робить. Переживання почуттів виявляється як особливий емоційний стан людини і водночас є психічним процесом, тобто має свою динаміку.

Формами переживання почуттів є емоції, афекти, настрої, стресові стани і власне почуття. Всі вони складають емоційну сферу особистості, яка є одним з регуляторів поведінки і діяльності людини. Так, почуття сприяють вибору таких напрямків і форм діяльності, які в найбільшій мірі забезпечують задоволення тих чи інших потреб, стимулюють саму діяльність.

Емоційний стан людини залежить від характеру та інтенсивності актуальної потреби, з одного боку, та оцінки можливості її задоволення — з другого боку. Якщо суб'єктивна вірогідність задоволення потреби велика, то виникають позитивні почуття, у противному разі — негативні.

Емоції та почуття виконують оцінну функцію, виражаючи суб'єктивне ставлення людини до задоволення своїх потреб. Емоційний стан, переживання почуттів є результатом спільної діяльності кори і підкоркових центрів.

Емоції як безпосередні, тимчасові переживання якогось більш постійного почуття поділяються на стенічні і астенічні. Стенічні емоції в процесі праці спонукають працівника до дій, збільшуючи його енергію, в той час як астенічні емоції характеризуються пасивністю, споглядальністю, байдужим ставленням до роботи.

Формування готовності до діяльності залежить від рівня вольових якостей людини, вміння керувати своїми почуттями і емоціями, зовнішніми умовами. Водночас оптимізація умов праці, створення сприятливого психологічного клімату, застосування ефективних методів стимулювання праці, включення працівника в розв'язання проблем стратегічного розвитку організації сприяють розвитку і реалізації його творчого потенціалу.

Важливою і необхідною умовою ефективної трудової діяльності людини є увага. Чим складніша і відповідальніша праця, тим більші вимоги вона ставить до уваги, оскільки остання забезпечує вибірковий, цілеспрямований характер таких пізнавальних процесів, як сприймання, мислення, запам'ятовування, відтворення інформації тощо.

Увага — це така сторона психічної діяльності, завдяки якій окремі сприйняття, думки, почуття, дії, образи усвідомлюються людиною ясно і чітко, тоді як інші відходять на другий план або свідомо зовсім не сприймаються.

Увага підвищує ефективність праці, зумовлюючи особливо чіткий перебіг психічних процесів. Завдяки механізму уваги людина не помічає побічних подразників, аналіз і узагальнення робить швидше і точніше, думки утримуються в відомості доти, доки не буде досягнуто мети праці. Специфічними особливостями уваги є її зосередженість та динамічність. Зосередженість уваги виявляється в заглибленні людиною в діяльність за умови відволікання від усіх інших об'єктів, які перебувають у полі сприймання. Динамічність уваги — це її постійне коливання, яке виражається в періодичній зміні об'єктів сприймання. Вона зумовлена тим, що в кожний даний момент у свідомості людини відбувається багато психічних процесів..

Отже, пристосування людини до навколишніх умов у процесі праці відіграє значну роль всього трудового процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Онищенко Н.П.* Охрана труда при эксплуатации котельных установок. — М.: Строиздат, 1991. — 399 с.
 2. *Пчелинцев В.А., Контев Д.В., Орлов Г.Г.* Охрана труда в строительстве. М: Высшая школа, 1991 – 272 с.
 3. *Законодавство України про охорону праці* (збірник нормативних документів (трьохтомник), К.: Основа, 2006 р.
- Науковий керівник: В.С. Гуць**

15. ПСИХОФІЗИЧНІ ФАКТОРИ УМОВ ПРАЦІ

І.О. Гримайло

Національний університет харчових технологій

«Праця — це одне з найчистіших і найшляхетніших джерел емоційного стану, радості діяння, творення. Думка, що народжена, збуджена, витончена в праці, стає

радісною, оптимістичною». В цих словах Василя Сухомлинського вміщено велику мудрість, але щоб ця думка, народжена в праці, була радісною й оптимістичною, одним із найважливіших завдань на виробництві є дотримання охорони праці.

Музика на виробництві діє на психіку працівника, як фактор збудження і викликає відповідний позитивний настрій. Вона стимулює трудову діяльність, підвищує працездатність, знижує втому, гальмує розвиток негативних психічних станів при виконанні монотонних робіт і створює піднесений настрій у працівників. Під дією музики до активної діяльності залучаються додаткові центри мозку, які підтримують робочу домінанту. Крім того, задаючи певний ритм, музика зменшує надмірні напруження і полегшує виконання трудових рухів та дій, ритмізує і синхронізує роботу серцево-судинної та дихальної систем.

Щоб музика виконувала ці функції, вона повинна бути мелодійною, ритмічною, легкою для сприйняття і не викликати роздратування у працівників через великі перепади гучності. Велике значення має також режим музичних передач та загальна тривалість звучання музики — 1,5 – 2 год. за зміну.

Найбільш доцільно застосовувати музику на монотонних роботах, які характеризуються невеликою складністю, незначним динамічним навантаженням, емоційним та інтелектуальним напруженням.

До естетичних факторів виробничого середовища відноситься озеленення, яке виконує санітарно-гігієнічну та психофізіологічну функції, впливаючи на емоційний стан і працездатність працівників, культуру виробництва в цілому.

Велике практичне значення виробничої гімнастики в тому, що вона сприяє прискоренню входження в роботу на початку робочого дня (вступна гімнастика), і попереджає зниження працездатності в кінці першої половини робочого дня і в останні години роботи (фізкультурна пауза і фізкультхвилинка).

Виробнича гімнастика повинна бути спрямована на вдосконалення функціонування відповідного стереотипу діяльності нервових центрів. У комплексі вправ вступної гімнастики доцільно застосовувати такі вправи, які були б близькими до дій, виконуваних під час роботи.

Для створення кімнати психологічного розвантаження необхідно враховувати основні моменти:

– Кімната повинна своїм інтер'єром радикально відрізнятись від службових приміщень. Це забезпечує необхідне відволікання уваги людей від повсякденного життя. Так, наприклад, цьому сприяють непрямокутна, округла форма кімнати, наявність підвісної стелі і її нахили по відношенню до підлоги, тканинна оббивка стін, присутність природньо-декоративних елементів (валуни, рослини, акваріум і т. п.). Розумна оригінальність оформлення, плавні лінії, неяскраві напівтони, тиша — це умови, з одного боку, відмежовуючі людину від поточних турбот, з іншого формуючі вподальшому умовно-рефлекторний сигнал до безумовного налаштування на релаксацію.

– Кімнату не слід перенасичувати дрібними деталями і предметами. Необхідно уникати виникнення суб'єктивного відчуття тісноти, яке може заважати учасникам налаштуватись на розслаблення, так як діє на них стимулююче. При обладнанні кімнати потрібно добитися забезпечення ілюзії великого відкритого простору і відносного усамітнення у ньому кожної людини.

– Кімната повинна бути обладнана так, щоб могла використовуватись поліфункціонально. Перш за все, вона повинна бути ізольована від шуму, вібрації і інших відволікаючих і несприятливих факторів. Оптимально вважається

температура повітря 20 – 22 °С. (Приміщення повинно обладнуватись вентиляцією з подачею повітря з розрахунку не більше 30 куб. м. на людину). Кімната обладнується аеронізатором, бажано встановити кондиціонер.

Отже, психофізичні фактори умов праці, а саме промислова естетика, виробнича гімнастика, кімната релаксації в організації роботи з охорони праці на виробництві мають важливий вплив на безпеку праці. Вони сприяють підвищенню продуктивності праці, допомагають уникнути небажаних наслідків на виробництві.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Сивко В.Й.* Правові та організаційні основи охорони праці в Україні: Навчальний посібник. — Житомир: РВВ ЖІТІ, 2003. — 127 с.
 2. *Законодавство* України про охорону праці: У 4-х т. - К.: Основа, 1990.
 3. *Закон* України «Про охорону праці». — Голос України, 2002, № 239 (2990) від 17.12.2002.
 4. *Васильчук М.В.* та ін. Основи охорони праці. — К.: Просвіта, 1997. — 208 с.
- Науковий керівник: В.С. Гуць**

16. ОЦІНКА СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ПІЛЬГИ І КОМПЕНСАЦІЯ ЗА НЕСПРИЯТЛИВІ УМОВИ ПРАЦІ

О.А. Оніщенко

Національний університет харчових технологій

Оцінка стану охорони праці на підприємстві в цілому і в його структурних підрозділах базується на аналізі даних атестації робочих місць НПАОП 0.00-6.23-92 (ДНАОП 0.05-8.04-92) Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці. Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць За Умовами Праці, паспортизації санітарно-технічного стану цехів та відділів, результатах виконання комплексних планів покращення умов праці та санітарно-оздоровчих заходів, а також на динаміці показників виробничого травматизму та професійних захворювань.

Оцінка стану охорони праці та пільги і компенсація кожного робочого місця, а також аналізу записів в журналі трьох-ступеневого контролю охорони праці. Порушеннями правил вважаються: робота без інструктажу або його термін прострочений; робота без засобів захисту, передбачених інструкцією з техніки безпеки; робота на обладнанні, що не пройшло технічного огляду, або його термін прострочений; невідповідність прийомів праці вимогам інструкції з техніки безпеки та ін.

На жаль, сучасний стан організації праці при відсутності наукових та проектно-конструкторських розробок нових технологій, наявності недосконалого обладнання і управлінських рішень щодо безпечних умов праці, не гарантує стовідсоткової безпеки працівникам. Тому на підприємствах для відшкодування впливу небезпечних і шкідливих чинників виробництва на організм людини застосовується система пільг і компенсацій. Так, робітники, які працюють в умовах, що не відповідають нормам безпеки і санітарним нормам, користуються пільгами та отримують компенсацію. Сюди належать електро- та газозварювальники, кочегари парових і водонагрівальних котлів, машиністи компресорних станцій та ін.

Наприклад, Показники та критерії умов праці, за якими надаватимуться щорічні додаткові відпустки працівникам, зайнятим на роботах, пов'язаних з негативним впливом на здоров'я шкідливих виробничих факторів, і які затверджені Кабінетом Міністрів України, Держгіртехнаглядом України та профспілками.

Система пільг і компенсацій доповнює весь комплекс заходів по охороні праці, по забезпеченню безпечних і здорових умов праці на підприємстві. Ця система включає додаткові відпустки, скорочений робочий час і робочі дні, пільгове пенсійне забезпечення, лікувально-профілактичне харчування, певні доплати до заробітної плати. Додаткова відпустка від 6 до 36 днів сприяє зняттю втому організму внаслідок напруженої розумової і фізичної праці, сприяє виведенню з організму токсичних і шкідливих речовин, відновленню порушених функцій, а також ліквідації несприятливих фізіологічних змін в органах людини.

Скорочення робочого дня всього на одну годину скорочує на один місяць фонд робочого часу на рік, а також тривалість періоду дії несприятливих, шкідливих і небезпечних факторів на робітника, підвищує його годинний заробіток на 16 %.

Пільгове пенсійне забезпечення гарантується робітникам, які працюють у шкідливих умовах і гарячих цехах, а також зайняті на роботах з важкими умовами праці. Воно передбачає надання пенсії до досягнення пенсійного віку і в більших розмірах.

Зниження пенсійного віку і стажу роботи скорочує тривалість дії на робітника шкідливих виробничих факторів, забезпечує раннє виведення з організму накопичених шкідливих речовин, швидке відновлення нормальної діяльності всіх систем життєзабезпечення людини.

Доплата до заробітної плати визначається за специфічними умовами праці на робочих місцях і становить 4 – 24 % тарифної ставки. Вона використовується для зміцнення організму робітника і підвищення його опору дії шкідливих виробничих факторів за рахунок поліпшення харчування та побутових умов. Це сприяє підвищенню опірності організму робітника дії токсичних речовин, які можуть викликати порушення функції печінки, білкового і мінерального обміну, подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів. Молоко нормалізує обмінні процеси і функції організму людини, сприяє більш швидкому відновленню нормальної діяльності всіх систем життєзабезпечення людини. Відповідно до рекомендацій Міністерства охорони здоров'я України проводиться безкоштовна видача молока.

Основним завданням охорони праці на підприємствах є поліпшення умов праці. При створенні умов, що відповідають нормам безпеки і виробничої санітарії, зникає необхідність в витратах на пільги та компенсацію, підвищується продуктивність праці, що покращує психологічний клімат у колективі і матеріальне становище підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Сивко В.Й.* Правові та організаційні основи охорони праці в Україні: Навчальний посібник. — Житомир: РВВ ЖІТІ, 2003. — 127 с.

2. *Законодавство України* про охорону праці: У 4-х т. — К.: Основа, 1990.

3. *Закон України «Про охорону праці».* — Голос України, 2002, № 239 (2990) від 17.12.2002.

4. *Васильчук М.В.* та ін. Основи охорони праці. — К.: Просвіта, 1997. — 208 с.

Науковий керівник: В.С. Гуць

17. ВИБУХИ БАЛОНІВ ПРИ ПОРУШЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Н.С. Петренко

Національний університет харчових технологій

Для технологічних потреб, при виконанні ремонтних робіт та у деяких інших випадках широко застосовують балони з побутовим газом, киснем, ацетиленом для газового різання і зварювання [3].

Вибухи балонів у всіх випадках становлять небезпеку незалежно від того, який газ у них знаходиться. Причинами вибухів можуть бути удари (падіння), підвищення температур від нагрівання сонячними променями або опалювальними приладами, переповнення балонів зрідженими газами. Вибухи кисневих балонів відбуваються при потраплянні мастильних матеріалів і інших жирючих речовин у внутрішню частину вентиля і балона, а також при нагромадженні в них іржі (окаліни). У зв'язку з цим кисневі балони перед їхнім наповненням промивають розчинниками (дихлоретаном, трихлоретаном).

Вибухи балонів можуть відбуватися і при помилковому заповненні балонів іншим газом, наприклад кисневого балона паливним газом. Тому введено чітке маркування, при якому всі балони фарбують у різні кольори, і роблять напис. Так, кисневі балони фарбують блакитною фарбою, а напис «Кисень» пишуть чорною фарбою. Ацетиленові балони фарбують білою фарбою, а напис пишуть червоною і т. п.

Основними причинами аварій стаціонарних, що знаходяться під тиском, є неправильне їх виготовлення, порушення технологічного режиму і правил експлуатації, несправність арматури і приладів, корозійне руйнування та різні види uszkodжень [1].

У тих випадках, коли порушується нормальний режим експлуатації ємностей і установок, що знаходяться під тиском, може відбутися вибух. Вибухи супроводжуються руйнуванням будівельних конструкцій, устаткування, кріплення і можуть бути безпосередньою причиною виробничих травм у виді опіків, uszkodжень вибуховою хвилею, осколками корпусів, що руйнуються і т.п. У більшості випадків вибухи призводять до важких наслідків.

Потужність вибуху (у кВт) залежить від роботи (енергії) вибуху і часу його дії:

$$p = 102W/t,$$

де t — тривалість дії вибухової хвилі, с; 102 — коефіцієнт переведення (1 кВт = 102 кг·м/с).

При вибуху посудини відбувається адиабатичне розширення стиснутого газу, робота якого кількісно може бути визначена з рівняння, Дж:

$$W = p_1 V k \left[1 - \left(p_2 / p_1 \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] / (k - 1),$$

де p_1 — початковий тиск газу в посудині, Па; V — об'єм посудини, м³; k — показник адиабати (безрозмірний); $k = C_p/C_v$ — відношення питомих теплоємностей газу при постійних тиску й об'ємі, Дж/(кг·К) (для повітря $k = 1,41$); p_2 — атмосферний тиск, Па [4].

Використання посудин, що працюють під тиском, вимагає інженерного рішення комплексу заходів охорони праці з погляду їхньої безпечної експлуатації. Безпека роботи посудин під тиском досягається правильним розрахунком корпусів на статистичні і динамічні навантаження, застосування доброякісних матеріалів для їхнього виготовлення, правильною обробкою матеріалів і належним конструктивним оформленням посудин і, нарешті, створення нормальних умов експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Интернет ресурс: <http://www.securpress.ru/>.
2. *Законодавство України про охорону праці* (збірник нормативних документів (трьохтомник), К.: Основа, 2006 р.
3. *Пчелинцев В.А., Коптев Д.В., Орлов Г.Г.* Охрана труда в строительстве. М: Высшая школа, 1991. — 272 с.
4. *Голосков Д.П.* Уравнения математической физики .СПб.: Питер.2004 — 539с.
5. *Гуць В.С., Євтушенко О.В.* Причини джерел і обставини виробничого травматизму в м'ясній промисловості України. Харчова промисловість № 13, К.: НУХТ, 2012, с. 122 – 127.

Науковий керівник: В.С. Гуць

18. ПЕРША МЕДИЧНА ДОПОМОГА. НЕЩАСНІ ВИПАДКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТА ПРАВОВІ ЗАХОДИ ЩОДО ЇХ ВИРІШЕННЯ

М. А. Горобінська, С. В. Литвиненко

Національний університет харчових технологій

Взагалі, що розуміють під першою медичною допомогою?

Перша медична допомога — це комплекс негайних медичних заходів, які проводяться людині, що раптово захворіла або постраждала, під час виробничого процесу або в наслідок будь-якої іншої діяльності.

Невідкладна медична допомога може бути різною у залежності від того хто її надає:

- першу медичну некваліфіковану допомогу, яка здійснюється немедичним працівником, який не має медикаментів;
- першу медичну кваліфіковану (долікарську) допомогу, яка здійснюється медичним (фельдшером, медичною сестрою);
- першу лікарську медичну допомогу, яка здійснюється лікарем, який має у своєму розпорядженні необхідні інструменти, апарати.

На жаль на сьогоднішній день існує багато причин виникнення непередбачуваних обставин, які відбуваються на виробництві, під час відпочинку, навчання і т.д., які можуть супроводжуватись травмами, хронічними хворобами, втратою працездатності. Щоб запобігти такому явищу, необхідно чітко дотримуватись правил з охорони праці та пожежної безпеки. В разі нещасних випадків значення першої медичної допомоги є дуже важливим. Своєчасне надання та правильне проведення медичної допомоги не тільки рятує життя постраждалому, але й забезпечує подальше успішне лікування хвороби, попереджує розвиток тяжких ускладнень (шок, нагноєння рани, загальне зараження крові), зменшує втрату працездатності [1].

Наприклад, до розслідувань нещасних випадків безпосередньо, які відбулись з працівником, підлягають випадки, які стались:

- під час роботи на підприємстві;
- під час поїзду на роботу або з роботи транспортом підприємства;
- під час відрадження.

Коли трапився нещасний випадок керівник створює комісію, яка буде проводити розслідування. До комісії входять : інженер з охорони праці, представник профспілки, якщо потерпілий входив до профспілкової організації, керівник

структурного підрозділу(начальник цеху), представник санітарно-епідеміологічної станції, якщо це отруєння. Розслідування проводиться не більше 10 днів, за результатом дослідження складається акт форми Н-1, у 5-ти примірниках, перший з яких зберігається на підприємстві 45 років, і всі інші не менше 2-х років до проведення всіх необхідних заходів. Після проведення розслідування комісія передає акт форми Н-1 керівнику підприємства для прийняття рішень, стосовно випадку [2].

Відповідно до Закону України «Про охорону праці», згідно Ст. 9. «Роботодавець за рахунок власних коштів здійснює потерпілим та членам їх сімей додаткові виплати відповідно до колективного чи трудового договору».

За працівниками, які втратили працездатність у зв'язку з нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням, зберігаються місце роботи (посада) та середня заробітна плата на весь період до відновлення працездатності або до встановлення стійкої втрати професійної працездатності. У разі неможливості виконання потерпілим попередньої роботи проводяться його навчання і перекваліфікація, а також працевлаштування відповідно до медичних рекомендацій.

Ст. 23. Інформація та звітність про стан охорони праці. «Роботодавець зобов'язаний інформувати працівників або осіб, уповноважених на здійснення громадського контролю за дотриманням вимог нормативно-правових актів з охорони праці та Фонд соціального страхування від нещасних випадків про стан охорони праці, причину аварій, нещасних випадків і професійних захворювань, і про заходи, яких вжито для їх усунення, та для забезпечення на підприємстві умов, і безпеки праці на рівні нормативних вимог».

Також згідно Ст. 18. «Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи повинні проходити за рахунок роботодавця інструктаж, навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, і правил поведінки у разі виникнення аварій» [3].

Отже, дотримання правил техніки безпеки веде до більш сприятливих умов роботи працівника і більшої продуктивності підприємства. А знання з медичної допомоги дає більшу впевненість того, що вразі виникнення аварійних ситуацій меншими будуть трагічні наслідки (травми менш значні, тобто не загрожуватимуть життю людини та його збереження).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кучерявий В.* Охорона праці: Навч. посібник / — Львів: Оріяна-Нова, 2007. — 368 с.
2. *Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».*
3. *Закон України «Про охорону праці».*

19. БЕЗОПАСНОСТЬ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ СООРУЖЕНИЙ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Л. Владимиров, Н. Ковачев, П. Мънев, В. Томов
Русенский университет «Ангел Кънчев», Русе, Болгария

Опасность, соответственно безопасность, в эргономических системах сооружений защиты окружающей среды (ЭССЗОС) определяется свойствами взаимо-

действующих элементов, их объективной способностью и особенностью. С другой стороны, свойства элементов будут определяющими по отношению к эффективности их функционирования. Поэтому они могут быть приняты как индикаторы качества функционирования. В этом смысле, классифицируем свойства взаимодействующих элементов в контактных местах базовых и функциональных свойств [1,2]. Учитывая цели и задачи безопасности, классифицируем эргономические опасности как структурные и функциональные. Структурные опасности, согласно принятой морфологической модели опасности, обязаны своим возникновением свойствам состояния, условия и обстоятельства появления опасных явлений, действий и эффектов. Структурная безопасность — это свойство элементов ЭССЗОС сохранять свою безопасность в течение заданного времени и при определенных условиях. Структурная безопасность человека определяется безопасностью его состояния и безопасностью состояния элементов, с которыми он взаимодействует. Структурная безопасность техники может определяться как «состояние без опасных отказов».

Функциональные опасности проявляются при выполнении заданных функций. Функциональная безопасность — это свойство компонентов ЭССЗОС выполнять возложенные им функции в соответствии с заданными требованиями в течение заданного времени и с определенной точностью. Описанное выше, является предпосылкой и основанием для создания функциональных и структурных моделей опасных ситуаций в ЭССЗОС.

Основные принципы, которые определяем при построении функциональных и структурных моделей опасных ситуаций, будут: 1) Принцип функциональности. Состоит в том, что каждое конкретное действие представляется как совокупность операций, которые выполняются в определенной структуре в ЭССЗОС. 2) Принцип соответствия. Состоит в соответствии функционально-структурной модели целям, режиму и условиям функционирования, требованиям к безопасности, надежности и эффективности основных элементов и системы в целом, включительно необходимые ограничения. 3) Принцип разделения на свойства. Выражается в разделении на базовые и функциональные свойства ЭСССОС и на их элементы. Таким образом, определяются основные свойства системы, чья степень реализации по отношению к безопасности может быть оценена количественно и качественно. Свойства разделяют на опасные и безопасные свойства. Нехватка опасных свойств, приводит к безопасности. В этом смысле определяются абсолютно и относительно безопасные свойства. 4) Принцип функциональных единиц. Этот принцип выражается в том, что каждый режим функционирования представляется как совокупность типовых функциональных единиц. Они классифицируются в зависимости от их значения. Классифицируем функциональные единицы как главные и дополнительные. Главные функциональные единицы — это рецепторные, эффекторные, логические, защитные и альтернативные функции. Рецепторные функции — это действия в информационной области машины, среды, обрабатываемого объекта и т. п. — восприятие информации, информационный поиск и актуализация. К эффекторным функциям относятся движения, действия, осуществляемые с помощью конечностей и разговорная речь. Логические функции охватывают условие, сравнение и заключение. Защитные функции объединяют в себе такие операции как предотвращение, предохранение, ограничение, редуцирование, локализация, компенсирование, восстановление. Функциональные единицы — останов и начало являются однозначными альтернативами. Дополнительные функциональные единицы —

это контролирование функций и состояния. 5) Принцип иерархичности функциональных структур. Выражается в расформировывании общей структуры ЭССЗОС на ряд иерархически соподчиненных структур, которые описывают выполнение отдельных обыкновенных функций. 6) Принцип типизирования математических моделей. Принцип состоит в математическом представлении различных функциональных единиц с помощью типовых математических моделей. Чем их количество больше, тем и формализованное описание опасных ситуаций будет точнее. Это зависит от типа и сложности анализируемой ЭССЗОС. Обобщая изложенное, можем отметить, что: 1) Определительные базовые и функциональные свойства ЭССЗОС позволяют формализовано и толково описать опасность и безопасность. 2) В первый раз вводится функциональная и структурная опасность, соответственно безопасность, которая позволяет разделение и детализированное определение в границах ЭССЗОС. 3) Были предложены и аргументированы семь принципов построения модели функциональной и структурной безопасности, которые позволяют расформировывание, аналитическое описание и анализ, что является предпосылкой для создания безопасных ЭССЗОС.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Томов В.* Функциональная и структурная безопасность эргономических систем. Днепропетровск, Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Дні науки 2005», том 34. 18 – 20.

2. *Томов В.* Теория риска. Руссе. Русенский университет «Ангел Канчев». 2003.

20. СТРУКТУРА РИСКА В ПРОИЗВОДСТВЕ

Л. Владимиров, П. Мънев, Н. Ковачев, В. Томов

Русенский университет «Ангел Кънчев», Русе, Болгария

В соответствие с международными стандартами, риск в производстве, профессиональный и относящийся к здоровью, описывается вероятностью появления ущерба и тяжестью причиненного ущерба. Он является количественной мерой опасности. Практически это предоставляет возможность риску акцентировать на вредные последствия в вероятностном аспекте. Указанные определения нельзя использовать, когда в наличии не имеем зарегистрированные ущербы, причиненные определенными опасностями. Такие случаи возникают, когда: 1) внедряются совершенно новые технологии, для которых до сих пор не были установлены несчастные случаи, заболевания и другие опасные случаи; 2) не были проведены наблюдения над воздействием на конкретные факторы рисков; 3) не была установлена патология действия; 4) воздействуют одновременно различными способами [1, 2]. Такие случаи разрешаются путем введения «интегрального риска». Он базируется на созданной нами морфологической модели опасности. Модель состоит из трех основных компонентов — опасное явление, опасное действие и опасный эффект.

Интегральный риск состоит из: 1) дифференциального риска возникновения опасных явлений $R(G_1)$; 2) дифференциального риска возникновения опасных действий $R(G_2)$; 3) дифференциального риска возникновения опасных эффектов $R(G_3)$. В общем случае и при коротком способе, интегральный риск R возникновения опасности будет равен: $R = [R(G_1); R(G_2); R(G_3)]$

Структурирование дифференциальных рисков $R(G_1)$; $R(G_2)$; $R(G_3)$ производится идентично со структурированием опасности по принятой

морфологической модели опасности. Структурирование дифференциального риска $R(G_1)$ производится по типам опасных явлений — физических, химических, биологических и соответствующим им факторам риска. Подобный подход расслоения необходим потому, что каждый из факторов имеет различный характер и действие. Его показатели будут: 1) причины появления опасных явлений; 2) источники факторов риска; 3) виды факторов риска и их эмиссии; 4) соотношение характеристик эмиссий по отношению к допустимым значениям. Дифференциальный риск $R(G_2)$ определяется с помощью характеристик: 1) среды распространения факторов риска; 2) определенного объекта воздействия; 3) эмиссий факторов риска; 4) соотношения характеристик эмиссий по отношению к допустимым значениям; 5) пространственного взаимодействия на объект и эмиссии за время превышения допустимых значений; 6) экспозиция действия на факторы риска.

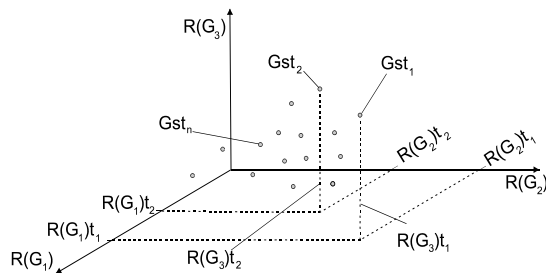


Рис. 1. Пространственная схема-описание опасных ситуаций

Дифференциальный риск возникновения опасных эффектов $R(G_3)$ по своему содержанию не отличается от риска, определенного в выше указанных нормативных документах. По своему естеству он не может быть различным потому, что имеет отношения к ущербам. Кроме вероятности появления ущерба и тяжести причиненного ущерба, дополнительно учитываются.

На основе произведенных суждений каждая из комбинации показателей трех компонентов — явление, действие и эффект, представляет собой текущую опасную ситуацию. Она может быть представлена как точка в ортогональной координатной системе $R(G_1); R(G_2); R(G_3)$. Это проиллюстрировано на рис. 1.

Точка Gst_1 является текущей опасной ситуацией в периоде времени t_1 , в течение которого был произведен анализ опасностей и были установлены значения дифференциальных рисков $R(G_1), R(G_2), R(G_3)$. Аналогично могут быть получены и изображены все текущие опасные ситуации $Gst_2, Gst_3, \dots, Gst_n$.

Полная опасная ситуация Gst описывается множеством точек Gst_2, Gst_3, Gst_n .

Определение данных трех видов риска может быть осуществлено на основе причинно-следственных отношений, соответствующих конкретной текущей опасной ситуации.

Три вида риска могут быть представлены логическими моделями, отражающими различные позиции и следствия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Томов В.* Интегральный и дифференциальный риск в производственных системах. Днепропетровск, Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Дні науки 2005», том 34. 18 – 20.

2. *Томов В.* Теория риска. Русе, Русенский университет имени Ангела Канчева. 2003.

19.2 ПІДСЕКЦІЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ

Голова підсекції — доц. О.П. СЛОБОДЯН
Секретар підсекції — ст. викл. О.В. ЄВТУШЕНКО

Ауд. Г-605

1. ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РОЗРОБКИ, ВИРОБНИЦТВА, СЕРТИФІКАЦІЇ ВОГНЕГАСНИХ ПОРОШКІВ В УКРАЇНІ

В.В. Мигович

Національний університет харчових технологій

Останніми роками, виробники вогнегасних порошків в Україні, Росії, Китаї почали зменшувати вміст у порошках фосфорноамонійних солей (амофос, моноамонійфосфат) до значень 20 % у перерахунку на P_2O_5 і заміни їх на дисперсні водонерозчинні інертні добавки природного походження або дисперсні відходи виробництв. Одночасно відбувалась поступова заміна вмісту сульфату амонію на такі ж добавки. Такі дії виробників обумовлені зростанням цін на основні компоненти (амофос, сульфат амонію) багатоцільових порошків [1].

Однак таке зменшення вмісту традиційних основних компонентів призводить до зменшення вогнегасної здатності порошків, що у свою чергу зменшує надійність гасіння технічними засобами порошкового пожежогасіння, у першу чергу переносними вогнегасниками.

Дослідженнями, проведеними у свій час в УкрНДПБ МВС України, було показано, що не можна зменшувати у порошках вміст фосфорних солей в перерахунку на P_2O_5 менше 23 % і повністю замінювати сульфат амонію дисперсними добавками. В Україні дослідження з розроблення рецептур вогнегасних порошків і технологій їх виготовлення проводились у УкрНДПБ (МВС) МНС України, НВО «Респіратор» (м. Донецьк), ВНДІОХІМ (м. Харків). На сьогоднішній день у всіх цих трьох державних організаціях фахівців, здатних виконувати дослідження за даною тематикою, за тими чи іншими причинами практично не залишилось, дослідження не проводяться. В Україні є один виробник вогнегасних порошків, який у сьогоднішніх непростих ринкових умовах старається виготовляти вогнегасні порошки багатоцільового призначення за класичною рецептурою 80-90 тих років ХХ-го сторіччя. Це ТОВ «Науково виробнича фірма «Фактор». Ця фірма супроводжує виробництво вогнегасних порошків марок П-АПМ, Фактор АВС — 40, Фактор АВС — 80. Хімічний склад порошків П-АПМ, Фактор АВС — 40 схожий, вони виготовляються із фосфатів і сульфату амонію за певного співвідношення і добавкою дисперсних добавок. У технології виготовлення цих порошків використовується різне технологічне обладнання для подрібнення, класифікації, гідрофобізації, що дає змогу виготовляти порошки з високими показниками якості, у т.ч. і за вогнегасною здатністю. Порошок Фактор АВС — 80 розроблявся з високим вмістом фосфатів амонію (до 80 %) і добавкою дисперсних добавок і планувався для спорядження порошкових вогнегасників з масою заряду 1 – 2 (1 – 3) кг, які повинні бути надійні в роботі, а тому мати високоякісний порошок. Рецептатура і технологія розроблені, але замовлень практично немає, тому, що вартість такого високоефективного порошку буде більша за вартість порошків, які мають менший вміст фосфатів амонію.

На сьогоднішній день знову постає питання перегляду стандарту на вогнегасні порошки і приведення його у відповідність до європейських норм. Необхідно, щоб була вимога Державного центру сертифікації, щоб на сертифікаційні випробування надавали порошок з мінімальним вмістом P_2O_5 згідно з мінімальними нормами ТУ. Якщо ж на сертифікаційні випробування надається порошок з більшим за мінімальні норми вмістом P_2O_5 , то у сертифікаті відповідності необхідно вказувати, що порошок повинен мати масову частку P_2O_5 рівну, або більше значення, яке було у зразку, що проходив сертифікаційні випробування. Мінімальний вміст P_2O_5 , який встановлено нормами у ТУ, повинен забезпечувати надійне гасіння осередків пожежі класу В, а відповідний хімічний склад — і осередків пожежі класу А. Не повинно бути випадків, коли на сертифікаційні випробування надається порошок з більшим вмістом P_2O_5 ніж регламентовано значенням згідно з ТУ. Кожний відсоток вмісту P_2O_5 впливає на результат гасіння. У добрі минулі роки (1978 – 1991) якість вогнегасних порошків різних виробників порівнювали на міжвідомчих випробуваннях. На такі випробування виробники надавали зразки своїх порошків, які аналізувались за всіма необхідними показниками і на полігоні у присутності представників виробників проводились вогневі випробування за класами пожеж А і В (а інколи і С). За результатами таких випробувань одні порошки рекомендувались до серійного виробництва, а інші до удосконалення [2].

Узагальнюючи результати, що наведені, можна зробити висновок про недопустимість повної заміни сульфату амонію в рецептурах багатоцільових вогнегасних порошків, яка веде до не гасіння модельних осередків пожеж класу А і, практично, до не виконання вимог НД щодо гасіння модельних осередків пожеж класу В. Мінімальний вміст сульфату амонію у таких порошках встановлюють при використанні конкретного обладнання і конкретних дисперсних добавок але він повинен бути не менше вмісту, який би забезпечував надійне гасіння осередків пожежі класу А.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білошицький М.В. Вплив співвідношень компонентів на вогнегасну здатність вогнегасних АВС-порошків. Науковий вісник УкрНДІПБ №1(15), 2007, с 107 – 114.
2. ДСТУ 3105-95 (ГОСТ 26952-97) Порошки вогнегасні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.

Науковий керівник: С.Д. Коваленко

2. МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Є.В. Шпаков

Національний університет харчових технологій

Велика кількість аварій і катастроф свідчить про актуальність розробки технологій, які б дозволили здійснювати прогнозування концентрації небезпечних речовин у часі і просторі, оскільки зони ураження є дуже значними, а результати прогнозування є вихідним матеріалом для проведення відповідних заходів. Традиційно таке прогнозування здійснюється шляхом аналітичних розрахунків з використанням даних про час та місце аварії, значень погоднокліматичних факторів [1].

Пропонується розв'язання задачі структурно-параметричної ідентифікації, яку узагальнено представимо таким чином:

Знайти

$$F : (x_0, y_0, z_0, t_0, Tip, R, PKF) \rightarrow (x, y, z, t, C), \quad (1)$$

де (x_0, y_0, z_0) — координати точки виникнення аварії, t_0 — час виникнення аварії, Tip — тип аварії, R — тип хімічної речовини, PKF — природно-кліматичні фактори, (x, y, z) — координати точки, в якій здійснюється прогнозування концентрації небезпечної речовини, t — час визначення концентрації, C — значення концентрації. Задачу визначення (1) можна переписати як задачу ідентифікації

$$C = F(x_0, y_0, z_0, t_0, x, y, z, t, Tip, R, PKF). \quad (2)$$

Її розв'язання супроводжується такими аспектами: характер місцевості впливає на характер залежності але через складність його формалізації не враховується при побудові (1) – (2); залежності (1) – (2) мають складний поліекстремальний характер; параметри типу аварії Tip та погодно-кліматичні фактори не можуть бути точно визначеними в режимі реального часу та оперативному режимі.

Технологія ретельного прогнозування буде складатися з таких кроків: побудова моделі (1) – (2) з використанням навчальних та контрольних послідовностей; визначення «реперних точок», вимірювання концентрації (прилади дають похибку до 25 %); здійснення модифікації моделі (2). У результаті таких кроків модель (2) буде модифікована до виду

$$C = F(x_0 + \delta_x, y_0 + \delta_y, z_0 + \delta_z, t_0 + \delta_t, x, y, z, t, Tip + \delta_T, R, PKF + \delta_P). \quad (3)$$

Одержана уточнена модель (3) дозволить підвищити точність прогнозування концентрації небезпечних речовин в умовах невизначеності з урахуванням як суб'єктивних висновків, так і похибок інструментарію вимірювання та коригування. Як модель (3) далі розглядається нейромережа спеціального виду. Припустимо, що Ω — виробництво із наявністю хімічно-небезпечних речовин. У результаті аварії відбувається розгерметизація ємкості з такою речовиною. Потрібно здійснювати ідентифікацію моделі (3).

Визначимо усі можливі точки знаходження ємкостей із небезпечною речовиною, які і будуть точками можливої аварії $\{(x_0^i, y_0^i, z_0^i) / i = \overline{1, m}\}$. Якщо величина m не є значною, то потрібно обмежитись репрезентативними вибірковими точками. Далі побудувати часовий ряд $\{t_0^j, j = \overline{1, k}\}$, де k — кількість точок часу доби, коли можливе виникнення аварії, і сформувати множину типів аварії $\{Tip^l, l = \overline{1, L}\}$. Виходячи із особливостей функціонування підприємства, визначити хімічні речовини, які становлять небезпеку $\{R^p, p = \overline{1, P}\}$, та можливі варіанти значень природно-кліматичних факторів $\{PKF^q, q = \overline{1, Q}\}$. За відомими залежностями аналітично розрахувати концентрації небезпечних речовин $\{C^v\}$ у точках $\{(x^v, y^v, z^v), v = \overline{1, V}\}$ у моменти часу $\{t^w, w = \overline{1, W}\}$. Така задача має комбінаторний характер, точно алгоритмізується і дозволяє отримувати результат у вигляді таблиці з полями

$$\langle x_0, y_0, z_0, t_0, \text{Тип}, R, RKF, x, y, z, t, C \rangle \quad (4)$$

Дані (4) є вихідними даними для ідентифікації (2). Аналіз особливостей нейромереж переконає у доцільності вибору як моделі концентрації небезпечних речовин RBF-мережі. Відомо, що активаційними функціями такої мережі є функції виду:

$$F_k = \exp\left(\frac{\|x - C\|}{2\delta^2}\right), \quad F_k = \frac{\sin(\|X\|)}{\|X\|}, \quad (5)$$

де C — координати навчальних точок, δ — параметр нейромережі (середньоквадратичне відхилення), який може бути однаковим для усіх навчальних образів або різним. Для двовимірного випадку апроксимація (2) здійснюється з використанням системи функцій F_k .

У зв'язку із зростанням кількості та масштабів хімічних аварій задачі об'єктивізація моделювання їх наслідків набуває особливої актуальності. Запропоновані елементи технології постпрогнозування концентрації небезпечних хімічних речовин в умовах невизначеності раціонально використовувати на підприємствах [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. *Басманов А.Е.* Определение зон взрывоопасных концентраций опасного химического вещества в воздухе / А.Е. Басманов, С.С. Говаленков // Матеріали III Міжн. наук.-практ. конф. «Актуальні проблеми технічних та природничих наук у забезпеченні цивільного захисту». — Черкаси, АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2010. — С. 66 – 69.

2. *Снитюк В.Е.* Эволюционно-параметрическая оптимизация RBF-сети / В.Е. Снитюк., В.М. Шарапов // Искусственный интеллект. — 2003. — № 4. — С. 493 – 501.

Науковий керівник: О.В. Хіврич

3. МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ СИЛ ТА ЗАСОБІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НС

Д.Ю. Лук'яненко

Національний університет харчових технологій

Запобігання НС, взаємодія з органами державної влади щодо ліквідації їх наслідків, максимальне зниження масштабів утрат та збитків є загальнодержавною проблемою і одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади та органів військового управління всіх рівнів [1].

Структурна схема методичного підходу визначення складу сил та засобів цивільного захисту для ЛН у НС наведена на рис. 1.

Блок 1. Вихідні дані. На цьому етапі формується множина вихідних даних, необхідних для проведення подальших розрахунків: об'єкт ЛН; характеристики зони ЛН; склад сил та засобів для ЛН; чинники, які впливають на ЛН. Блок 2. Вибір показників ефективності застосування сил і засобів. Блок 3. Розрахункова модель визначення складу сил і засобів для ЛН. Блок 4. Блок визначення показників Q_1 , Q_2 . На цьому етапі визначаються показники Q_1 , Q_2 . Блок 5. Блок потрібних значень показників $Q_{\text{потр } 1}$, $Q_{\text{потр } 2}$. На цьому етапі проводиться аналіз даних та здійснюється обґрунтування потрібних значень показників $Q_{\text{потр } 1}$, $Q_{\text{потр } 2}$. Блок 6. Блок порівняльного оцінювання відповідності можливостей складу сил і засобів цивільного захисту вимогам до виконання поставлених завдань ЛН у НС. На

цьому етапі проводиться порівняльне оцінювання відповідності можливостей складу сил і засобів ЗС України вимогам до виконання поставлених завдань ЛН у НС у заданих умовах ($Q_1 \geq Q_{\text{потр1}}$, $Q_2 \geq Q_{\text{потр2}}$).

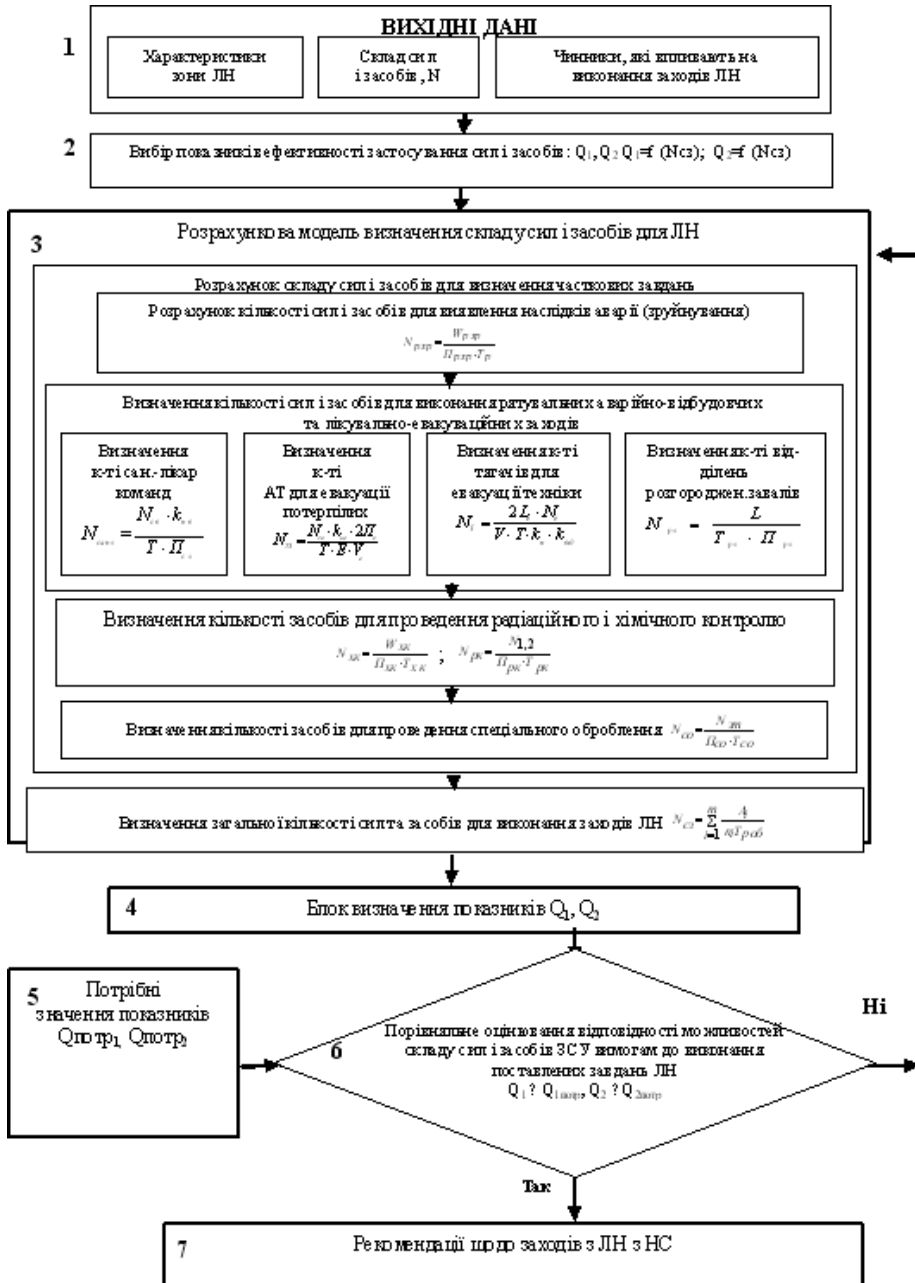


Рис. 1. Структурна схема методичного підходу визначення складу сил та засобів цивільного захисту для ЛН у НС

У разі відповідності можливостей сил та засобів цивільного захисту вимогам до виконання заходів з ЛН у НС здійснюється перехід до блоку 7. Якщо порівняльне оцінювання відповідності можливостей складу сил і засобів не задовольняють вимоги, здійснюється перехід до блоку 3.

З метою підвищення ефективності застосування сил і засобів цивільного захисту розроблено методичний підхід до визначення необхідних сил та засобів для ЛН у НС. Використання запропонованого підходу дозволить за вибраними показниками ефективності в заданих умовах оцінювати можливості складу сил та засобів щодо виконання заходів ЛН у НС, а також приймати обґрунтовані рішення начальника ЦЗ щодо визначення необхідного складу сил та засобів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Воробйов О.О.* Методика оцінки радіаційної і хімічної обстановки. Прилади радіаційного і хімічного контролю [Текст]: метод. псіб. / О.О. Воробйов, В.Е. Кардаш. — Чернівці: Рута, 2002. — 20 с.

2. *Методика оцінки обстановки при аваріях на ПНО та екологічної обстановки на військовому об'єкті* [Текст]: метод. псіб. / Л.Ф. Кузьменко, А.М. Блекот, О.В. Бацовский. — К.: НАОУ, 2001. — С. 23 – 35.

Науковий керівник: О.В. Хіврич

4. ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ РИЗИКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В УКРАЇНІ

О.В. Бендерська

Національний університет харчових технологій

Для реалізації заходів попередження та недопущення впливу небезпечних факторів на процес життєдіяльності населення України виникає необхідність оцінки рівня ризику виникнення небезпеки та прийняття відповідних антикризових рішень [1].

Для оцінки рівня небезпеки, величину ризику (R) небезпеки функціонування ПТС системи можна представити як

$$R = \psi(P^F, U), \quad (1)$$

де P^F — вірогідність виникнення небезпеки F , U — збиток від небезпеки F .

Загальний збиток від НС, в залежності від її площі та часу прояву, має наступний вигляд:

$$U_{\text{Загальний}}^{HC} = \int_0^{S^{HC}} \int_0^{T_{\text{Ліквідац.}}^{HC}} U_{\text{Повний}}^{HC}(x, y, t) dt dS, \quad (2)$$

де $U_{\text{Загальний}}^{HC}$ — загальний збиток від НС, $U_{\text{Повний}}^{HC}(x, y, t)$ — повний збиток, який визначається на конкретний момент часу та є проміжним у порівнянні з загальним збитком, S^{HC} — площа НС, T_0^{HC} — час виникнення НС, $T_{\text{Ліквідац.}}^{HC}$ — час ліквідації НС.

Повний збиток складається з прямого та непрямого збитків:

$$U_{\text{Повний}}^{HC}(x, y, t) = U_{\text{Прямий}}^{HC}(x, y, t) + U_{\text{Непрямий}}^{HC}(x, y, t), \quad (3)$$

де $U_{\text{Прямий}}^{HC}(x, y, t)$, $U_{\text{Непрямий}}^{HC}(x, y, t)$ — прямий та непрямий збитки.

Величина збитку залежить від рівня негативного впливу від НС на стан нормальних умов життєдіяльності ПТС системи. Оцінку негативного впливу доцільно провести на базі енергетичного опису протікання цих процесів. В основу визначення показника величини збитку у епіцентрі НС було покладено функціональну залежність між показником ступеня прямого збитку ПТС системи та її внутрішніми енергетичними властивостями й енергетикою наведених небезпек [2].

Показник соціального враження території, яка безпосередньо потрапила під дію небезпечних факторів НС, визначається показником ступеня прямого нематеріального збитку (ПНМЗ), як:

$$k_{ПТСНС}^{ПНМЗ} = \bar{k}^{смерт.} + dk_{ПТСНС}^{ПЗ} = 1 - \frac{1}{0,95 \cdot (1 + k_{НС \rightarrow ПТС}^{Небезп.}(S^{HC}, T))} e^{-\frac{(\ln(1 + k_{НС \rightarrow ПТС}^{Небезп.}(S^{HC}, T)) - 0,14)^2}{0,29}}. \quad (4)$$

де $\bar{k}^{смерт.}$ — показник середньої статистичної смертності в Україні.

Прямий нематеріальний збиток ПТС системи, за умов рівномірного територіального розподілу населення, має вигляд:

$$U_{ПТСНС}^{ПНМЗ}(E^{HC}, S^{HC}, T) = k_{ПТСНС}^{ПНМЗ} \rho^{Насел.} S^{HC}, \quad (5)$$

де $U_{НС \rightarrow ПТС}^{ПНМЗ}(E^{HC}, S^{HC}, T)$ — прямий нематеріальний збиток території ПТС системи, що потрапила під враження НС; $\rho^{Насел.} = N^{Укр.} / S^{Укр.}$ — середня густина населення України; $S^{Укр.}$ — площа території України.

Показник матеріального враження території, яка безпосередньо потрапила під дію небезпечних факторів НС, визначається показником ступеню прямого матеріального враження (ПМЗ), як:

$$k_{ПТСНС}^{ПМЗ} = \bar{k}^{інфляц.} + dk_{ПТСНС}^{ПЗ} = 1 - \frac{1}{1,05 \cdot (1 + k_{НС \rightarrow ПТС}^{Небезп.}(S^{HC}, T))} e^{-\frac{(\ln(1 + k_{НС \rightarrow ПТС}^{Небезп.}(S^{HC}, T)) - 0,17)^2}{0,35}}, \quad (6)$$

де $\bar{k}^{інфляц.}$ — показник середньої статистичної інфляції в Україні.

Прямий нематеріальний збиток ПТС системи, за умов рівномірного територіального розподілу населення, має вигляд:

$$U_{ПТСНС}^{ПМЗ}(E^{HC}, S^{HC}, T) = k_{ПТСНС}^{ПМЗ} \rho^{Насел.} S^{HC}, \quad (7)$$

де $U_{НС \rightarrow ПТС}^{ПМЗ}(E^{HC}, S^{HC}, T)$ — прямий нематеріальний збиток території ПТС системи, що потрапила під враження НС; $\rho^{Насел.} = N^{Укр.} / S^{Укр.}$ — середня густина населення України; $S^{Укр.}$ — площа території України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тютюник В.В. Системний підхід до оцінки безпеки життєдіяльності при територіально-часовому розподілі енергії джерел надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник

тюник, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугін // Проблеми надзвичайних ситуацій. — Х.: НУЦЗУ, 2011. — Вип. 14. — С. 171 – 194.

2. Калугін В.Д. Системний підхід до оцінки ризиків надзвичайних ситуацій в Україні / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — 1/6 (55). — С. 59 — 70.

Науковий керівник: О.В. Хіврич

5. ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ НЕБЕЗПЕКИ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ АМІАЧНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ЗА КРИТЕРІЄМ «ВПЛИВ СУБ'ЄКТА»

О.С. Лисенко

Національний університет харчових технологій

Незважаючи на постійне зростання в управлінському циклі сучасних інформаційних технологій, людина (оператор) залишається основною ланкою, що забезпечує складний взаємозв'язок між технічними системами технологічного процесу. Приблизно 20 – 30 % відмов на різних об'єктах прямо або побічно пов'язані з помилками людини [2]; понад 60 % аварій на потенційно небезпечних об'єктах відбувається через помилки персоналу. У зв'язку з цим, до процедури аналізу надійності технічних систем обов'язково повинна входити і оцінка впливу людського фактору. З погляду на існуючі наукові дослідження, одним з основних недоліків існуючої методологічної бази з оцінки потенційної небезпеки об'єктів є саме відсутність оцінки впливу людини на об'єкт контролю. Саме тому вирішення проблеми інтегрування існуючих досліджень з аналізу впливу людини на технічну систему в процес оцінки та управління ризиком виникнення аварій на потенційно небезпечних об'єктах є актуальним питанням.

Для визначення коефіцієнтів небезпеки елементів АХУ за критерієм «вплив суб'єкта» спершу необхідно визначити чутливість основних елементів аміачної холодильної установки до дії на них небезпечних факторів за вищезазваним критерієм.

Кожному з розглянутих небезпечних факторів характерні певні психогенні чинники, максимальні та середні значення чутливості персоналу до їх дії визначені у роботах [3, 1]. Значення чутливості оператора до дії психогенного чинника змінюється від 0 до 1, де значення 1 означає, що оператор повністю піддається дії чинника, а значення 0 — відповідний психогенний чинник на оператора не діє. Аналізуючи психогенні чинники та середні значення чутливості персоналу до їх впливу по кожному фактору небезпеки, отримуємо наступне рівняння для визначення показника чутливості персоналу до дії j -го фактору

небезпеки $\alpha_j = \varphi_k \cdot \frac{\sum_{i=1}^z \alpha_j^i}{z}$, де z — кількість психогенних чинників j -го фактору небезпеки; φ_k — коефіцієнт зміни чутливості на k -тій ділянці графіку.

Характер зміни частоти помилок на початковому етапі трудової діяльності (I) ($t_1 \approx 0,5 - 1$ рік) обумовлений відсутністю достатніх знань і навичок безпечної роботи з наступним накопиченням цих навичок (зниження чутливості до дії психогенних чинників). Для цієї ділянки характерні такі фактори небезпеки, як помилки персоналу, пов'язані з відсутністю досвіду та недосконалістю режиму

праці. Коефіцієнт зміни чутливості ϕ_I на даній ділянці графіку буде визначатися в залежності від стажу роботи $\phi_I = e^{-\frac{t}{4}}$.

Проміжок часу при стажі роботи від t_1 до t_2 ($t_2 \approx 4 - 6$ років), динаміка частоти помилок (II), відзначається набуттям професійних навичок, обачністю, правильним відношенням працюючих до вимог безпеки. Для цього етапу трудової діяльності для оператора ще характерні такі фактори небезпеки як помилки, пов'язані з відсутністю досвіду та недосконалістю режиму праці, але також і можливі помилки, пов'язані з професійним «вигоранням». Коефіцієнт зміни чутливості ϕ_{II} на даній ділянці графіку буде дорівнювати $\phi_I(t = t_1)$. Ріст частоти помилок при стажі понад t_2 (III) пояснюється багато в чому свідомим порушенням вимог безпеки, це також обумовлено і погіршенням психофізіологічного стану працюючих (професійним «вигоранням»). На роботу оператора на даному етапі трудової діяльності впливає фактор небезпеки, що характерний для усіх етапів, а саме помилки, пов'язані з недосконалістю режиму праці, а також і такий фактор небезпеки як помилки, пов'язані з професійним «вигоранням». Коефіцієнт зміни

чутливості ϕ_{III} на даній ділянці графіку буде визначатися за $\phi_{III} = e^{-\frac{t_2}{t}}$. Коефіцієнт небезпеки n -го елемента АХУ за критерієм «вплив суб'єкта» визначимо в залежності від його чутливості до дії факторів небезпеки та етапу трудової

діяльності, на якому знаходиться оператор установки. $p_n = \frac{\sum_{j=1}^c \alpha_j}{c}$, де c — кількість факторів небезпеки, до дії яких чутливий n -ий елемент АХУ, та які впливають на оператора на відповідному етапі його трудової діяльності.

Проведено аналіз та узагальнення відмов технічних систем в результаті помилок оператора, на основі чого визначено фактори небезпеки, які призводять до виникнення аварійної ситуації на аміачній холодильній установці. Запропоновано формалізовану процедуру, відповідно до якої визначені коефіцієнти небезпеки основних вузлів аміачної холодильної установки за критерієм «вплив суб'єкта», які є одними із базових показників для побудови багатомірної імітаційної моделі стану безпеки об'єкта та визначення пріоритетів при управлінні ризиком виникнення аварії на об'єкті контролю.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Meister D.* The Problem of Human-Initiated Failures, Eighth National Symposium on Reliability and Quality Control, 1962.

2. *Белов С.В.*, Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. и доп. — М: Высш. шк., 1999. — 448 с: ил.

3. *Кукин П.П.*, Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учеб. пособие для вузов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Е.А. Подгорных и др. — М.: Высш. шк., 1999. — 318 с: ил.

Науковий керівник: О.В. Хіврич

6. АНАЛІЗ ПОЛОЖЕНЬ ПРОЕКТУ НОВОЇ РЕДАКЦІЇ МЕТОДИКИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ПРОЕКТУ ЗМІН ДО ПОЛОЖЕННЯ ПРО ПАСПОРТИЗАЦІЮ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Г.М. Омельченко

Національний університет харчових технологій

Щороку в Україні до Державного реєстру потенційно небезпечних об'єктів додається близько 80 таких із них. Із 24,4 тис. зареєстрованих потенційно небезпечних об'єктів більшість не створює значних проблем і суттєво не впливає на безпеку населення і довкілля. Можливі аварійні ситуації на таких об'єктах, переважною більшістю, не поширюються навіть за межі виробничого приміщення і не підпадають під класифікацію «надзвичайна ситуація». Крім того, через законодавчу неврегульованість та різнотлумачення питань цієї сфери, у деяких регіонах потенційно небезпечні об'єкти обліковують двічі. До потенційно небезпечних об'єктів також відносять й окремі підприємства з наявністю небезпечного обладнання або такі джерела небезпеки, в котрих вважаються складні будівельні конструкції. Таким чином до цього переліку потрапили пішохідні та автодорожні мости, деякі види котельнь, газорозподільні пункти тощо. Постійне зростання кількості зазначених об'єктів значною мірою обумовлено ще й тим, що існуючі нормативно-правові акти [1, 2] чітко не встановлюють критеріїв віднесення або не віднесення їх до потенційно небезпечних та обов'язки суб'єктів господарювання щодо проведення процедури ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів крім того дуже звужено коло об'єктів, на які вимоги Методик не розповсюджуються.

З метою встановлення більш прозорої та спрощеної процедури ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів та приведення відповідних вимог [1] у відповідність до вимог [3, 4] розроблено проект змін до Положення про паспортизацію потенційно небезпечних об'єктів і нову редакцію Методики ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів

Зокрема, із Положення [1] вилучено всі вимоги, що стосуються ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів, визначено права та обов'язки Державної інспекції техногенної безпеки та Державного департаменту страхового фонду документації щодо проведення паспортизації. Визначено роль і місце, у процедурі паспортизації МНС та його територіальних підрозділів та інше.

У проекті нової редакції Методики ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів значно розширено коло суб'єктів господарювання, на яких її вимоги не поширюються, це, зокрема, підприємства торгівлі, пересувні автозаправні станції та пересувні заправні пункти, які здійснюють торгівлю нафтопродуктами, скрапленим та стисненим газом; підприємства громадського харчування; об'єкти віднесені до таких у зв'язку з наявністю на них радіоактивних речовин; інші котрі не здійснюють виробництво, виготовлення, випуск, реалізацію продукції. Разом з тим посилено відповідальність суб'єктів господарювання у процедурі проведення ідентифікації. Проектом нової редакції Методики передбачено, що суб'єкти господарювання, об'єкти яких за визначенням є потенційно небез-

печними, письмово узгоджують необхідність проведення ідентифікації з територіальними органами служби НС. Номенклатура небезпечних речовин, наявність яких на об'єкті є підставою для проведення ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів обмежена переліком небезпечних речовин [5]. Визначено кількісні характеристики небезпечних речовин. Так лише об'єкти, на яких сумарна маса небезпечних речовин (Q) не перевищує значення порогової маси (P) для об'єктів підвищеної небезпеки 2 класу небезпеки, але більше $0,01P$, тобто виконується умова $P > Q > 0,01P$, визнаються потенційно небезпечними.

Вперше визначено умови, за яких бази, склади, арсенали боєприпасів та військового озброєння, об'єкти з виробництва і утилізації вибухових речовин і боєприпасів, визнаються потенційно небезпечними об'єктами. Визначено випадки, у яких проводиться повторна ідентифікація та умови вилучення потенційно небезпечних об'єктів з Державного реєстру.

Систематизація, об'єктивність та обов'язковість виконання вимог щодо ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів дозволить значно знизити кількість таких об'єктів та зменшити витрати на відповідні заходи реагування.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Положення* про паспортизацію потенційно небезпечних об'єктів, затверджене наказом МНС від 18.12.2000 № 338 зареєстрований у Міністерстві юстиції України 24.01.2001 за № 62/5253.

2. *Методика* ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів затверджена наказом МНС від 23.02.2006 № 98 зареєстрований у Міністерстві юстиції України 20.03.1006 за № 286/12160.

3. *Положення* про Міністерство надзвичайних ситуацій України Указ Президента України від 6 квітня 2011 р. №402.

4. *Положення* про Державну інспекція техногенної безпеки України Указ Президента України від 6 квітня 2011 р. № 392.

5. *Нормативи* порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956.

Науковий керівник: Н.В. Володченкова

7. АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЗБРОЇ, ЗАСНОВАНОЇ НА НЕТРАДИЦІЙНИХ ФІЗИЧНИХ ПРИНЦИПАХ

В.В. Володченков

Національний університет харчових технологій

Під зброєю, заснованою на нетрадиційних фізичних принципах (нетрадиційною зброєю), ми маємо на увазі нові засоби боротьби, нові джерела енергії, нові засоби поширення й далекодії, нові знання, які можуть впливати на людей, прямо або опосередковано, при їх застосуванні.

Багато країн афішують свої прагнення створити «гуманну» зброю, що могла б звести до мінімуму втрати протидіючих сторін, і при цьому забезпечити стратегічну перевагу над супротивником. Однак ніхто не афішує, а навпаки намагається приховати, що цієї саме стратегічної переваги можна досягти більш простим

шляхом, а саме — створенням абсолютної зброї. Небезпека таких розробок полягає в тому, що в силу тих або інших процесів, які досить складно контролювати (тероризм, помилка персоналу, аварія й т.п.) абсолютна зброя може стати «машиною судного дня» і поставити під загрозу можливість виживання всього людства [3].

Хоча самі нові принципи невідомі, можна окреслити найнебезпечніші риси будь-якої абсолютної зброї.

- виділення величезної кількості енергії;
- здатність до самореплікації;
- здатність швидко діяти на всю територію Землі;
- дешевизна й легкість виробництва в кустарних умовах;
- можливість досягнення інтелектуальної переваги над людьми (спосіб управляти людьми).

Із числа можливих у найближчому майбутньому нових видів зброї масового ураження найбільшу небезпеку становить надвисокочастотна, інфразвукова, озонна (ультрафіолетова), радіочастотна, радіологічна й геофізична [2].

Ось кілька видів зброї, розробленої за минулі роки, причому це ще не повний список усього того, що вже введено в дію або перебуває на стадії розробки:

- лазери, що дезорієнтують;
- аерозолі, що роблять метал крихким;
- генератори звуку, настільки голосні, що цей звук викликає нестерпний біль;
- стробоскопи, що викликають нудоту;
- гази, які не вбивають, але виводять супротивника з ладу;
- сліпучі спалахи;
- електромагнітні пістолети;
- ультразвукові промені, настільки потужні, що можуть руйнувати будинки, а також внутрішні органи солдат супротивника;
- інфрачервоні передавачі, які можуть підпалювати будинки;
- надїдкі кислоти (суперкаустики) — речовини в мільйон разів сильніші за звичайні кислоти;
- снотворні гази, які можуть занурювати в сон цілі армії;
- генератори інфранизьких частот, які можуть проектувати голоси в мозок людини або руйнувати його імунну систему;
- лазерні промені, від яких відшаровується сітківка ока;
- широкий спектр галюциногенів, що додаються до систем питної води;
- ізотропні радіатори. Вид зброї, що викидає лазерні промені, які засліплюють людей та оптичні прилади;
- неядерні електромагнітні імпульси, величезна енергія яких має здатність підірвати склади боєприпасів і виводити з ладу електроніку й т.д. і т.п. [1].

У цей час зброя, заснована на нових фізичних принципах, розглядається поки як доповнення до традиційних видів зброї. Однак надалі вона може стати настільки масовою і ефективною у застосуванні, що може перевершити будь-які інші існуючі види зброї, включаючи і ядерну [4].

Таким чином, існує декілька різних класифікацій зброї, заснованої на нетрадиційних фізичних принципах, але жодна з них не є досить повною й логічно впорядкованою, тому автор створив власну класифікацію. У ній відображена спроба систематизувати наявні дані про нетрадиційну зброю, принципи, покладені в основу впливу, і сам вплив на об'єкти. Деякі види було виключено, деякі додано.

Класифікація має кілька підрозділів, після кожного з яких буде описаний механізм, за яким той або інший вид зброї потрапив до певної групи.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Сохін О.О.* Біологічна загроза як загально — державна та військово — медична проблема // Наука і оборона. — 2001. — №3. — С. 24 – 30.
2. *Супряга А.В.* О войнах XXI века // Военная мысль. — 2002. — №6. — С. 10 – 15.
3. *Тарасов В.В., Фролов В.С.* Защита от биологического оружия // Военная мысль. — 2002. — №5. — С. 76 – 80.
4. *Фролов В.С.* Несмертельное оружие: предназначение и состав // Военная мысль. — 2001. — №3. — С. 52 – 57.

Науковий керівник: О.В. Хіврич

8. ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНІВ РУЙНУВАННЯ ОБ'ЄКТА

Л.В. Буряк

Національний університет харчових технологій

Джерелами, тобто носіями різноманітних небезпек є природні процеси і явища, техногенне середовище, а також діяльність людини (людський фактор). При ідентифікації небезпек, тобто при знаходженні типу небезпеки та встановленні її характеристик, звичайно виходять з принципу «все впливає на все», тобто джерелом небезпеки може бути все живе й неживе, а підлягати небезпеці також може все живе й неживе. При цьому процес ідентифікації необхідний для розробки заходів щодо запобігання небезпекам, а у разі їх виникнення для організації і здійснення ефективної ліквідації відповідних наслідків [1].

Основною задачею дослідження було визначення сили руйнівної дії повітряної вибухової хвилі (ПВХ). Для визначення ступенів руйнування використовувались зразки матеріалів однакової маси, але різної форми. Досліджувані зразки матеріалів піддавалися дії ПВХ.

В результаті проведеної роботи визначено, що в залежності від форми зразка, його поверхні, відстані до генератора хвиль і його потужності складові удару W_k і W_p будуть різні. Порівнюючи їх, можна визначити та запропонувати рекомендації до захисту промислових об'єктів та технологічного обладнання від руйнування [4].

При імпульсному навантаженні для визначення енергії удару повітряної вибухової хвилі і відповідно ступеня руйнування об'єкта важливо знайти швидкість руху маятника.

Експериментально знайти величину і характер зміни потенціальної енергії не складно. Для цього при різних умовах дослідження треба фіксувати α_{\max} — максимальне значення кута відхилення маятника. Для знаходження кінетичної енергії треба знати швидкість зміни кута $\alpha \Rightarrow d\alpha/dt$ при різних умовах проведення експериментальних досліджень. Для цього треба провести більш складні вимірювання, використовуючи швидкісну фотозйомку.

Отримати якісні математичні моделі можливо, якщо аналітичним шляхом визначити закономірність зміни кута α і швидкість $d\alpha/dt$ відхилення плеча маятника при різних умовах дії рушійної сили — силового імпульсу ПВХ — форми, стану поверхні та структурно-механічних властивостей досліджуваного зразка.

Після проведення експериментальних досліджень були отримані результати щодо величини потенційної енергії для різних зразків.

Аналіз експериментальних даних дозволяє зробити висновок, що різні зразки поглинають енергію удару по різному. При цьому найбільше поглинають енергію зразки матеріалів гофрованої форми [3].

Аналітичні дослідження дозволили визначити механізм дії ПВХ на об'єкт. Описати його можливо за допомогою математичної моделі або $P = P_0 e^{-\alpha t} \sin(2\pi t)$.

Враховуючи, що нас цікавить вплив ПВХ на об'єкт, тобто початкову стадію зростання тиску по фронту руху ударної хвилі можна знехтувати ($t_1 \ll t_2$), будемо вважати $P = P_0 e^{-\alpha t}$.

Нами розроблено методику визначення величин P_0 та α які у подальшому необхідні для розрахунку і підбору захисних екранів, мембран, проектуванню обладнання у вибухозахисному відношенні [2].

Під дією вибухової хвилі тиск на пластину змінюється. Сила, яка діє на пластину буде:

$$F = P \cdot S \quad (1)$$

де S — площа пластини

$$F = P_0 \cdot S \cdot e^{-\alpha t} = F_0 \cdot e^{-\alpha t} \quad (2)$$

де $F_0 = P_0 \cdot S$

Диференціальне рівняння руху маятника під дією вибухової хвилі буде:

$$I \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + mgL \cdot \sin(\alpha(t)) = L \cdot F_0 \cdot e^{-\alpha t} \quad (3)$$

Враховуючи заміну, маємо

$$I \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + mgL \alpha(t) = F_0 \cdot e^{-\alpha t} \quad (4)$$

Отримуємо розв'язок рівняння (4) в загальному вигляді

$$\alpha(t) = \sin\left(\sqrt{\frac{BmgL}{I}} t\right) C_2 + \cos\left(\sqrt{\frac{BmgL}{I}} t\right) C_1 + \frac{F_0 \cdot e^{-\alpha t}}{BmgL + Ia^2} \quad (5)$$

Кут $V(0) = 0$ (якщо б не було рушійної сили, тоді треба було $V(0) = V_0$ і V_0 знаходити з умов наявності швидкості у кожній точці, яка дозволяє піднятися

маятнику на кут $\alpha \Rightarrow V_0 = L \sqrt{2 \frac{mgL}{I} (1 - \cos \alpha)}$.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Mebarki Ahmed, Sandra Jerez, Igor Matasic, Gaëtan Prodhomme, Mathieu Reimeringer* Procedia Engineering, Volume 45, 2012, Pages 159 – 166

2. *Бесчастнов М.В.* Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение — М.: Химия, 1991. — 430 с.

3. *Бейкер У.*, Взрывные явления. Оценка и последствия: В 2-х кн. В 40 Кн. 1. Пер. с англ./Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П. и др.; Под ред. Я. Б. Зельдовича, Б. Е. Гельфанда. — М.: Мир, 1986. — 319 с.

4. *Таубкин С.И.* Пожар и взрыв, особенности их экспертизы — М., 1999. — 600 с.

Науковий керівник: Н.В. Володченкова

9. ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ РОЗВИТКУ АВАРІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Н.В. Володченкова

Національний університет харчових технологій

При розробці ПЛАС для прогнозування наслідків викиду небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті в Україні використовуються «Методика прогнозування наслідків вилу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті», яка затверджена Спільним наказом МНС України, Міністерства аграрної політики, Міністерства економіки, Міністерства екології і природних ресурсів 27.03.2001 №73/82/64/122. Ця методика враховує достатньо обмежену кількість факторів, що впливають на наслідки. Аналогічні методики розроблені за кордоном які завдяки зручності неофіційно використовуються в Україні.

Методика прогнозування наслідків вилу небезпечних хімічних речовин при аваріях передбачає проведення розрахунків для планування заходів щодо захисту населення тільки приземному шарі повітря та подається у вигляді таблиць, що дає змогу оперативно здійснювати прогнозування масштабів забруднення.

Розрахунок розмірів зон хімічного забруднення під час прогнозування здійснюється за відомими, відносно простими формулами, з використанням таблиць коефіцієнтів

Розрахунки поширення небезпечних речовин в атмосфері в Методичних вказівках [2] засновані на моделі розсіювання «важкого» газу з молекулярною масою небезпечної речовини, вищою за середню молекулярну масу повітря та наявність аерозолів. Модель «важкого» газу, використана в методичних вказівках враховує такі процеси: рух хмари при змінній по висоті швидкості вітру; гравітаційне розтікання; розсіювання хмари у вертикальному напрямі за рахунок атмосферної турбулентності; розсіювання хмари в горизонтальному напрямі за рахунок підмішування повітря в хмару, що відбувається як за рахунок атмосферної турбулентності, так і за рахунок гравітаційного розтікання; нагрівання або охолодження хмари за рахунок підмішування повітря; фазові переходи небезпечної речовини в хмарі; теплообмін хмари з підстильною поверхнею. Методика розрахунку за [2] враховує всі додаткові фактори, що не були враховані в методиці [1]. Для опису стійкості атмосфери використовується 6 категорій стійкості за Паскуїлом — А, В, С, D, E і F. Причому перші три класи відповідають нестійкій стратифікації атмосфери, останні два — стійкій. Клас D відповідає нейтральній стратифікації атмосфери.

Розрахунок характеристик викиду у методичних вказівках проводиться за складним алгоритмом, який залежить крім іншого також від одного з чотирьох сценаріїв розвитку аварії.

Аналіз цієї методики показав, що розрахунок з її використанням набагато складніший ніж попередній, але в зв'язку з врахуванням багатьох факторів, що впливають на наслідки аварій, дає більш точні результати. Внаслідок складності та тривалості розрахунків в Росії розроблена комп'ютерна програма — ТОКСИ-3. Для порівняння розбіжності результатів за цими методиками був прийнятий

умовний хімічно-небезпечний об'єкт з контейнером з хлором масою 0,8 т. Однакові фактори були прийняті таким, що відповідають найгіршими наслідками, а фактори, що враховуються тільки в ТОКСИ-3 — середніми. Результати розрахунку наведені в таблиці.

Таблиця 1. Розраховані розміри зони уражень

Розміри зони уражень	за методикою [1]	за методикою [2]
Довжина зони уражень, м	1370	1100
Ширина зони уражень, м	не розраховується	61,4
Площа зони уражень, км ²	0,165	0,258

Аналіз таблиці 1 дає підставу стверджувати, що наслідки від впливу НХР при розрахунку за обома методиками спів ставні. Методика [1] дає дещо більшу глибину зони уражень — ймовірно для більшої гарантії. Площа зони уражень за методикою ТОКСИ перевищує аналогічний показник за методикою [1] в півтори рази, що враховує нестабільність напряду вітру.

Використання методики за наказом МНС України від 27.03.2001 №73/82/64/122 та ТОКСИ-3 дає можливість прогнозувати наслідки від впливу НХР, а результати розрахунку за обома методиками спів ставні. Методика ТОКСИ враховує більшу кількість факторів, але вимагає більш важки розрахунки, що було усунуто створенням комп'ютерної програми. За будь якою методикою, одні з головних факторів такі як кількість небезпечної речовини на момент аварії та метеоумови на час аварії призводять до неточності результатів, але прийняття при розрахунках найгірших до наслідків умов обмежує площу та заходи, які необхідно впровадити.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Методика* прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті, затверджена Спільним наказом МНС України, Міністерства аграрної політики, Міністерства економіки, Міністерства екології і природних ресурсів 27.03.2001 №73/82/64/122.
2. РД-03-26-2007 «Методические указания по оценки последствий аварийных выбросов опасных веществ», Наказ федеральної служби з екологічного, технологічного і атомного нагляду РФ від 14.12.2007 року №853 (ТОКСИ-3).

10. ВПЛИВ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЛЮДИНУ

В.В. Павленко

Національний університет харчових технологій

«Якби людина поводитися розумно, дотримуючись правил, визначених природою, при тих перевагах, які принесла цивілізація, вона була б цілком здоровою і жила довго ... треба переконати людей спробувати змінити свій спосіб життя ...» — писав академік М.М. Амосов.

Дійсно, науково-технічний прогрес — це прогрес, але життя людини від нього не стало істотно кращим. Ми мало рухаємося, живе спілкування замінюємо віртуальним, читання художньої літератури — в кращому разі — переглядом

кінофільмів, рахуємо за допомогою калькуляторів, навіть правопис не перевіряємо, замість нас це робить комп'ютерний редактор.

І зовсім мало хто із нас замислюється над тим, які наслідки для нашого здоров'я несуть «переваги цивілізації»

Без мобільного телефону людина не уявляє свого життя.

Шведські вчені нейрохірург Лейф Селфорд і його колеги з університету Ланд довели, що мікрохвильова радіація, яка випускається мобільниками формату GSM, призводить до незворотніх змін у головному мозку шурів. Протягом двох годин тварини піддавалися опроміненню мобільними телефонами. Через п'ятдесят днів учені досліджували під мікроскопом їх мозок і з жахом виявили численні пошкодження судин і осередки відмерлих нейронів. Чим вищим був рівень «телефонної» радіації, тим серйознішими були наслідки [3].

«Не виключено, що на мозок людини мобільні телефони роблять точно такий же вплив, адже за своєю будовою він аналогічний мозку пацюків. Якщо наші припущення підтвердяться, сучасна молодь, яка вельми інтенсивно користується мобільними телефонами, зіткнеться з хворобами Альцгеймера і Паркінсона вже у віці Христа», — похмуро коментує професор.

Вчені нейродіагностичного наукового інституту в Іспанії виявили, що у 11 – 13-річних дітей, які дві хвилини поговорити по стільниковому телефону, зміна біоелектричної активності мозку зберігається ще дві години після того, як вони закінчили розмову.

Харківські вчені тестували новий бездротовий енцефалограф — це прилад, за допомогою якого проводять обстеження головного мозку. Заодно вирішили перевірити, чи може мобільний телефон спотворити результати діагностики. Адже звичайний електроенцефалограф працювати при включеному мобільнику не може. Отримані результати, визнаються дослідники, їх просто шокували. Коли людина починала говорити по мобільному телефону, прилад фіксував так звану повільно-хвильову активність. У більшості випадків вона відповідає енцефалограмі людини з пухлиною мозку [4].

Угорський вчений Імре Феджес з відділу акушерства і гінекології Університету Сегеда провівши обстеження протягом 13 місяців 221 чоловіка, виявив, що випромінювання мобільного телефону негативно позначається на якості сперми — кількість сперматозоїдів скорочується на одну третину, решта ж здійснює хаотичні рухи. На думку вчених, це знижує шанси на запліднення. При цьому зовсім необов'язково багато говорити по мобільному телефону, достатньо просто носити його в кишені брюк або на ремені.

Шведські вчені з Інституту гігієни отримали дані про підвищення ризику розвитку пухлин мозку у віковій групі 20 – 29 років при використанні аналогових і бездротових телефонів протягом 5 – 10 років. Для інших вікових категорій такої залежності не було виявлено. Ці дані показують, що ті, хто користується телефонами з 10 – 19 років, набагато більше ризикують заробити пухлину мозку, ніж ті, хто придбав телефон у 29 років і пізніше.

Вагітність — це важливий і відповідальний період в житті жінки. Але в повсякденності всіх нас оточує безліч побутових приладів, що випромінюють електромагнітні поля [2]. Один з найпоширеніших «приладів» — це, звичайно ж, стільниковий телефон. Численні спостереження свідчать про те, що вплив електромагнітного випромінювання знижує імунітет, ендокринну систему. А найнепри-

емніше — необмежені «прогулянки» по електромагнітним полях під час вагітності можуть привести до передчасних пологів, появи вроджених вад розвитку у дітей [1].

Отже, за результатами дослідження великого числа вчених можна зробити висновок, що випромінювання телефонів в першу чергу має негативний вплив на мозкову діяльність (а це контроль всіх процесів, що відбуваються в організмі), слух, зір, роботу щитовидної залози (основна функція: боротьба з хвороботворними організмами в тілі людини), на роботу сечостатевої системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гун Г.С. Комп'ютер: як зберегти здоров'я: Рекомендації для дітей і дорослих
2. Демірчоглян Г.Г. Людина у комп'ютера: як зберегти здоров'я? — М.: Новий Центр, 2001.
3. www.readbox.ru/1094.html, розділ «Комп'ютер і здоров'я».
4. www.tofeelwell.ru/chem-opasen-mobilnii-telefon.

Науковий керівник: О.П. Слободян

11. ХІМІЧНІ НЕБЕЗПЕКИ

І.В. Улянюк

Національний університет харчових технологій

Побутова сфера, в якій людина проводить більшу частину життя, насичена небезпечними хімічними речовинами. Це засоби побутової хімії, лікарські речовини, хімічні харчові добавки. Сучасний побут, житлове помешкання практично не мислимі без лікарських препаратів і так званої побутової хімії — миючі засоби у вигляді порошків та паст, розчинників, емалі та фарби, мінеральні добрива та пестициди. Більшість із них відносяться до третього або другого класів небезпечних речовин. Вдома ми дихаємо повітрям, в якому концентрація хімічних токсичних речовин у кращому випадку в півтора рази більше, чим зовні [2]. Велику небезпеку складають меблі з деревинно-тирсових плит, які просочені полімерами. Поступово, дуже повільно з них виділяються формальдегід, аміак та фенол, отруюючи повітря кімнати, а значить її мешканців. Меблі, особливо якщо вони нові, це суцільна хімічна небезпека, тому що просочені достатньо отруйними полімерами — фенолоформальдегідними, епоксидними, діановими смолами. Із-за них меблі ще й пожежонебезпечні [1].

Особливої уваги потребують *лікарські препарати*, бо і в побуті, і в виробництві часто виникають ситуації, в яких використовують ліки. Але особливо це характерно саме для побуту, де вони майже безконтрольні. Тут широко розповсюджені лікарські препарати, основою яких частіше всього є синтетичні хімічні речовини, а отже до них треба відноситися з обережністю. Дуже часто при неправильному вживанні — передозуванні, одночасному прийомі кількох ліків спостерігаються небезпечні отруєння. Особливо небезпечні ліки в руках дітей, які ваблять їх своїм гарним виглядом [4].

Не менш небезпечними можуть бути харчі, які містять різні домішки з різноманітними функціями — хімічні харчосмакові домішки, які застосовують у продуктах харчування. Всі такі добавки позначають буквою «Е» з цифровим кодом. До них віднесені ароматизатори, барвники, консерванти, регулятори кислотності, антиоксиданти, емульгатори, стабілізатори, загушувачі, зволожувачі, наповнювачі.

Можна навести приклад добавок у молоці: з метою підвищення термостійкості молока, для відновлення сольової рівноваги використовують солі — стабілізатори. Як солі — стабілізатори використовують: натрій фосфорнокислий двозаміщений; натрій лимоннокислий тризаміщений; двокомпонентну суміш, яка складається із двозаміщеного фосфорнокислого натрію і три заміщеного лимоннокислого калію, взятих у співвідношенні 1:1; багатоконцентну суміш, що містить фосфорнокислий натрій і фосфорнокислий калій у співвідношенні 1:3. Отриманні фосфатні і цитратні суміші змішують у співвідношенні 1:1. Солі — стабілізатори легко розчиняються у воді, не впливають на органолептичні властивості продукту, позитивно впливають на консистенцію і стійкість продукту під час зберігання, а за певних умов поліпшують смак.

Суть стабілізації сольового балансу з використанням солей-стабілізаторів полягає в тому, що аніони фосфорної кислоти зв'язують надлишковий кальцій, і казеїн кальцій-фосфатний комплекс у процесі стерилізації залишається у колоїдному стані.

З метою запобігання потемніння продукту у вакуум - кристалізатор вносять *аскорбінову кислоту* у вигляді порошку. Доза внесення — 0.02 % маси продукту. Температура внесення 27 – 30 °С.

Для запобігання розвитку плісняви під час охолодження у згущене молоко з цукром вносять *сорбінову кислоту*. Доза внесення — 0.02 % маси готового продукту. Сорбінову кислоту попередньо розчиняють у 5 — 6 л води при 27 — 30 °С [3].

В Україні офіційно заборонені до застосування в продуктах харчування чотири речовини: E121 — барвник «Цитрус червоний», E123 — барвник амарант, E239 — консервант гекса-метилентетрамін, E240 — консервант формальдегід. Крім цього варто пам'ятати, що консерванти E 103, 105, 121, 125, 126, 130, 131, 142, 152, 210, 211, 213-217, 240, 330 та 477 можуть сприяти появі злоякісних пухлин, добавки E 221-226, 338-341, 407, 450, 461-466 є стимуляторами захворювань шлунково-кишкового тракту. Алергенами можуть бути E 230-232, 239, 311-313. Хвороби печінки і нирок викликають консерванти E 171-173, E 320-322.

В тому числі небезпеку можуть складати домішки біологічного походження, які можуть міститися у продуктах харчування і треба знати про їх концентрацію. Через широке використання радіоактивних речовин у промисловості, забрудненні ними великих площ території держави, їх трансграничному переносі вони можуть потрапляти у харчові продукти, що небезпечно і тому треба знати вміст радіонуклідів в них.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белова С.В. Безопасность жизнедеятельности: Учебник. — М. — Высшая школа 2002. — 476 с.
2. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона / За редакцією В. С. Франка. Підручник. 2-ге вид., доп. — Львів: Афіша, 2001.
3. Гречанінова В Ф Попередження надзвичайних ситуацій. — К, 2003.
4. Губський А.І. Цивільна оборона. — К., 2000.

Науковий керівник: О.П. Слободян

12. ШКІДЛИВІ І НЕБЕЗПЕЧНІ ЧИННИКИ, ЩО ДІЮТЬ НА ПРАЦІВНИКА СУЧАСНОГО ОФІСУ

І.В. Груба

Київський фінансово-економічний коледж НУДПСУ

Т.М. Чорна

Національний університет ДПС України

Ю.В. Якимчук

Національний університет харчових технологій

Сучасна професійна діяльність фахівців невиробничої сфери характеризується збільшенням обсягів інформації, високою швидкістю її опрацювання і значною кількістю рішень, що приймаються з використанням різноманітних технічних засобів. Наразі в офісних приміщеннях дедалі ширше персональні комп'ютери (ПК), факси, ксерокопіювальні апарати, системи електронних платежів, системи комплексної автоматизації внутрішньофірмової діяльності тощо [1].

Взаємодія людини зі складними технічними системами збільшує відповідальність працівників за функціонування технічних засобів, значно підвищує ризик, пов'язаний із незнанням правил безпеки праці. Тому вкрай важливо, щоб працівник офісу під час своєї повсякденної виробничої діяльності належно дбав про збереження власного здоров'я та здоров'я співробітників.

Аналіз літературних джерел дозволяє виділити основні потенційні шкідливі та небезпечні чинники що супроводжують професійну діяльність офісного персоналу: параметри виробничого мікроклімату, освітлення, електромагнітні випромінювання різних частотних діапазонів, виробничий шум та вібрація, іонізація повітря, статична електрика, перенапруження зорового аналізатора; статичні, фізичні навантаження та недостатня рухова активність; нервово-емоційне та розумове напруження [2].

Оптимальні значення параметрів мікроклімату, зокрема температури, відносної вологості й рухливості повітря (ГОСТ 12.1.005-88, СН 4088-86) у виробничих приміщеннях та на робочих місцях операторів персональних комп'ютерів мають відповідати вимогам Державних санітарних правил і норм (ДСанПіН 3.3.2-007-98). Крім того, для приміщень, в яких здійснюється робота з комп'ютером обов'язково є наявність систем опалення, кондиціювання повітря або припливно-витяжної вентиляції.

Згідно з Реєстром державних нормативних актів з охорони праці (ДНАОП 0.00-1.31-99), освітлення у приміщеннях з персональними комп'ютерами має бути суміщеним (недостатнє за нормами природне освітлення повинно доповнюватися штучним) та рівномірним. Рівень освітлення при роботі за комп'ютером повинен становити не менш як 300 – 500 лк.

Слід відмітити, що приміщення офісів характеризуються наявністю різноманітних видів випромінювань, зокрема іонізуючого (рентгенівського); випромінювання оптичного діапазону, ультрафіолетового, світлового, інфрачервоного та електромагнітного випромінювання.

Основними джерелами шуму на робочому місці з ПК є всі рухомі складові, насамперед друкувальні пристрої, сканери, дисководи, а також вентилятори, робота яких супроводжується акустичним випромінюванням різних частот, включаючи

ультразвук. Допустима рівномірна інтенсивність шуму на робочих місцях з ПК повинна відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.-007-98; рівень вібрацій — Державним санітарним нормам виробничої загальної та локальної вібрації (ДСНЗ.3.6.039-99).

В приміщеннях, де працюють з комп'ютерами, концентрація легких негативних іонів зменшується, що призводить до підвищення кількості озону (внаслідок використання лазерних принтерів, ксероксів) і може бути шкідливою для користувачів. Гранично допустимі рівні іонізації повітря приміщень при роботі з ПЕОМ повинні відповідати ДНАОП 003-3.06.80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень».

Накопичення електричного заряду на поверхні обладнання ПК (статична електрика) може сягати кількох тисяч вольтів. Дотик до такого обладнання може призвести до електричного «удару». Напруженість електростатичного поля на робочих місцях не повинна перевищувати 20 кВ/м, відповідно до ГОСТ 12.1.045-84 «ССБТ. Електростатичні поля. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги щодо проведення контролю».

Окрім перерахованих факторів фізичної природи, суттєвий вплив на здоров'я і працездатність офісного персоналу мають такі чинники як перенапруження зорового аналізатора; статичні, фізичні навантаження та недостатня рухова активність; нервово-емоційне та розумове напруження.

Таким чином, можна констатувати, що в сучасному офісі на працівника діє велика кількість шкідливих виробничих факторів, ступінь впливу яких не завжди можливо оцінити без проведення атестації робочих місць. Відповідно, це не дає змоги пов'язати погіршення стану здоров'я людини під час виконання трудових обов'язків з впливом відповідних шкідливих факторів; позбавляє працівника соціальних гарантій та конституційних прав на безпеку та охорону праці; призводить до великих економічних збитків на підприємстві та державі в цілому.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Арламов О.Ю.* Особливості визначення стану умов праці в сучасному офісі: [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://or.iee.kpi.ua/1/%D1%80.6-9.pdf>

2. *Гогіташвілі Г., Цанко В., Ланін В.* Потенційний ризик чинників виробничого середовища у професійній діяльності працівників банківських установ / Вісник НБУ. — №1. — 2010. — С. 26-32: [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/vnbu/2010_1/2010_01_8.pdf

Науковий керівник: В.А. Заєць

13. МІЖНАРОДНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРАЦІ ЖІНОК

А.О. Слюсаренко

Київський фінансово-економічний коледж НУДПСУ

Т.М. Чорна

Національний університет ДПС України

М.А. Гулювата

Національний університет харчових технологій

Відповідно до Конституції України, забезпечення людської гідності і прав людини є головним обов'язком держави. Конституційні положення про рівність

прав громадян мають забезпечуватися наявністю певної законодавчої бази і відповідного їй правового механізму. У державах із розвинутою демократією принцип гендерної рівності покладений в основу реалізації соціальної політики. Цей принцип наявний і в більшості актів Міжнародної організації праці [2].

У ХХ столітті у багатьох державах була проголошена рівноправність чоловіків і жінок, проте на практиці цей принцип у більшості випадків не реалізується, більше того, відбувається приховане, або непряме порушення гендерної рівності. Формально держава декларує рівноправність чоловіків і жінок у всіх сферах діяльності, але фактично реалізація цього принципу не забезпечена. Слід зазначити, що більшість формальних норм, не забезпечених державним примусом, стосуються саме прав жінок, головними з яких є їх трудові права.

Захист прав людини, складовою якого є питання захисту трудових прав жінок, це проблема глобального масштабу, для вирішення якої необхідний комплексний підхід, зокрема належне законодавче закріплення цих прав; забезпечення сприятливих умов для їх реалізації; створення ефективних способів захисту тощо. Саме жінки під час реалізації права на працю в силу репродуктивної функції, причин фізіологічного характеру, потребують особливого правового захисту не лише в межах держави, а й в межах світового співтовариства [1].

Важливим завданням світового співтовариства на сучасному етапі є подальше вдосконалення міжнародно-правового регулювання праці жінок, що є належною передумовою у боротьбі з дискримінацією, безробіттям, бідністю, нерівністю тощо. Головним спеціалізованим нормотворчим органом у сфері праці та соціального забезпечення є Міжнародна організація праці (МОП).

Відповідно до положень МОП, жінки віднесені до категорії осіб, які потребують підвищеного захисту. Слід відмітити, що за умов глобалізації проблеми регулювання праці жінок є одним з найбільш актуальних напрямів діяльності Міжнародної організації праці. Наразі головним завданням міжнародної спільноти є подолання національних стереотипів щодо трудових функцій, які виконують жінки, за допомогою міжнародних трудових стандартів.

Загальна кількість Конвенцій МОП, спеціально присвячених захисту прав працюючих жінок, є відносно незначною, серед найбільш важливих з них можна виділити наступні: № 100 «Про рівну винагороду», № 122 «Про політику в галузі зайнятості», № 111 «Про дискримінацію в галузі праці та занять», № 171 «Про нічну працю», № 175 «Про роботу в умовах неповного робочого часу».

Слід відмітити, що сучасні тенденції в сфері міжнародно-правового регулювання праці жінок полягають у перегляді численних заборон на виконання жінками певних видів робіт, відмова від пільг, які розглядаються як несумісні з принципом рівності жінки та чоловіка, з метою усунення їх негативного впливу на зайнятість жінок, підвищення їх конкурентоспроможності.

Однією з європейських країн, де найбільш чітко врегульовані питання трудових відносин, є Німеччина, законодавство якої найбільш спрямоване на захист прав працівників-жінок. Цікавим є досвід США щодо прав вагітних жінок, зокрема працівниці буде знаходитись під особливим захистом трудового законодавства лише після того, коли повідомить інформацію про вагітність роботодавцеві. При чому, до недавнього часу в США взагалі не існувало закону щодо права жінки на відпустку у зв'язку з вагітністю та пологами. Прогресивним є досвід Іспанії, де права жінок, в цілому, охороняються досить суворо. Так, у

випадку відмови роботодавця щодо прийняття на роботу жінки, яка самостійно виховує дитину, покарання може бути достатньо жорстким — від великих штрафів до тюремного ув'язнення. Прогресивним для країн ЄС є те, що останніми роками європейські компанії з метою забезпечення принципу рівності жінок і чоловіків, зокрема при призначенні на керівні посади повинні дотримуватись спеціальних квот. Зокрема, квоту для жінок на представництво в керівництві компаній було введено в 2003 р. в Норвегії, а також в Іспанії. Згідно рішення парламенту, квоти вводяться і для французької економіки [1].

Аналіз міжнародно-правового регулювання праці жінок свідчить, що законодавство України щодо праці жінок в цілому відповідає вимогам міжнародних документів із зазначеного питання, а в окремих випадках навіть встановлює більш високі стандарти.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Грекова М.М.* Сучасні тенденції міжнародно-правового регулювання праці жінок / Форум права. — 2012. — №3. — С. 139 – 144: [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/FP/2012-3/12gmmrpg.pdf>

2. *Омельченко Т.В.* Правове регулювання праці жінок в аспекті забезпечення гендерної рівності: автореф. дис. канд. юрид. наук: 12.00.05 / Т. В. Омельченко; Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. — Луганськ, 2012. — 19 с.

Науковий керівник: В.А. Заєць

14. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ В ГАЛУЗЯХ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

О.А. Трохимчик, В.М. Швалюк, Т.М. Чорна

Національний університет ДПС України

Ю.П. Звягінцева

Національний університет харчових технологій

Соціальна захищеність працюючих у значній мірі залежить від умов та стану охорони праці на виробництві. Неприятливі умови праці, недостатня увага роботодавців щодо питань з охорони праці, порушення правил безпеки ведення робіт на окремих підприємствах, недотримання вимог техніки безпеки, порушення трудової та виробничої дисципліни досить часто призводять до травматизму на виробництві.

Наразі під наглядом територіальних органів Держгірпромнагляду перебуває майже 870 тис. підприємств. Всі вони належать до різних форм власності та видів діяльності, експлуатують майже 4 млн. виробничих об'єктів. Чисельність працівників, зайнятих на цих підприємствах, становить 14 млн. 386 тис. осіб. У Фонді соціального страхування зареєстровано від нещасних випадків 1342278 підприємств, установ і організацій незалежно від їх форми власності та виду економічної діяльності [1].

Умови та безпека праці, їх стан та покращення — важливе завдання соціальної політики України. Враховуючи нинішній стан української економіки, прагнення до запровадження міжнародних стандартів в сфері управління охороною праці в промисловості неможливе без детального вивчення динаміки

та основних причин виробничого травматизму. Адже рекомендаціями міждержавного стандарту МОП — (ILO-OSH) 2001 Guidelines on occupational safety and health management systems (IDT), передбачається розроблення заходів щодо захисту працівників від наявних на виробництві небезпек та запобігання виникненню нещасних випадків на виробництві.

Не зважаючи на загальну тенденцію до зниження рівня травматизму в Україні, в деяких галузях промисловості травматизм залишається на високому рівні. Так, аналіз статистичних даних щодо виробничого травматизму показує, що одними з найбільш травмонезбезпечних галузей економіки є вугільна промисловість, агропромисловий комплекс, машинобудування, металургійна та будівельна галузь [2].

При цьому слід відмітити наступні основні причини нещасних випадків на виробництві [3]: а) організаційні причини — 1) недостатній нагляд з боку інженерно-технічного персоналу — 17 %, 2) відсутність або недостатнє навчання з безпечних методів робіт — 7 %, 3) допуск до виконання робіт без огорожень і засобів індивідуального захисту — 10 %, 4) відсутність спеціально позначеної небезпечної зони — 4 %, 5) низький рівень виробничої і трудової дисципліни — 17 %, 6) відсутність інвентарних кріплень — 7 %, 7) недостатнє освітлення робочого місця — 7 %; технічні причини — 1) несправність засобів підмоцнування — 7 %, 2) порушення технологічного процесу — 10 %, 3) інші — 4 %; психофізіологічні причини — 1) уповільнена реакція на небезпеку — 7 %, 2) неухважність постраждалих — 2 %, 3) інші — 1 %.

До загибелі людей, в основному, призводить недбалість керівників, нехтування вимог безпеки, незабезпечення належного навчання і перевірки знань інженерно-технічних працівників і робітників з питань охорони праці, невжиття заводів щодо відсторонення від роботи осіб, що перебувають в стані алкогольного сп'яніння. Нерідко робітників не інструктують з безпеки праці перед виконанням робіт з підвищеною небезпекою, не забезпечують засобами індивідуального захисту.

Розвиток культури безпеки є частиною поведінкового підходу до підвищення рівня охорони праці, пожежної безпеки та безпеки руху. Для цього потрібні правильне розуміння поставлених завдань і правильне управління, а здоров'я і безпека повинні бути основним завданням управління.

Жорсткий контроль за станом промислової безпеки на виробництві і на об'єктах підвищеної небезпеки повинен забезпечувати кожний роботодавець, а не чекати поки державними органами будуть вжиті певні примусові заходи. Адже саме на роботодавця Законом України «Про охорону праці» покладено персональну відповідальність за створення належних і безпечних умов праці.

Створення безпечних та здорових умов праці, зниження рівня виробничого травматизму та професійних захворювань повинно стати повсякденною турботою нашої держави і розглядатися як одне з найважливіших завдань у сфері виробництва. Тому зниження рівня виробничого травматизму та професійних захворювань на промислових підприємствах повинно здійснюватись спільними зусиллями організацій, роботодавців та профспілок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз страхових нещасних випадків на виробництві та профзахворювань за 2011 рік [Електронний ресурс] / Фонд соціального страхування від нещасних

випадків на виробництві та професійних захворювань України. — Режим доступу: <http://www.social.org.ua/view/2470>

2. *Відомості* про стан виробничого травматизму [Електронний ресурс] / Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки України. — Режим доступу: http://www.dnop.kiev.ua/index.php?option=com_content&task=category§ionid=32&id=166&Itemid=225

3. *Любимов В.С., Паршенко К.А.* Аналіз динаміки та стану виробничого травматизму у промисловості за перше півріччя 2012 року / Вісник Хмельницького національного університету. — № 5. — 2012. — С. 30 – 34.

Науковий керівник: В.А. Заєць

15. НАРКОМАНІЯ — ПАНДЕМІЯ ХХІ СТОЛІТТЯ

О.Н. Якімова

Національний університет харчових технологій

У сучасному світі необмежених можливостей із розвитком суспільства з'явилися не лише нові досягнення у науці та техніці а й нові хвороби, породжені розвитком цивілізації. Це насамперед ВІЧ та СНІД, наркоманія та ігрова залежність.

Для мене проблема наркоманії є особливою та актуальною через те, що людина, яку я знала з дитинства, пройшла тяжкий шлях від талановитого підлітка до наркомана й не мала сил повернутися. Якщо пияцтво на початковому етапі — це результат неправильного виховання, слабохарактерності, розбещеності, імітації дурних навичок, то наркоманія з самого початку — серйозна хвороба, що потребує спеціального лікування. Потрібні великі зусилля, щобвилікувати і перевиховати наркомана. Немає нічого більш жахливого, аніж мати члена сім'ї — наркомана, що по своїй волі змушує страждати не тільки самого себе, а й своїх рідних [1].

Кількість людей, які вживають наркотики близько 100 тисяч (за офіційними даними). Реальна цифра людей, що вживають наркотики, за оцінками МВС, в 10 – 12 разів більша, і складає 800 – 900 тисяч, а тенета наркобізнесу ловлять все нові жертви. За даними Інтерполу, в Україні зареєстровано 65 тисяч розповсюджувачів наркотиків. Наркоманія — це стан систематичної або хронічної інтоксикації, яке викликана вживанням наркотичних речовин. Головною її ознакою є залежність від будь-якої хімічної речовини, що викликає ейфорію або змінене сприйняття реальності.

До початку 20 століття практично не існувало обмежень на виробництво й споживання наркотиків. Іноді робилися спроби скоротити або взагалі заборонити використання певних речовин, але вони були нетривалими й, як правило, невдалими. Традиційні регіони широкої розповсюдженості наркоманії: Крим, Дніпропетровська область, Одеська область, Запорізька область, Луганська область, місто Київ — де зареєстровано 64 % споживачів наркотиків.

Наркоманія супроводжує різні форми злочинності, тому що, по-перше, з метою отримання наркотиків наркомани вчиняють тяжкі й особливо тяжкі корисливі і корисливо-насилницькі злочини. По-друге, наркомани часто чинять злочин під безпосереднім впливом наркотиків на психіку [1].

З точки зору психофармакологічного впливу наркотики можна розподілити на три великі групи:

– наркотики, які пригнічують діяльність центральної нервової системи (опіати, барбітурати);

– наркотики, які збуджують діяльність центральної нервової системи (амфетаміни, кокаїн, гашиш);

– наркотики, які викликають галюцинації (марихуана, мускатний горіх, ЛСД, мескалін, псилоцибін).

При постійному вживанні виникає залежність.

Залежність характеризуєть:

– сильне бажання або непереборна потреба (нав'язливий стан) подальшого прийому наркотику, а також спроби отримати його за будь-яку ціну;

– психічна (психологічна або емоційна) залежність від ефекту наркотику;

– Стрімко падає інтелект, інтереси стають примітивними, втрачається пам'ять. втрата зацікавленості до навчання, праці, захоплень — втрачає інтерес до життя, своїх друзів і близьких.

Вихід із наркотичного сп'яніння супроводжується безсиллям, болем у різних частинах тіла, можуть бути такі зміни у поведінці, характері та фізіології:

– різкі зміни у поведінці (необгрунтована агресивність, злобність, зміна кола друзів та ін.), що не були властивими раніше;

– поява брехливості, відчуженості;

– наявність слідів від ін'єкції;

– розлади апетиту;

– коливання розміру зіниць.

Подолання наркоманії не є єдиномomentним процесом.

Найважливішою умовою профілактики наркоманії є здорова морально-етична атмосфера в колективі. Соціологічні дослідження показують, що в 47 % випадків сама обстановка в колективі впливає на вживання наркотиків, створення атмосфери дружби і товариської взаємодопомоги — це найважливіша гарантія запобігання наркоманії.

Важко переконати того, хто приймає наркотики, відмовитися від цього зілля. Адже наркоманія не примха, це хвороба, для подолання якої слід звернутися до спеціалістів.

ЛІТЕРАТУРА

Україна. Верховна Рада. Постанова: Про інформацію Кабінету Міністрів України про посилення боротьби з наркоманією в Україні // Відомості Верховної Ради України. — 2005. — 28груд.(№ 48). — С. 2557 – 2559. Постанова від 22 вересня 2005 р. № 2895-IV.

Науковий керівник: В.А. Заєць

16. МОЖЛИВОСТІ ЗНИЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ У ПРОДУКТАХ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РЕЖИМУ ХАРЧУВАННЯ ЛЮДЕЙ

О.І. Мохнач

Національний університет харчових технологій

Радіонуклід — атом з нестійким ядром, що характеризується додатковою енергією, яка доступна для передачі до створеної радіаційної частинки, або до одного з електронів атома в процесі внутрішньої конверсії [2]. Радіоактивні

матеріали увійшли до складу Землі із самого її виникнення. Навіть людина злегка радіоактивна, бо в будь — якій живій тканині присутні сліди радіоактивних речовин. Система радіаційного моніторингу в Україні після Чорнобильської катастрофи досі не отримала належної законодавчої, нормативно-правової і, як наслідок, дієвої фінансової підтримки. Система радіаційного контролю продукції, яка виробляється на радіоактивно забруднених землях, є більш розвинутою, проте скорочення більш ніж втричі обсягів фінансування цього напрямку у видатках на подолання наслідків Чорнобильської катастрофи за останні 10 років призвело до фактичної руйнації розвинутої мережі радіаційного контролю на території зон радіоактивного забруднення, перш за все, в сільськогосподарській галузі. Радіоактивні речовини можуть перебувати в повітрі, яким дихає людина, в їжі, чи у воді. Розрізняють поверхневе та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами. При поверхневому забрудненні радіоактивні речовини, що переносяться повітряним середовищем, осідають на поверхні продуктів, та частково проникають всередину рослинної тканини. При цьому затримуються не тільки розчинні форми радіоактивних з'єднань, а й нерозчинні. Поверхневе забруднення легко видаляється навіть через декілька неділь.

Структурне забруднення обумовлене фізико-хімічними властивостями радіоактивних речовин, складом ґрунту, фізіологічними особливостями рослин. Основними каналами виведення радіонуклідів з організму ссавців є шлунково-кишковий тракт і нирки, а у лактуючих тварин, крім того — молочні залози. Частина продуктів ділення, яка надійшла в організм лактуючих тварин, виводиться разом з молоком. У дослідях на лактуючих козах і коровах доведено, що концентрація радіонуклідів у молоці завжди у 5 – 10 разів вища, ніж у плазмі крові. Найбільш високі концентрації радіонуклідів у молоці корів спостерігаються у зимові та весняні місяці, що пояснюється зменшенням потреби щитовидної залози в йоді і підвищенням поглинання його молочною залозою.

Зменшення надходження радіонуклідів в організм з їжею можна досягти шляхом зниження їх кількості в продуктах харчування за допомогою різних технологічних та кулінарних обробок харчової сировини. За рахунок обробки харчової сировини — ретельного миття, чистки продуктів, відділення малоцінних частин можливо видалити від 20 до 60 % радіонуклідів.

Єдиним способом термічної обробки харчової сировини в умовах підвищеного радіоактивного забруднення є відварювання [1]. Під час відварювання значна частина радіонуклідів переходить у відвар. Тому в умовах підвищеного забруднення продуктів харчування радіонуклідами не рекомендується використовувати відвари в їжу. Довівши до кипіння і поваривши харчову сировину протягом 5 – 10 хвилин, відвар потрібно злити і продовжувати варити у новій порції води; цей відвар можна використовувати в їжу. Цей спосіб варіння дієвий у приготуванні перших страв, гарнірів, але не для приготування грибів.

У зв'язку з тим, що гриби можуть бути значно забрудненими радіонуклідами, воду, в якій варилися гриби, доцільно зливати 2 – 3 рази, замінюючи її на нову.

Зниження складу радіонуклідів у молочних продуктах можна досягти шляхом отримання із молока жирових та білкових концентратів. При переробці молока у вершки залишається не більше 9 % цезію і 5 % стронцію, в тварозі — 21 % цезію та 27 % стронцію в сирах 10 % цезію і 45 % стронцію. У вершковому маслі біля 2 % цезію від його складу в молоці.

Особливий інтерес становить вплив технологічного режиму виробництва на плодови і овочеві консерви. При нормальній технологічній переробці основних фруктів і овочів вміст стронцію у готовому продукті зменшується майже у 6 разів порівняно із сировиною.

Отже, щоб запобігти забрудненню продуктів харчування необхідний їх радіаційний контроль. Це процес досить складний, потребує певного мінімуму параметрів. Значимість проблеми підсилюється також небезпекою, яку створюють для здоров'я людини навіть мінімальні кількості радіонуклідів у їжі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Воробйов О.О.* Радіаційна обстановка, яка склалась після аварії на ЧАЕС та її вплив на людину. Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Динаміка наукових досліджень — 2006», Т.6. — Дніпропетровськ, 2006. — С.62 – 64.

2. *Пішак В.П., Радько М.М., Воробйов О.О.* Безпека життєдіяльності: Підручник. — Чернівці: Книги — ХХІ, 2007. — 360с.

Науковий керівник: В.А. Заєць

17. РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ПІДПРИЄМСТВ КОМБІКОРМОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Ю.М. Куть

Національний університет харчових технологій

Комбікормові підприємства, метою яких являється виробництво високоякісного комбікорму для відгодівлі тварин. В процесі виробництва використовується великий асортимент сировини (в тому числі і зернової).

Пиловий вибух є найстрашнішим наслідком присутності зернового пилу.

Зерновий пил, джерелом якого є тертя зерен одне об одне, під час будь-якого пересування, при мінімальній концентрації в повітрі має більш руйнівну силу, ніж динаміт.. Всі ці фактори присутні в будь-якому зерносовищі або на переробному підприємстві.

Причиною масштабних руйнувань підприємств є вторинний пилової вибух. Це вище призводить до більш тяжких наслідків, ніж первинний «хлопок». Наприклад, однією з причин займання є засипка норії. Пробуксовка стрічки на привідній станції призводить до задимлення та займання, що в свою чергу викликає спалах зернової пилу [1].

Критерієм стійкості інженерно-технічного комплексу підприємства до дії ударної хвилі є максимальне значення надлишкового тиску, під час дії якого будівлі, споруди, обладнання та комунікації підприємства ще зберігаються або отримують слабкі чи середні руйнування. Ці значення надлишкового тиску прийнято вважати граничним рівнем стійкості об'єкта щодо ударної хвилі. Стійкість об'єкта визначають стійкістю кожного елемента інженерно-технічного комплексу.

Для стабільної роботи підприємства потрібно мати надійну систему водо-, газо- та електропостачання.

Як кількісний показник стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі приймається значення надлишкового тиску, при якому будівлі, споруди і обладнання об'єкта зберігаються або отримують слабе і середнє руйнування. Це значення надлишкового тиску прийнято вважати межею стійкості об'єкта до ударної хвилі $\Delta P_{\text{ф.лім.}}$. Оцінка стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі зводиться до визначення $\Delta P_{\text{ф.лім.}}$.

I. Визначення максимального значення надлишкового тиску ударної хвилі $\Delta P_{\text{ф.макс.}}$.

II. Виділення основних елементів на підприємстві (цехів, дільниць виробництва, систем), від яких залежить функціонування заводу і випуск необхідної продукції.

III. Оцінка стійкості кожного елемента підприємства (цеху, дільниці виробництва, системи).

IV. Визначення межі стійкості об'єкта до впливу ударної хвилі.

Проведений аналіз показує, що межа стійкості об'єкту становить 10 кПа (через низьку межу стійкості виробничих цехів, котельної зокрема, вразливості обладнання).

Аналіз характеру і ступеня руйнування на об'єкті дозволяє уявити загальну обстановку на об'єкті, оцінити можливість виникнення повторних вражаючих чинників і наслідків від їх впливу, розробити конкретні заходи по підвищенню стійкості елементів і об'єкта загалом.

Для підвищення стійкості виробничих приміщень та котельної необхідно зміцнити конструкції шляхом: підсилення окремих елементів і конструкцій будівель (споруд) шляхом використання нових більш міцних та легких матеріалів; підсилення цокольного поверху прогонами; закладання віконних пройомів цеглою, щитами та ін.; прибудовування підкосів, контрфорсів; заміна звичайного скла армованим або синтетичним; установлення додаткових опор для зменшення прольотів; установлення бетонних або металевих поясів жорсткості конструкції.

Захист технологічного обладнання входить до загального комплексу інженерно-технічних заходів з підвищення стійкості роботи передбачає: розміщення нестійкого до ударних впливів цінного та унікального обладнання в міцних, заглиблених або підземних спорудах; підготовка індивідуальних захисних пристроїв до використання (розміщення їх біля цінного та унікального обладнання); міцне закріплення обладнання на фундаментах; встановлення контрфорсів, які підвищують стійкість обладнання щодо перекидання його швидкісним напором ударної хвилі; створення необхідних запасів найбільш уразливих деталей, вузлів агрегатів тощо.

Вразливі вузли обладнання слід закрити захисними кожухами, встановити додаткові огорожувальні колони.

Всі заходи щодо підвищення стійкості основних елементів інженерно-технічного комплексу повинні здійснюватись згідно нормативних актів та вимог, що висуваються наглядовими органами держави.

Вказані заходи дозволяють забезпечити нормальне функціонування підприємства при надлишковому тиску в умовах стихійного лиха чи при вибуху.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Хіврич О.В., Заєць В.А.* Оцінка стійкості функціонування об'єкта в надзвичайних ситуаціях. для студентів усіх спец. денної та заочної форм навчання. — К.: НУХТ. 2009. — 45с.

Науковий керівник: В.А. Заєць

18. ГЛОБАЛЬНЕ ПОТЕПЛІННЯ: ВПЛИВ НА ЛЮДИНУ

П.М. Ткачук

Національний університет харчових технологій

Погода і клімат як основні явища природи чинять безпосередній вплив як на здоров'я людини так і на його повсякденну діяльність. Зміна клімату збільшує зовнішні і внутрішні теплові навантаження і може призвести до зниження здоров'я і продуктивності мільйонів трудящих. Дослідницька робота багатьох вчених світу обумовлена феноменом глобального потепління, який супроводжується рядом негативних наслідків для людини.

У 70-х роках ХХ-го сторіччя були опубліковані роботи, в яких обґрунтовувалася концепція зміни клімату в бік його потепління і в якості головної причини цього процесу вказувалося на накопичення в атмосфері вуглекислого газу. Основним джерелом утворення CO₂ є спалювання палива (кам'яне вугілля, нафта), а також його похідних (мазут, гас, бензин, метан, природний газ). CO₂ надходить в атмосферу від промислових підприємств (металургійні, хімічні, теплоелектростанції та ін), побутових об'єктів (котельня, житлові будинки, спалювання сміття і т.д.), а також від транспорту (сухопутний, повітряний, водний). Загальновізвано, що підвищений вміст CO₂ створює, так званий, парниковий ефект. Вуглекислий газ не перешкоджає надходженню сонячної радіації на Землю, але не пропускає довгохвильове випромінювання, яке йде від Землі, що призводить до підвищення температури нижнього шару повітря, а, отже, потепління клімату Землі. Щоб зупинити процес глобального потепління на планеті, необхідно до 2050 року знизити загальний рівень викидів CO₂ на 70 %, порівняно з рівнем 1990 року.

За даними ООН до 2100 року в середньому температура на поверхні Землі підвищиться на 2 °С. Підвищення температури буде викликати зникнення «крижаних шапок» Землі, почнеться руйнування крижаного пласта Антарктиди, а, отже, підвищення загального рівня Світового океану і, як наслідок цього, затоплення значних територій. Підвищення температури - це порушення в цілому екологічної рівноваги на Землі (грунт, вода, повітря, рослинний і тваринний світ, людина). [1]

За підсумками проведення останніх соціально-економічних моніторингів зміна клімату найчастіше впливає на продуктивність праці. Необхідною умовою нормальної трудової діяльності людини є забезпечення нормальних метеорологічних умов у приміщеннях, що роблять істотний вплив на самопочуття людини. Теплообмін між людиною і навколишнім середовищем здійснюється конвекцією внаслідок омивання тіла повітрям [2].

На конкретному робочому місці умови праці складаються з різних елементів. Співвідношення елементів досить динамічно, і залежить від безлічі факторів, що впливають на робітника, викликаючи різні наслідки. Розглядаючи метеорологічні умови впливають на робітника можна виділити ряд найбільш небезпечних факторів:

1. Ризик виникнення теплових ударів, перегрівання та формування патологічних реакцій. Основою порушення функціонального стану організму є суттєві зміни біохімічних процесів в тканинах організму. Характер дії підвищеної температури

виявляється в змінах функцій антиоксидантної системи еритроцитів крові, в пошкодженні мембранних білків, появу структурних змін в тканинах.

2. Ризик загострення серцево-судинних захворювань. При температурі навколишнього середовища понад 40 °С при наявності фізичних навантажень у людини відбувається зміна функціональної активності системи кровопостачання, порушуються функції імунного захисту організму, порушується серцева діяльність.

3. Порушення водного обміну. Тривалий вплив високої температури на тіло людини при одночасній підвищеній вологості приводить до збільшення температури людини до 38 – 40 °С (гіпертермія). При підвищенні температури значно збільшується потовиділення. Разом з потом з організму виділяється значна кількість солей, головним чином хлористого натрію, калію, кальцію. Зростає вміст у крові молочної кислоти, сечовини, внаслідок чого вона згущується. Перегрів тіла людини супроводжується головними болями, запамороченням, нудотою, загальною слабкістю, іноді можуть виникати судоми і втрата свідомості.

4. Ризик уражень слизової оболонки рогівки очей. Інтенсивність видимого випромінювання до 40 Вт/м² (60000 лк), і при яскравості до 500 кд / м і вище, а також при наявності відбитого блиску від оточуючих поверхонь призводять до стомлення зорового аналізатора та формування захворювань типу блефаритів, катаракти, опіків сітківки.

5. Ризик виникнення професійних дерматитів. У спектрі сонячного випромінювання присутні не тільки видиме й інфрачервоне випромінювання, але і ультрафіолетове. Найбільш небезпечним наслідком є злоякісні утворення.

6. Зміна психологічного здоров'я. Дослідники стверджують, що ця проблема може стати однією з важливих медико-санітарних наслідків зміни клімату. Британські експерти в галузі психіатрії прийшли до висновку, що зміна клімату може мати значний негативний вплив на психічне здоров'я працюючої людини. [3]

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кренина Н.В.* Экология. Общая, социальная, прикладная: — Томск: Изд-во ТПУ, 2006. — 149 с.

2. *Malchaire J., Kampmann B., Mehnert P. et al.* Assessment of the risk of heat disorders encountered during work in hot conditions. *Int J Occ Environ Health.* 2002;75:153 – 162.

3. *Page L., Howard L. Cambr. J. Online Psych. Med.* Psychiatric morbidity & cognitive representations of illness in chronic daily headache. 2004. — 8 p.

Науковий керівник: А.О. Сірик

19. ПРО ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФЛОРИМІЦИНУ

О.В. Євтушенко

Національний університет харчових технологій

Проектування будівель для виробництва флориміцину показало, що виробничий комплекс повинен складатись з п'яти спряжених впритул будівель: 1 —

однопрогінна одноповерхова будівля, в якій готують поживне середовище та проводять його стерилізацію: в тій же будівлі розташовані венткамери і склад твердої сировини (висота будівлі 6 м, ширина прогону 18 м, довжина будівлі — 12 м, об'єм — 1296 м³); 2 — двоповерхова будівля, в якій розташовані інокулятори та ферментер, а у відокремленій частині — реактор для змішування КР з фільтроперлітом, автоматичні фільтр-преси (висота поверху 6 м, сітка колон 6×6, довжина будівлі — 18 м, об'єм — 3888 м³); 3 — однопрогінна одноповерхова будівля, в якій розташовані іонообмінні колони (висота будівлі 8,4 м, ширина прогону 18 м, довжина будівлі — 18 м, об'єм — 2721,6 м³); 4 — однопрогінна одноповерхова будівля, в якій розташовано обладнання для обробки елюату і одержання готового продукту, венткамера і склад готової продукції (висота будівлі 4,8 м, ширина прогону 18 м, довжина будівлі — 18 м, об'єм — 1555,2 м³); 5 — однопрогінна одноповерхова будівля, в якій розташовані побутові приміщення, цитова, лабораторії, майстерні, адміністративні приміщення (висота будівлі 3,6 м, ширина прогону 9 м, довжина будівлі — 72 м, об'єм — 2332,8 м³). Крім будівлі 5 при проектуванні обрані уніфіковані будівлі каркасного типу. Для огороження будівель застосовані цегляні стіни товщиною 380 мм [2].

Згідно з технологією виробництва в інокуляційному і ферментаційному відділенні підтримують асептичні умови, тому вони повністю відокремлені від інших приміщень, а вхід у склад і вентиляційну камеру можливий лише зовні будівлі. На першому поверсі будівлі 2 передбачений склад кізельгуру [7]. Для сполучення між поверхами у протилежних кінцях будівлі встановлено сходові клітини.

Основною несучою конструкцією будівель виробничого корпусу є залізобетонні колони перерізом 400×400 мм, які встановлені в стовпчасі фундаменти стаканного типу. Фундаменти зв'язані між собою фундаментними балками таврового перетину шириною 400 мм, верх яких знаходиться на відмітці мінус 0,03 м. Вони опираються на бетонні стовпчики на виступах фундаментів. Під балками влаштовано траншею глибиною 0,6 м, яка заповнена крупнозернитим піском [6].

У конструкції міжповерхового перекриття використані залізобетонні ригелі прямокутного перерізу 300×800 мм ребристі плити перекриття розміром 1,5×6 м і висотою 0,4 м ригелі опираються на консолі колон.

В конструкціях покриття одноповерхових будівель 1,3 і 4 використані двоххилі крокв'яні балки завдовжки 18 м, а у двоповерховій будівлі — плоскі балки завдовжки 6 м і заввишки 0,6 м. на крокв'яні балки опираються залізобетонні ребристі плити покриття 3×6 м і заввишки 0,3 м.

Одноповерхова будівля 5, у якій розміщені допоміжні приміщення — безкаркасного типу. Для покриття використані плоскі пустотілі плити розміром 1,5×6 м, або 1,2×6 м, заввишки 220 мм. Вони опираються на цегляні стіни товщиною 380 мм. Фундамент будівлі є стрічковим збірним, який складається із залізобетонних плит і бетонних блоків.

В будівлі відділення і очищення флориміцину, де у значних кількостях використовують метанол, плити покриття між ребрами мають отвори, які закриті хвилястими азбестовими листами (покриття, що легко скидається у випадку вибуху).

Підлоги приміщень на першому поверсі зроблені безпосередньо на ґрунті по бетонній підготовці, а на межповерховому перекритті — по залізобетонних плитах перекриття. В тих місцях перекриття, де встановлення плит неможливе,

підлоги зроблені з монолітного залізобетону. Для покриття підлоги використано різні матеріали — керамічну плитку, лінолеум, асфальтобетон, бетон з мармуровим дрібняком [2 – 6].

ЛІТЕРАТУРА

1. *Уайт В.* Технология чистых помещений. Основы проектирования, испытаний и эксплуатации. Пер. с англ. — М., 2004. — 360с.
2. ДБН А.2.2-3 – 2004 Проектування. Склад порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва [Текст]. — К.: Держбуд України, 2004.
3. ДБН В. 1.2-7 – 2008 СНББ. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. — К.: Держбуд України, 2008.
4. ДБН В. 1.2-8 – 2008 СНББ. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища. — К.: Держбуд України, 2008.
5. СНиП 2.09.02 – 85. Производственные здания. — М., 1991. — 14с.
6. СНиП 3.03.01 – 87. Несущие и ограждающие конструкции. — М., 1991.
7. *Лікарські засоби.* Належна виробнича практика. СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2011. Державна служба України з лікарських засобів. — К., 2011.

20. ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ПІДПРИЄМСТВАХ М'ЯСНОЇ І ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Р.А. Морозюк

Національний університет харчових технологій

При проектуванні, будівництві або реконструкції підприємств харчової промисловості важливим завданням є захист огороджувальних конструкцій виробничих будівель, цехів переробки, складських приміщень і т.п. від несприятливих температурно-вологісних впливів, агресивних середовищ техногенного та природного характеру [1]. Надійно захистити металеві, бетонні та інші поверхні будівельних конструкцій та обладнання, можна лише при правильному виборі захисного матеріалу, конструкції захисного покриття і технологічних прийомів по його влаштуванню. Для вирішення цих завдань необхідні покриття, що дозволяють здійснювати комплексний захист будівельних і конструкційних матеріалів і яким притаманні високі: гідро- паро- газоізоляційні характеристики, хімічна і біологічна стійкість, технологічність, довговічність, екологічна безпека.

До найбільш вразливих бетонних конструкцій в першу чергу відносяться покриття підлог у виробничих цехах підприємств м'ясної, молочної, фармацевтичної промисловостей, холодильних камер, а також у складських приміщеннях. Вони піддаються руйнівній дії комплексу факторів: агресивних середовищ кислотного та лужного характеру, різних сольових розчинів, речовин тваринного походження, перепадів температур і інтенсивних механічних навантажень від переміщення транспортних засобів, падіння, волочіння предметів та ін.

Мозаїчні та бетонні покриття підлог, як показав багаторічний практичний досвід застосування, обмежено довговічні через цементне в'язуче, яке знаходиться у цих

матеріалах. Складові, що містяться в сировині і в продуктах переробки підприємств харчового комплексу, м'ясомолочної промисловості, переробки риби (ефірні масла, цукор, глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, лимонна кислота, вуглекислий газ, чиста і пом'якшена вода, дріжджі, м'ясний сік, тваринні жири, розчини солі, органічних кислот, рослинні олії і ін) при контакті з цементним в'язучим бетоном призводять до швидкого його руйнування.

Покриття підлог харчових галузей крім відходів продуктів переробки піддаються впливу дезінфікуючих, знезаражувальних і миючих розчинів, гарячої та холодної води, які також досить агресивні по відношенню до покриттів підлог із застосуванням цементних в'язучих.

Одним з ефективних способів захисту бетонних підлог від зниження міцності та стійкості є застосування герметизуючих поліуретанових композицій. Надаючи підлозі гарні декоративні властивості — колір, фактуру, блиск вони не викликають корозії підлог. За рахунок стійкості покриття до утворення тріщин знижується ризик утворення сколів і вибоїн при русі вантажно-розвантажувальних механізмів. Поліуретани стали широко застосовувати в різних галузях в якості фарбувальних, ремонтних і захисних покриттів, що знаходяться в складних експлуатаційних умовах замінивши ними загально поширені алкідні і епоксидні смоли з середини 80-х років.

В усьому світі наростаючими темпами продовжується процес заміщення традиційних ізоляційних технологій на більш сучасні. Зростаючі вимоги до якості та екології, ставлять на передній план завдання по розробці і впровадженню поліуретанових одно-і двокомпонентних матеріалів з низьким вмістом розчинників, без розчинників, водних поліуретанових дисперсій, систем з використанням нанотехнологічних продуктів.

Одним з найбільш надійних шляхів збільшення терміну служби покриттів підлог на підприємствах з агресивними середовищами є застосування 2 – 3-шарових конструкцій полімерного покриття, в якому розділені на шари функції опору різним видам впливів і насамперед ударних навантажень і впливу агресивних середовищ. Полімерна композиція для верхнього лицьового шару вибирається з умови забезпечення максимальної хімічної стійкості, відмінною адгезії до різних матеріалів, термостійкості і укривістості, а матеріал нижнього шару — максимальної ударостійкості.

Захисні ПУ-покриття різного призначення можуть бути застосовані також у напрямках [2]:

- гідроізоляція бетонних і цегляних огорож з метою захисту від руйнуючої дії водного конденсату в умовах підвищеної вологості навколишнього повітря;
- біологічний захист обштукатурених стін, колон, стель виробничих приміщень в місцях інтенсивного утворення грибкової цвілі;
- пароізоляція огорожувальних конструкцій холодильних камер;
- антикорозійний захист технологічного обладнання та холодильних трубопроводів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Повышение долговечности строительных конструкций полимерными покрытиями.* Архитектура и строительство №6 (230) 2012 г.

2. *Корниенко В.Н., Амлеев П.В., Ерымовский В.Г., Ионова М.А., Щербаков И.А.* Научно-практические рекомендации по получению и применению защитных

покрытий различного назначения на основе полиуретановых предполимеров в отраслях агропромышленного комплекса. М.: ООО «ДоМира Принт» 2008. — 70 с.

Науковий керівник: Г.Р. Ашмаріна

21. ДЕЯКІ МЕТОДИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Є.А. Найко

Національний університет харчових технологій

Харчова промисловість займає одне з перших місць у формуванні бюджету країни. Визначити розмір енергоспоживання в харчовій промисловості дуже важко, оскільки сюди входить багато різноманітних процесів. Крім того, до теперішнього часу питання енерговикористання в цій галузі вважалися несуттєвими. Очевидно, що головним у їх вирішенні повинно стати глибоке вивчення всієї галузі харчової промисловості з різноманітним її процесів, модернізація та технічне переоснащення.

В основному це питання, тісно пов'язане з упаковкою харчових продуктів. Приготування та упаковка харчових продуктів містять багато різних процесів, більша частина з яких вимагає нагрівання або охолодження (наприклад, при виробництві молока або консервованих продуктів) [1].

Розглянемо дві специфічні галузі харчової промисловості: виробництво консервованих продуктів і молочну промисловість (зокрема, технологію виробництва молока та затарювання в пляшки). При консервуванні особливий інтерес представляють зміна температури, технологія нагріву і стерилізація. У молочній промисловості витрачається значна кількість енергії при підготовці тари для молока, а також для обробки самого молока. Також ці галузі виділені тому, що в них інтенсивно використовуються вода і пара.

Приготування та упаковка харчових продуктів у багатьох випадках вимагають нагрівання чи охолодження. Визначити розмір енергоспоживання в харчовій промисловості досить важке завдання, оскільки сюди входить багато різноманітних процесів. Крім того, до теперішнього часу питання енергоспоживання в цій галузі вважалися несуттєвими.

У процесах консервування харчових продуктів, як найбільш енергоємних, фахівці пропонують наступні методи економії енергії:

– підтримувати необхідну температуру в процесах нагрівання для виключення перегріву, пов'язаного із втратою енергії;

– там, де це можливо, використовувати безперервний, а не періодичний процес. Наприклад, при стерилізації безперервний процес більш прийнятний, ніж при варінні;

– додавати мінімальну кількість води, щоб на наступних стадіях не затрачати додаткову енергію на її випаровування. Спосіб варіння в кожному конкретному випадку повинен досліджуватися про точки зору ефективності енерговикористання.

У безперервному процесі є більше можливостей для утилізації тепла. Під час охолодження продукту переважніше, де це можливо, використовувати вторинну теплоту. Якщо немає необхідності в швидкому охолодженні продукту, слід використовувати природну конвекцію. Якщо неможливо обійтися без періодичного процесу, можна використовувати різні ємності для збору відпрацьованої води з метою подальшого її використання в технологічному процесі.

У виробництві консервованих продуктів часто не надають значення регулюванню температури, що призводить до перевитрати енергії. При стерилізації незнання процесів перенесення тепла від консервної тари до вмісту призводить до значних перевитрат енергії за рахунок надмірного нагріву для забезпечення якості продукції. Для визначення необхідної межі нагріву необхідна повна характеристика продукту, оскільки руйнування бактерій залежить як від температури, так і від часу. Наприклад, обробка протягом хвилини при $t = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ дає такий же ефект для знищення бактерій, як і обробка протягом 100 хв при $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Залежність часу нагрівання від температури має різко виражений нелінійний характер, тому дуже важливо забезпечити точність вимірювання температури. Якщо температура відома, то можна точно визначити кількість необхідного тепла за певний час для створення умов стерилізації. Одним з методів визначення температури усередині консервної банки може бути радіотелеметричний метод. На його основі можна встановити оптимальні умови для нагріву банок і підтримки необхідної температури. Цей метод може бути використаний для оптимізації умов охолодження різних продуктів [2].

Для стерилізації може застосовуватися іонізація випромінюванням, коли бактерії знищуються під дією інтенсивних високочастотних полів, що дозволяє здійснювати процес без відчутного нагрівання продукту. Це також дає значну економію енергії.

Процеси нагріву як спосіб поліпшення технології консервування продуктів можливо виробляти в киплячому шарі, що також підвищує ефективність процесу.

Утилізація тепла може також здійснюватися в процесах молочної промисловості.

Наприклад, при митті пляшок, коли послідовно здійснюється нагрівання та охолодження, економія енергії може бути досягнута, з одного боку, за рахунок поліпшення тари (пляшок), щоб витратити на їх обробку менше енергії, з іншого — застосування утилізаційних систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Малярєнко В.А.*, Теплоенергетичні установки та економічні аспекти виробництва енергії, — К., Політехніка. — 2003. — 233 с.

2. *Вагин Г.Я., Лоскутов А.Б.*, Економія енергії в промисленості, НГТУ. — 1998. — 221 с.

Науковий керівник: Г.Р. Ашмаріна

22. ВІТАМІНИ У НАШОМУ ЖИТТІ

А.Ю. Добривечір

Національний університет ДПС України, м. Ірпінь

Протягом останніх десятиліть, енерговитрати людини знизилися в 2 – 2,5 рази. У стільки ж раз повинно було зменшитися і споживання їжі, бо переїдання та надмірна вага є основною причиною багатьох захворювань ХХІ ст., зокрема серцево-судинних. Але їжа — це не лише джерело енергії, вона одночасно і джерело вітамінів, мікроелементів, амінокислот тощо і, тому, зменшуючи її загальну кількість, ми неминуче прирікаємо себе на вітамінний голод [1].

Ще з дитинства ми всі знаємо, що цінним джерелом вітамінів і корисних елементів є овочі та фрукти. Забезпечити свій організм ними можна двома шляхами: природним (збалансоване та здорове харчування) та штучним (вживання вітамінів у вигляді пігулок). У війні між свіжими овочами, фруктами і вітамінами в пігулках перемогу останнім часом здобувають останні. З приводу переваг і недоліків надходження вітамінів в організм думки лікарів і вчених розділяються. Сьогодні у нашому раціоні зросла частка продуктів, що піддаються консервації; продуктів тривалого зберігання; продуктів, при вирощуванні яких використовуються отрутохімікати і т.д., що неминуче веде до істотної втрати вітамінів в них.

Розрахунки показують, що навіть відповідний середнім енерговитратам сучасної людини раціон на 2500 ккал, збалансований і різноманітний, дефіцитний по більшості вітамінів на 20 – 30 % [2]. Крім цього на вміст вітамінів у овочах та фруктах впливають і такі чинники [2, 3]:

- в середньому, 9 місяців на рік європейці вживають в їжу овочі, вирощені в теплицях або після тривалого зберігання; такі продукти мають значно нижчий рівень вмісту вітамінів у порівнянні з овочами з відкритого ґрунту;
- після 3-х днів зберігання продуктів в холодильнику втрачається близько 30 % вітаміну С; при кімнатній температурі, цей показник складає близько 50 %;
- при термічній обробці продуктів втрачається від 25 % до 90 – 100 % вітамінів;
- світло руйнує вітаміни, зокрема, вітамін В₂, вітамін А боїться ультрафіолету;
- овочі без шкірки містять значно менше вітамінів;
- висушування, заморожування, механічна обробка, зберігання в металевому посуді, пастеризація істотно знижують вміст вітамінів в початкових продуктах, навіть в тих, які традиційно вважаються джерелами вітамінів;
- вміст вітамінів в овочах і фруктах дуже широко варіює в різні пори року.

Результати досліджень щодо вживання вітамінів саме у вигляді пігулок, проведені вченими Фінляндії та співробітниками інституту охорони здоров'я споживачів і ветеринарної медицини в Берліні, довели шкідливу дію бета-каротину для курців, що підвищує вірогідність розвитку раку і легенів та серцево-судинних захворювань. Результати американських вчених показують, що вітаміни, зокрема А та Е, сприяють швидшому розповсюдженні онкозахворювань. За даними інформаційного об'єднання з питань живлення і вітамінів Німеччини, передозування вітаміну А викликає головний біль і шкірні роздратування. Якщо «об'їстися» вітамін В₆, може початися порушення кровообігу в кінцівках; значне перевищення дози вітамінів С, D, Е спричиняє за собою інші біди: від розладу кишечника і кровотечі ясен до атеросклерозу. Дослідження вчених показали, що «наддози» кальцію «б'ють» по нирках, а зловживання вітаміном В може привести до серйозних розладів нервової системи. Залізо в непомірних дозах може привести до початку серцевих захворювань, цинк — до розладу імунної системи, а селен здатний сильно! зменшити кількість волосся на голові і ослабити нігті. І цей перелік можна продовжувати [3]. Тобто одні і ті ж вітаміни і мікроелементи по-різному діють на різних людей. Має значення вік, стать, стан здоров'я пацієнта. Важливо і те, де він живе і ким працює.

Що ж робити тим, хто серйозно стурбований своїм здоров'ям і хотів би його поправити за допомогою вітамінів (адже нестача вітамінів ще небезпечніша, ніж надлишок)? Є два варіанти: або пройти тривалий і дорогий курс обстеження у професійних фахівців, або перейти на свіжі овочі, фрукти і ягоди. Зважуючись на

додаткове приймання вітамінів в пігулках, варто подумати, чи необхідно купувати дорогі імпортні або можна обійтися вітчизняними, які значно дешевше.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бондарев О.* Битва за вітаміни. — Кореспондент. — № 24 від 22.06.12. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ua.korrespondent.net/journal/1365180-korrespondent-bitva-za-vitamini-ovochi-ta-frukti-vtrachayut-oreol-eliksiru-zdorovya>.

2. Помилки про вітаміни. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://infosvit.kiev.ua/pomylky-pro-vitaminy>.

3. Міфи і правда про вітаміни. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://medblog.lviv.ua/nutrition/cikavifakty/192-mfi-pravda-pro-vitamni.html>.

Науковий керівник: І.С. Сагайдак

Для нотаток

Наукове видання

79 МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ

**«НАУКОВІ ЗДОБУТКИ МОЛОДІ —
ВИРШЕННЮ ПРОБЛЕМ ХАРЧУВАННЯ
ЛЮДСТВА У ХХІ СТОЛІТТІ»**

ЧАСТИНА 2

15 – 16 квітня 2013 р.

Відповідальна за випуск Н.В. Акутіна

Комп'ютерна верстка Л.В. Різніченко, М.О. Каленкова, О.В. Компанієць

Підп. до друку 12.04.13 р. Формат 70×100/16.
Обл.-вид. арк. 63,42. Ум. друк. арк. 61,27. Наклад 40 прим.
Вид. № 08/13. Зам. № 257

НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.