

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

85
**Anniversary International
scientific conference of young
scientist and students**

**"Youth scientific achievements
to the 21st century nutrition
problem solution"**

**dedicated to the 135th anniversary of the National
University of Food Technologies**

April 11–12, 2019

Part 2

Kyiv, NUFT, 2019

Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

85
Ювілейна Міжнародна
наукова конференція молодих
учених, аспірантів і студентів

"Наукові здобутки молоді –
вирішенню проблем
харчування людства у ХХІ
столітті"

присвячена 135-річчю Національного
університету харчових технологій

11–12 квітня 2019 р.

Частина 2

Київ НУХТ 2019

85 Anniversary International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", dedicated to the 135th anniversary of the National University of Food Technologies, April 11-12, 2019. Book of abstract. Part 2. NUFT, Kyiv.

The publication contains materials of 85 Anniversary International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century Nutrition problem solution".

It was considered the problems of improving existing and creating new energy and resource saving technologies for food production based on modern physical and chemical methods, the use of unconventional raw materials, modern technological and energy saving equipment, improve of efficiency of the enterprises, and also the students research work results for improve quality training of future professionals of the food industry.

The publication is intended for young scientists and researchers who are engaged in definite problems in the food science and industry.

*Scientific Council of the National University of Food Technologies
recommends for printing, Protocol № 8, 28.03.2019*

© NUFT, 2019

Матеріали 85 Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті", присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій, 11–12 квітня 2019 р. – К.: НУХТ, 2019 р. – Ч.2. – 445 с.

Видання містить матеріали 85 Ювілейної 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 науці та промисловості.

*Рекомендовано вченою радою Національного університету
харчових технологій. Протокол № 8 від 28 березня 2019 р.*

© НУХТ, 2019

Scientific Committee

Chairman:

Anatolii Ukrainets, dr., prof., Ukraine

Vice-Chairman:

Oleksandr Shevchenko, dr., prof., Ukraine
Sergii Tokarchuk, dr., assoc. prof.,
Ukraine

Aleksei Yermakov, dr., assoc. prof.,
Belarus

Ana Leahu, dr., prof., Romania
Anatolii Ladaniuk, dr., prof., Ukraine
Anatolii Zaiinchkovskiy, dr., prof.,
Ukraine

Anatolii Saiganov, dr., prof., Belarus
Andrzej Kowalski, dr, prof, Poland
Cristina Popovici, dr., assoc. prof.,
Moldova

Dumitru Mnerie, dr, prof., Romania
Elza Omarova, Azerbaijan
Galyna Polishchuk, dr, assoc. prof.,
Ukraine

Galyna Simakhina, dr., prof., Ukraine
Georgiana Codina, dr., prof., Romania
Henk Donners, Netherlands
Huub Lelieveld, Netherlands
Igor Elperin, dr., prof., Ukraine
Igor Kirik, dr., assoc. prof., Belarus
Mircea Oroian, dr., prof., Romania
Nadiia Levytska, dr., prof., Ukraine

Nusrat Kurbanov, dr., assoc. prof.,
Azerbaijan
Oksana Medvedieva, Ukraine
Oleksandr Seriogin, dr., prof., Ukraine
Oleksandr Gavva, dr., prof., Ukraine
Petro Shyian, dr., prof., Ukraine
Ruslan Adil Akai Tegin, dr., Kyrgyzstan
Serhii Baliuta, dr., prof., Ukraine
Serhii Vasylenko, dr., prof., Ukraine
Sonia Amariei, dr., prof., Romania
Stanka Damianova, dr., assoc. prof.,
Bulgaria
Stefan Stefanov, dr., prof., Bulgaria
Svitlana Bondarenko, dr., prof., Ukraine
Tamar Turmanidze, dr., assoc. prof.,
Georgia
Tetiana Pyrog, dr., prof., Ukraine
Tomasz Bernat, dr., prof, Poland
Valerii Myronchuk, dr., prof., Ukraine
Virginia Ureniene, dr, prof., Lithuania
Vladimir Pozdniakov, dr., assoc. prof.,
Belarus
Victor Dotsenko, dr., prof., Ukraine
Volodymyr Kovbasa, dr., prof., Ukraine
Volodymyr Zavialov, dr., prof., Ukraine
Yevgen Shtefan, dr., prof., Ukraine
Yelyzaveta Kostenko, dr., assoc. prof.,
Ukraine
Zhanna Koshak, dr., assoc. prof., Belarus

Organizational committee

Oleksandr Shevchenko, dr., prof., Ukraine
Natalia Akutina, Ukraine
Oleksii Gubenia, dr., assoc. prof., Ukraine
Oleg Galenko, dr., assoc. prof., Ukraine
Mykhailo Arych, dr., assoc. prof., Ukraine
Oleksandr Liulka, dr., assoc. prof., Ukraine

Науковий комітет

Голова:

Анатолій Українець, д.т.н., проф.,
Україна

Заступники голови:

Олександр Шевченко, д.т.н., проф.,
Україна
Сергій Токарчук, к.т.н., доцент,
Україна

Алексей Єрмаков, к.т.н., доц., Беларусь
Ана Леаху, д-р, проф, Румунія
Анатолій Ладанюк, д.т.н., проф.,
Україна
Анатолій Заїнчковський, д.е.н., проф.,
Україна
Анджей Ковальські, д-р, проф, Польща
Анатолій Сайганов, д.е.н., проф.,
Беларусь
Валерій Мирончук, д.т.н., проф.,
Україна
Віктор Доценко, д.т.н., проф., Україна
Віргінія Юренієне, д-р, проф., Литва
Владімір Поздняков, к.т.н., доц.,
Беларусь
Володимир Зав'ялов, д.т.н., проф.,
Україна
Володимир Ковбаса, д.т.н., проф.,
Україна
Галина Поліщук, д.т.н, доцент, Україна
Галина Сімахіна, д.т.н., проф., Україна

Георгіана Кодіна, д-р, проф, Румунія
Думітру Мнеріє, д-р, проф., Румунія
Ельза Омарова, Азербайджан
Євген Штефан, д.т.н., проф., Україна
Жанна Кошак, к.т.н., доц., Беларусь
Ігор Ельперін, к.т.н., проф., Україна
Ігор Кірік, к.т.н., доц., Беларусь
Крістіна Попович, к.т.н., доц., Молдова
Лада Шірінян, д.е.н., проф., Україна
Мірча Ороян, д-р, проф, Румунія
Нусрат Курбанов, к.т.н., доц.,
Азербайджан
Оксана Медведєва, Україна
Олександр Серьогін, д.т.н., проф.,
Україна
Олександр Гавва, д.т.н., проф., Україна
Петро Шиян, д.т.н., проф., Україна
Руслан Аділ Акай Тегін, д-р,
Киргизстан
Світлана Бондаренко, д.хім.н., доц.,
Україна
Сергій Балюта, д.т.н., проф., Україна
Сергій Василенко, д.т.н., проф., Україна
Соня Амарей, д-р, проф, Румунія
Станка Дамянова, д-р, доц., Болгарія
Стефанов Стефан, д-р, проф., Болгарія
Тамар Турмандізе, др., Грузія
Тетяна Пирог, д.б.н., проф., Україна
Томаш Бернат, д-р, проф, Польща
Хенк Доннерс, д-р, Нідерланди
Хууб Лелівелд, д-р, Нідерланди

Організаційний комітет

Олександр Шевченко, д.т.н., професор
Наталія Акутіна, провідний інженер
Олексій Губеня, к.т.н., доцент
Олег Галенко, к.т.н, доцент
Михайло Арич, к.е.н., старший викладач
Олександр Люлька, к.т.н, доцент

Content

12. Equipment of food, biotechnology and pharmaceutical production	8
12.1 Machines and apparatus for food, pharmaceutical and biotechnological productions	9
12.2 Technological equipment and computer design technology	85
13. Machines and technologies for packaging	125
14. Processes and apparatus of food productions	147
15. Physical and mathematical principles of technological processes	166
15.1 Physics	167
15.2 Higher mathematics	182
16. Chemistry and chemical technology	202
16.1 Chemistry	203
16.2 Chemical technology	233
17. Energy and resource saving technologies	273
18. Power equipment, heat and power systems of industry enterprises	284
18.1 Industrial power	285
18.2 Electricity industry	306
18.3 Electrical engineering	329
19. Quality, reliability and durability of food production equipment	339
19.1. Quality, reliability and durability of food production equipment	340
19.2. Applied, theoretical mechanics and engineering graphics	350
20. Automation and computer-integrated technologies	364
20.1 Automation and computer-integrated technologies	365
20.2 Information technology	408

Зміст

12. Обладнання харчових, біотехнологічних та фармацевтичних виробництв	8
12.1 Машини і апарати харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв	9
12.2 Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування	85
13. Машини та технології пакування	125
14. Процеси та апарати харчових виробництв	147
15. Фізико-математичні основи технологічних процесів	166
15.1 Фізика	167
15.2 Вища математика	182
16. Хімія та хімічні технології	202
16.1 Хімія	203
16.2 Хімічні технології	233
17. Енерго- і ресурсощадні технології	273
18. Енергетичне обладнання, системи тепло-електропостачання промислових підприємств	284
18.1 Промислова теплоенергетика	285
18.2 Електропостачання промислових підприємств	306
18.3 Електротехніка	329
19. Якість, надійність та довговічність обладнання харчових підприємств	339
19.1. Якість, надійність та довговічність обладнання харчових підприємств	340
19.2. Прикладна, теоретична механіка та інженерна графіка	350
20. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	364
20.1 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	365
20.2 Інформаційні технології	408

Section 12

**Equipment of food, biotechnology
and pharmaceutical production**

Секція 12

**Обладнання харчових,
фармацевтичних та
біотехнологічних виробництв**

12.1.

Machines and equipment of food, biotechnological and pharmaceutical production

**Chairperson – associate professor Sergii Udodov
Secretary – Lesia Martsynkevych**

12.1.

Машини і апарати харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

**Голова – доцент Сергій Удодов
Секретар – Леся Марцинкевич**

1. До питання витоків Кафедри

Олександр Гавва, Володимир Теличкун, Олексій Губеня,
Олександр Саснко, Іван Сінченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наукові і освітні традиції кафедри машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв є дуже давніми. Історія відкриває все нові й нові цінні факти. Цікавим є дискусійне питання про рік створення Кафедри.

Матеріали і методи. Використано аналіз архівних матеріалів, колекцію музею Смілянського коледжу харчових технологій, та журнальні статті початку 20 ст.

Результати і обговорення. Тривалий час існувала думка, що наша Кафедра була створена разом з університетом у 1931 році на матеріальній та науковій базі Київського політехнічного інституту. Проте поглиблений історичний пошук розширив період діяльності установ і окремих вчених, які мають безпосереднє відношення до формування освітніх і наукових традицій Кафедри.

Розглянемо хронологію подій у зворотному порядку.

З **2009** року наша кафедра має назву «**Машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв**»

У **1974** році кафедра, за ініціативи професора Володимира Аністратенка, отримала назву «**Машини і апарати харчових виробництв**».

У **1944** році, після повернення з евакуації, кафедра за ініціативи професора Гліба Знаменського отримала назву «**Спеціальне обладнання**».

Архівні матеріали **1940** року вказали на те, що кафедра перед початком війни вже мала назву «**Машини і апарати харчових виробництв**», а керував кафедрою професор Гліб Знаменський.

У нещодавно знайденому першому випуску журналу «Научные труды Киевского технологического института пищевой промышленности» за **1938** рік перша стаття належить майбутньому завідувачу кафедри Глібу Знаменському, і вказане місце роботи «**Кафедра машин і апаратів харчових підприємств**». У той час кафедрою керував професор Олександр Кіров, який розширив сферу діяльності з цукрової промисловості на інші галузі – бродильну, хлібну, м'ясну і молочну.

У **1931** році на базі Смілянського інституту цукрової промисловості, цукрового факультету КПІ та факультетів інших університетів створюється наш сучасний університет, у якому з перших днів створено **кафедру механічного устаткування цукрових заводів**.

У **1884** році за ініціативи талановитого винахідника та інженера Миколи Черіковського створено **Смілянських технічні класи**, які згодом реорганізувалися у **Середнє хіміко-технічне училище (1917), Технікум цукрової промисловості (1921) і Смілянський інститут цукрової промисловості (1929)**. У всіх цих установах здійснювалася підготовка фахівців-механіків для цукрової промисловості, а викладачі крім навчальної роботи займалися науковими дослідженнями процесів і обладнання цукрових виробництв.

Зазначимо, що випускник Смілянських технічних класів Іван Кухаренко у **1922** році на базі Київського політехнічного інституту створив **науково-дослідну кафедру сільськогосподарських виробництв**, на якій досліджувались процеси кристалізації цукру, дифузії, сатурації та були видані перші підручники для підготовки інженерів-механіків, а також вперше залучено студентів до науково-дослідної роботи у напрямі удосконалення процесів і обладнання.

Що стосується Смілянських технічних класів – то вони не були створені з «нуля».

Їх створення лобіював легендарний інженер і науковець Микола Черіковський, який народився **8 листопада 1836 року**.

У **1855 році** (за іншими даними – у 1850) Микола Черіковський вступає на **Механічне відділення Петербурзького технологічного інституту**. Друзі його студентських років (зокрема, Дмитро Менделєєв) пізніше допомагали у організаційних питаннях відкриття Смілянських технічних класів і викладали там.

У **1860 році** Микола Черіковський став **директором Смілянського рафінадного заводу**, який належав відомому олігарху і меценату графу Бобринському. На цій посаді Микола Черіковський вперше займався навчальною роботою – у нього на заводі підвищували кваліфікацію інженери інших заводів. Крім того, Микола Черіковський активно займався винахідницькою діяльністю, і його винаходи представлялися на промислових виставках від Києва до Лондона. На ці факти спеціально звернено увагу, тому що вони вказують на початок формування наших освітніх і наукових традицій.

Микола Черіковський розумів, що без підготовки фахівців у епоху технічного прогресу цукрова галузь занепадатиме. Тому питання відкриття навчального закладу він лобіював перед власником цукрових заводів графом Бобринським.

У **1874 році** Микола Черіковський на **базі цукрового заводу** створює **класи для неповнолітніх робітників**, у **1882 – двокласне училище...** Коли всі організаційні труднощі були пройдені та державний бюрократичний апарат у **1884 році** дав згоду на відкриття у Смілі технічних класів, кращої бази ніж **заводське училище Смілянського цукрового заводу** годі було шукати.

Звертаємо увагу, що жодна із згаданих установ для підготовки фахівців-механіків, не була створена «з нуля». Освітні і наукові традиції формувались поступово, починаючи від вступу Миколи Черіковського на механічне відділення Петербурзького Технологічного інституту і закінчуючи нашою сучасною Кафедрою. У цьому контексті Кафедру варто розглядати не як організаційну структуру для підготовки фахівців певного профілю, а як сукупність накопиченого досвіду із підготовки фахівців та дослідницької роботи, давніх освітніх традицій і сучасних досягнень, безперервної невтомної праці видатних вчених і організаторів навчально-наукового процесу, а також розуміння і підтримки від підприємств та їх власників.

Як висновок, необхідно вказати конкретну дату створення кафедри машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв. Але, як видно із описаних вище подій і дат, це питання занадто складне. Буде кращим, якщо воно і надалі залишиться дискусійним і цікавим для майбутніх поколінь дослідників.

Колектив кафедри цілком логічно може пишатися такою давньою історією, продовжуючи невтомною копіткою працею розвивати науку про машини і апарати харчових, фармацевтичних і біотехнологічних виробництв і готувати наступні покоління фахівців для цих галузей.

2. The application of the hydrodynamic treatment of hydroponic solutions

Iryna Dubovkina

Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. Today the farming and food industry are measured as one of the largest segments worldwide with important involvement to the financial expansion. The modern technologies and equipment gives the potential to decrease the energy and recourses consumption of foodstuff production. The aim of this research work was to investigate the power of hydrodynamic effects during the water treatment for hydroponic system.

Materials and methods. Wide-ranging complex scientific methods, special methods, volume parametric imitation and visualization modelling methods, math modelling methods, optical microscopy, and ionometry were used for the researches. Prepared examples of water and water solutions were used as the model mediums in hydroponic system for experiments.

Results and discussion. One of the ways to produce low cost food products is application of a system where plants are grown in growth medium other than natural soil. Using such systems gives of bigger productivity and quality than the growing through at open sky, due to the fact, that it permits a better control in the illnesses derived from the environmental conditions, decreases the harvest-production period.

A hydroponics production of herbs, fruits, vegetables and other agricultural vegetation are becoming more widespread. The main aspects of hydroponics growing are: the plant, growth medium or without it and water solution (water, nutrients, and fertilizers). The control of potential of hydrogen is extremely important, not only in hydroponics but in soil as well. Plants lose the ability to absorb different nutrients and fertilizers when the potential of hydrogen varies. In hydroponic method, potential of hydrogen is constantly changing during the plant grows. For that reason pH control is a requirement in hydroponic solutions, because the plant growth depends on this. The pH range from 5,0 to 7,5 is most favorable for the availability of nutrients from most water nutrient solutions. There are many methods of water treatment to receive water with required physical and chemical parameters and properties. They are including: the electromagnetic pulse effect of the low-frequency field; acoustic treatment; emitting treatment: ultraviolet, ionizing, infrared; cavitation processing; hydrodynamic treatment. One of the modern methods in the technology of the water processing in the hydroponic systems is a method of the hydrodynamic treatment.

This study was carried out at the pilot unit designed and created at the IET HASU, the main part of the unit is a rotary pulsed apparatus in which realized hydrodynamic treatment. Through researches increases pH of the pure water on 15% have been established, thus the hydrogen potential of the water prepared on technology for hydroponic system has raised on 16-17,5%. The period of treatment varied from 30s to 300s. Throughout treatment of hydroponic water solutions in uninterrupted mode a value of pH decreased from 8,85 to 6,68 that averages 24,5%. This research helped to identify the most efficient combination of hydrodynamic effects and duration of water treatment for best cultivation process in greenhouse.

Conclusions. Investigational studies have shown that the appliance of the hydrodynamic treatment of water solutions may possibly for technology of water treatment in hydroponic system. As a result of research, it was found that this modern technology of water treatment can significantly decrease energy, power and resource consumption and increase efficiency of the growing crops.

3. New trends in food packaging research: bio-based edible films incorporated with *Stevia Rebaudiana*. Physical and texture profile characterization

Roxana Puscaselu, Sonia Amariei

Stefan cel Mare University, Suceava, Romania

Introduction. Nowadays the problems caused by environmental pollution due to the disposable packaging imposed the urgent finding of new solutions. A successful alternative is the edible packaging obtained entirely from polysaccharides. However, the incorporation of substances that can bring nutritional and sensory benefits leads to the development of a material with superior qualities, as was the case with the present study: an edible material entirely made from biopolymers and enriched by the addition of *Stevia Rebaudiana*.

Materials and methods. Biofilms were made from agar, sodium alginate, glycerol, stevia and water. 30 samples were obtained by casting method. The physical characteristics, as well as their hardness, elasticity and adhesiveness were tested (determinations made with the Perten Instruments TVT 6700 texture analyzer). The color was evaluated by the CieLab system using the Chroma Meter CR 400 colorimeter (Konika Minolta).

Results and discussion. To obtain the membranes, agar, sodium alginate, glycerol and stevia, totaling 4 g, were solubilized in 150 ml of water. The stevia mass was constant (0.050 g and 1.24% of the total amount of ingredients). All samples were dried within about 48 hours at ambient temperature ($21 \pm 2^\circ\text{C}$). The films showed low adhesiveness to the silicone support used for drying, well-defined edges, were thin, homogeneous, flexible, with no odor and a slightly sweet taste. Samples showed high brightness values (L^* : 93.75-95.84); a^* values were between -7.340 and -6.240, and b^* values were 18.580-20.950. The high agar-containing films showed the highest value for the b^* parameter and the lowest for parameter a^* , normal aspect if we take into account the darker color of the agar powder. Even though sodium alginate powder has a similar color to that of agar, the films obtained with higher amount of alginate have higher luminosity values, lower of parameter a^* and greater of parameter b^* . Intermediate values were obtained with approximately equal amounts of biopolymers. However, variations in color are reduced; at first glance, without being tested with laboratory equipment, the films do not show any noticeable color variations.

According to the determinations made using the texturometer, the texture profile analysis indicated hardness values between 2482.250 – 6647 g, the elasticity between 7.576 – 16.500 %, and the adhesiveness -7182.591 g*s as minimum value and -34.692 g*s as maximum value, respectively. The results allowed a connection between the ingredients used to obtain the films and the texture of these. Thus, samples with high agar content in the composition (2-2.95 g) and without sodium alginate exhibit high values of the rupture point, thus higher hardness. Samples with high alginate content (1.700 -2.950 g) in the composition presented high elasticity. The negative values of the adhesiveness can be attributed to the sugar content. Adhesiveness decreased with the moisture loss, aspect that may indicate the availability of free water on the sample surface.

Conclusions. All films made from biopolymers and stevia can be used for food packaging. The addition of stevia has improved the flexibility, gloss and appearance of the membranes. Though added in small quantities, stevia has moved from the relatively sweetener threshold to the ingredient of materials that can be used successfully in the food industry and other adjacent industries. Depending on the characteristics to be achieved, high hardness or elasticity, precise amounts of biopolymers can be determined in order to obtain the desired material.

References

1. Martynenko, A., Janaszek, M., (2014). Texture changes during drying of apple slices. *Drying Technology*, 32, pp. 567-577;
2. Magnier, L., Schoormans, J., & Mugge, R., (2016). Judging a product by its cover: Packaging sustainability and perceptions of quality in food products. *Food Quality and Preference*, 53, pp. 132-142, <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.06.006>;
3. Amchra, F. et al., (2018). Effect of *Stevia rebaudiana*, sucrose and aspartame on human health: A comprehensive review. *Journal of Medical Plants Studies*, 6(1), pp. 102-108

4. Extraction methods of polyphenols from forestry waste

Vasile-Florin URSACHI, Gheorghe GUTT

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

Introduction. Annually, millions of tones of forestry waste are incinerated, land filled or used to produce thermal energy without being capitalized. Forestry waste has a high content of organic extractable substances such as polyphenols, which can be extracted with organic solvents or water, as well as significant amounts of minerals.

Materials and methods. In this study, the used samples of sawdust, bark and spruce branches were milled and various granulosesities were obtained. Polyphenols from forestry waste were extracted using water and organic solvents (at different concentration of ethanol and methanol).

Results and discussion. By the Folin-Ciocalteu analysis method, the total polyphenols content was determined using an Ocean Optic spectrophotometer (QE65000). The identification and quantification of individual polyphenols was carried out using a high performance liquid chromatograph with a Diode Array detector (HPLC-DAD) with 12 analytic standards (Sigma Aldrich) as reference. Polyphenols from forestry waste were studied in different conditions of extraction time, temperature and S/L ratio, using water, ethanol and methanol as solvents. The 1:15 S/L ratio was considered convenient for the extraction of polyphenols. A lower S/L ratio resulted in low yields because the solvent was insufficient to adequately hydrate the entire plant material.

Conclusion. The highest yield of polyphenols from forestry waste was obtained from bark, using methanolic solvent. For a S/L ratio greater than 1:15, a higher yield was obtained, however, a greater amount of solvent is not particularly advantageous when it is desired to reduce the extraction costs. To obtain better results ultrasounds can be used to increase the extraction yield of polyphenols.

References

1. Bianchi, S., Gloss, A., Kroslokova, I., Mayer, I., Pichelin, F. (2014). *Analysis of the structure of condensed tannins in water extracts from bark tissues of Norway spruce (Picea abies [Karst.]) and Silver-r (Abies alba [Mill.]) using MALDI-TOF mass spectrometry*. Ind. Crop. Prod. 61, 430–437
2. Jablonsky M., Nosalova J., Sladkova A., Haz A., Kreps F., Valka J., Miertus S., Frečer V., Ondrejovic M., Sima J., Surina I. (2017). *Valorisation of softwood bark through extraction of utilizable chemicals. A Review*. Biotechnology Advances 35 (2017) 726–750
3. Yesil-Celiktas, O., Ganzera, M., Akgun, I., Sevimli, C., Korkmaz, K.S., Bedir, E. (2009). *Determination of polyphenolic constituents and biological activities of bark extracts from different Pinus species*. J. Sci. Food Agric. 89, 1339–1345.

5. The influence of anisotropy on the measurement of food texture properties

Paduret Sergiu, Norocel Liliana, Zimbru Raluca

Stefan cel Mare University of Suceava, Suceava, Romania

Introduction. Texture is an important parameter in evaluating the quality of food products and represents all the mechanical, geometrical and surface properties of a food product perceptible by touch or mechanical receptors and, where appropriate, visual and auditory receptors too.

Materials and methods. The samples analyzed in this study were carrots (*Daucus carota*) with a diameter of 35 ± 2 mm, from which cubic samples with sides of 20 mm were cut. The prepared samples were subjected to heat treatment in the oven for: 30, 40, 50 and 60 minutes and after they have cooled the textural determinations were performed.

The texture measurements were carried out with a Mark 10 texturometer, (Mark 10 Corporation, USA) with a loading speed of 10 mm/min, fitted with 500 N load cell, using compression discs with 50 mm diameter. In order to determine the texture parameters of carrots samples a TPA (Texture Profile Analysis) test was performed, the sample being compressed to 50% of its original size.

Results and discussion. In this work the TPA test was performed in force – displacement coordinates and the primary (hardness (H), viscosity (V), adhesion (A), cohesiveness (Co), elasticity (E)) and secondary (fracturability (F), gumminess (G) and chewiness (Ch)) texture parameters were calculated. The anisotropic character of carrot samples was highlighted by changing the test direction of the sample (parallel and perpendicular to the growth direction).

According to obtained data it can be observed that some texture parameters (hardness, gumminess and chewiness) of carrot samples decreases with increasing of heat treatment time. The hardness of analyzed samples decreased from 87.7 N to 28.4 N in the case of perpendicular direction and from 98 N to 36.6 N for parallel testing, the testing direction being very important in evaluating the texture properties. The elasticity measured in the parallel direction presents higher values than those measured in perpendicular one while the viscosity is higher in the case of perpendicular testing compared to parallel testing.

The variance analysis shows that there are significant differences between the texture parameters measured in perpendicular direction and the texture parameters measured in parallel direction of carrot samples.

Conclusions. Based on this study we can conclude that food anisotropy has a strong influence on the texture properties measured by TPA test.

References

1. Bourne Malcolm, (2002) Food texture and viscosity: concept and measurement. Elsevier, Uk.
2. Amariei, S., Gutt, G., Oroian M., Sanduleac, E., Pădureț, S., (2015), Device for determining anisotropy of food products, RO130707.
3. Chen, L., & Opara, U., L., (2013), Texture measurement approaches in fresh and processed foods, Food Research International 51, 823–835.

6. Усовершенствование конструкции вендингового автомата

Ермаков А.И., Куликова А.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Введение. Проектируемый торговый автомат предназначен для хранения в заданном пользователем режиме и розничной продажи предварительно упакованной сувенирной продукции различных типоразмеров с большой плотностью укладки.

Материалы и методы. Анализ, синтез, моделирование.

Результаты. Решение упомянутой технической задачи достигается за счет того, что в торговом автомате, содержащем корпус, по меньшей мере одно окно выдачи и одну панель управления, размещенные на боковой стенке корпуса, в качестве загрузочного устройства будем использовать кассетный механизм, а в качестве механизма для транспортировки товара к окну выдачи будем использовать пластинчатый транспортер. Товар укладывается в вертикальные кассеты штабелем. При выдаче единицы товара оставшийся в кассете товар смещается на отрезок, равный своей толщине. При этом дополнительно существует и принудительное смещение товара в кассете под действием силы, создаваемой пружиной.

Внешний вид и основные компоненты торгового автомата для продажи сувениров представлены на рисунке 1.

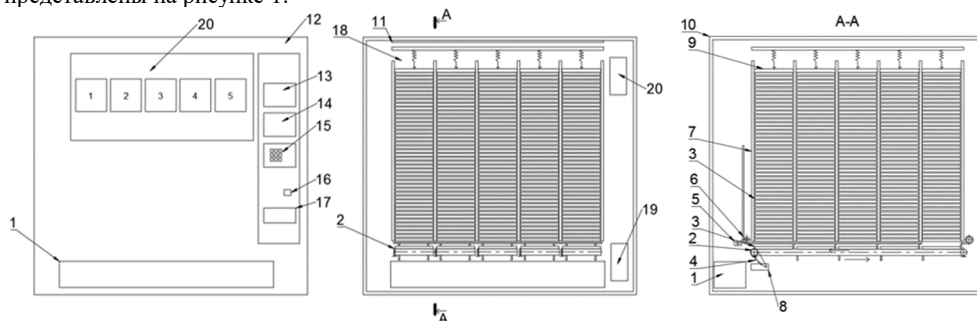


Рисунок 1. Внешний вид и основные компоненты модели торгового автомата

1- окно выдачи товара; 2- механизм выдачи товара (пластинчатый транспортер); 3-товар;
4 - толкатель; 5- электродвигатель; 6- лента выдачи товара; 7-кассета; 8-электродвигатель; 9 - прижим; 10- корпус; 11- подсветка; 12-дверь; 13- дисплей; 14- окно приема денежных средств; 15- кнопочная панель выбора; 16 –замок; 17-окно выдачи сдачи; 18- хранилище; 19 - дополнительное оборудование (узел электроуправления, разъем, предохранитель, главный выключатель); 20 – отсек

В разработанной конструкции автомата отсек для хранения товара представляет собой следующую конструкцию: 25 кассет, заполненных 5 различными товарами в каждом ряду. Конструкция крепления кассет сделана выдвижной для быстрой загрузки товара. Из кассет товар попадает на механизм выдачи – пластинчатый транспортер, который перемещает товар к окну выдачи товара. Товар пролетает датчики, фиксирующие выдачу товара. И уже с лотка покупатель забирает товар.

Принцип действия торгового автомата следующий: после выбора товара с информационной панели, получения автоматом денежной суммы, соответствующей прейскуранту на товар и после нажатия на кнопку, подтверждающую выбор определенного товара, начинается процедура выдачи товара. Система автомата включает электродвигатель 8 пластинчатого транспортера 2 выбранного товара, на котором располагается товар 3. Товар периодически продвигается вперед на заданный шаг толкателями 3. Ближайший к краю товар по ленте транспортера попадает в окно выдачи товара 1. При этом как только толкатель сместил товар на заданный шаг, под действием веса товара и усилия пружины на пластинчатый транспортер из кассеты 7 попадает следующий товар. Когда в кассете закончился выбранный товар, то срабатывает датчик и подается сигнал на электродвигатель 5 и включается лента выдачи товара 6. Лента выдачи товара смещает открытое окно к следующей заполненной кассете, откуда на транспортер попадает товар. Затем покупатель нажимает на дверцу лотка для товара, чтобы получить товар.

Выводы. Разработанная модель торгового автомата позволяет с помощью различных устройств и механизмов реализовывать сувенирную продукцию различной формы и размеров с высокой плотностью укладки, что позволяет работать автомату в автономном режиме более длительное время до следующей загрузки.

7. Тенденции развития вендингового оборудования

Ермаков А.И., Куликова А.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Введение. В работе рассмотрены тенденции развития вендингового оборудования, изучен зарубежный опыт и перспективы развития вендинга в Республике Беларусь.

Материалы и методы. Анализ.

Результаты. В процессе изучения зарубежного опыта вендинговой торговли был выявлен ряд основных тенденций, характерных для развития мирового вендинга.

Одной из тенденций развития вендинга является подключение автоматов к телеметрическим системам (удаленное управление вендинговыми автоматами). Эта система позволяет дистанционно в режиме онлайн получать информацию о продажах и техническом состоянии торговых автоматов, отслеживать текущую загрузку продукции, защищает оборудование от грабителей и вандалов, повышает эффективность работы терминалов, позволяют корректировать цены и отслеживать наличие сдачи. С внедрением онлайн-решений, торговые автоматы приобретают новые функции и внешний вид: оснащаются сенсорными экранами, аудио и видео, становятся не только устройством для продажи, но и средством развлечения, привлечения внимания, рекламными носителями.

Кроме того, широкое распространение приобрела безналичная система оплаты продукции с помощью банковских и специальных карт, SMS-сообщений, мобильных телефоном.

Другим направлением развития вендингового оборудования является повышение внимания к энергосберегающим технологиям: в вендинговых автоматах используются солнечные батареи, светодиоды, что позволяет потреблять меньше электроэнергии.

В последнее время повышенное внимание уделяется экологии и здоровой пище. В некоторых странах (например, США) планируется оснастить торговые автоматы счетчиками для подсчета калорий, а также использовать стаканчики и упаковку из экологичных материалов.

Рынок вендинга в РБ, в отличие от мировых лидеров, только начинает развиваться. В основном здесь вендинговые автоматы установлены в учебных заведениях, офисах и торговых центрах. При этом предпочтительным направлением является использование автоматов по продаже горячих напитков. Однако в стране развиваются и другие направления вендинга: автоматы по продаже одноразовых бахил, снековые автоматы, фотоавтоматы, автоматы по продаже воды (газированной, бутилированной), кресла для массажа, детские автоматы, копировальные автоматы, автоматы-автомойки, автоматы-пылесосы, терминалы для оплаты. На станциях минского метрополитена устанавливают автоматы по продаже жетонов и размену монет, а на вокзалах - автоматы по продаже билетов.

Выводы. Таким образом, основной упор в развитии вендинговой торговли идет не столько на увеличение количества торговых автоматов, сколько на их совершенствование и модернизацию. Все большую популярность набирает общественный вендинг – размещение торговых автоматов в зданиях учебных заведений, офисах, торговых центрах. Также стоит отметить, что вендинг в РБ находится пока еще только на начальной стадии развития, однако имеет большие перспективы. Установку вендинговых автоматов и развитие вендинговой торговли через автоматические устройства является наиболее перспективным сектором белорусской экономики на ближайшие несколько лет.

8. Dependence of vegetable structural-mechanical properties on speed factor

Sheyina Alina, Shamray Dmytro

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Krivyi Rig, Ukraine

Purpose. The purpose of the article is to select cutting speed used in modern vegetable equipment of food industry enterprises, determine the influence of the speed factor on structural and mechanical properties of vegetables during deformation and chopping and to get the calculated values of the firmness modulus and friction coefficients for some vegetables.

Methods. The author has carried out the research of vegetables' rheological characteristics according to the standard method by compressing the raw material between two planar-parallel plates. The study of friction coefficients was carried out on an experimental disk-type facility, which allows replicating fully the actual process of raw material friction against the surface of the rotating knife. The author has carried out the elaboration of the results of experimental studies with the help of mathematical statistics methods. Determination of efforts is executed tenzorezistors.

Results. The article analyzes the technical and operational characteristics of modern vegetable cutting equipment of a disk type. Cutting speed range used in the food industry is defined to be from 225 to 475 min⁻¹. The influence research of the speed factor on the structural and mechanical properties of vegetables has been conducted in a definite interval.

Analytically, the author has proved that the increase in the speed factor causes the decrease of the viscosity of vegetables and reduces the display of the elastic properties of vegetables. The results of analytical studies have been confirmed experimentally. The author has found that an increase in the rate of deformation of a raw material sample in a given interval leads to a 1.2 time decrease in the turgidity modulus; moreover, with increasing speed, the coefficient of vegetable friction against a steel surface of a knife in the specified interval decreases in 1,2-1,5 times.

The author has experimentally obtained the calculated values of friction coefficients and firmness modulus for some vegetables that can be used in calculations of vegetable equipment.

Cutting speed also affects the specific cutting force of vegetable raw material, but this factor depends on the velocity range under study. At cutting speeds from 5×10^{-3} m/s to 1.25 m/s, this dependence is described by the power function. There is a decrease of specific cutting force with the speed increase. The paper has determined the vegetables cutting force at cutting speeds of 250, 400, 600 min⁻¹ and 1200, which correspond to the knives rotation modes in modern vegetable cutting equipment.

Conclusions. Cutting is one of the most commonly used food processing methods in the food industry. It depends on a large number of factors, in particular the structure of the product, its properties, the cutting mode, and so on. Considering these factors and their quantitative assessment are important for the development of cutting equipment. According to the results, it is recommended to use higher cutting speeds to reduce the energy component of the process, since the known dependence of the power, spent on the cutting of raw materials, upon its structural and mechanical characteristics.

9. Оцінка технічного рівня картоплеочисних машин

Шейна Аліна, Мещанін Богдан

*Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського*

Вступ. Картоплеочисні машини набули широкого застосування на виробничих підприємствах овочепереробної промисловості. З метою аналізу якості сучасного устаткування, визначення лідерів у виробництві даного виду продукції встановлення найбільш прогресивних моделей було проведено дослідження їх технічного рівня.

Матеріали і методи. Оцінка технічного рівня картоплеочисного устаткування виконувалася відповідно до технічної документації згідно з методикою, зазначеною в [1], шляхом визначення питомих показників якості устаткування відносно головного параметра – продуктивності (питома вага, питома площа, яку займає машина, питома потужність, продуктивність). Здійснювалося оцінювання десяти найбільш розповсюджених моделей очисного устаткування виробництва Італії, Китаю, Турції та Республіки Білорусь.

Результати. На рис.1 наведено групові та комплексні показники якості устаткування, аналізуючи які можна зробити висновок про його досконалість. Групова оцінка технічних властивостей визначається шляхом зведення окремих показників за допомогою коефіцієнтів ваговитості кожного з них (продуктивність, енерго- та металоємність). Комплексний показник якості враховував також функціональність устаткування.

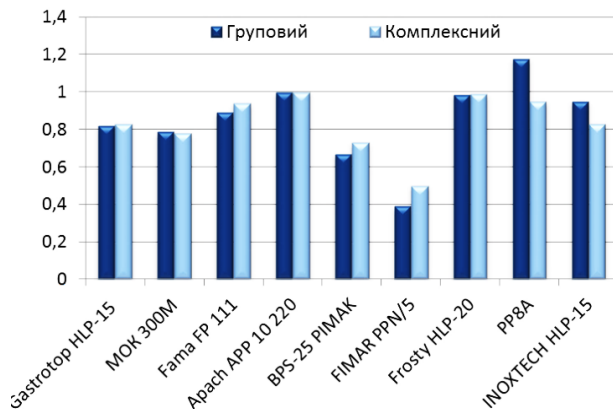


Рис. 1. Гістограма групової та комплексної оцінки якості картоплечисток

Висновки. За результатами розрахунків групових та комплексних показників якості досліджуваної групи устаткування картоплечистка Apach APP10220 визначена як найбільш прогресивна, вона має нижчий показник енерговитрат у порівнянні з іншими моделями. Найбільш прогресивною є машина INOXTECH HLP-15 (Китай). Найбільш енерговитратною визначено картоплечистку FIMAR PPN/5. В цілому, технічний рівень досліджуваного устаткування достатньо високий.

Література

1. Заплетников И. Н. Измельчение растительного сырья: Монография/ И. Н. Заплетников, А. В. Шейна. – Харьков: Водний спектр Джи-Ем-Пи, 2016. – 205 с.

10. Выпечка подовых хлебобулочных изделий из ржано-пшеничного теста в пароконвекционной аппаратуре

Игорь Кирик, Алеся Кирик, Денис Садовников

Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

Введение. На хлебопекарных предприятиях наибольшая часть топливно-энергетических ресурсов приходится на печи как основные звенья линий производства хлеба. В настоящее время в хлебопекарной отрасли в связи с рядом объективных причин, связанных с уменьшением потребления хлебобулочной продукции, необходимостью снижения энергозатрат в отрасли, решается задача по замене устаревших конструкций печей новыми, обеспечивающими снижение потребления топлива, пара и электроэнергии. Широкое распространение получают печи ротационного типа. Однако, для ряда сортов ржано-пшеничного хлеба практически отсутствуют сведения, отражающие научно-обоснованные параметры их выпечки в печах новой конструкции. Вместе с тем, технология получения этих изделий обладает рядом свойств, требующих специфических подходов к процессам тепло- и массообмена, происходящим в системе обогрева в пекарной камере.

Материалы и методы. Нами проводились измерения температур в различных точках выпекаемых тестовых заготовок и в рабочей камере аппарата, а также оценка органолептических показателей: запах, вкус, цвет мякиша, состояние поверхности корки, структурно-механические свойства мякиша, структура пористости. Качество готовых изделий оценивали через 5 часов после выпечки по следующим физико-химическим показателям: влажность, пористость, удельный объем, формоустойчивость, толщина верхней и нижней корки. Для исследования влияния параметров теплоносителя на качество готовых изделий из ржано-пшеничного теста проведена серия выпечек при увлажнении греющей среды на протяжении всего при различных температурах (значения относительной влажности теплоносителя – 45, 60 и 70 %, температуры – 200 и 210 °С) заготовок круглой формы массой 900 г (тесто готовилось по рецептуре хлеба «Соломенский» с использованием жидкой закваски с завариванием части муки).

Результаты. При увеличении относительной влажности в пекарной камере, скорость прогрева центра тестовой заготовки увеличивается, при этом снижается скорость образования корки. Разница во времени, когда центральные слои прогреваются быстрее, чем поверхностные способствует интенсификации процессов, связанных с переходом теста в мякиш. Исследования показали, что при температуре в пекарной камере 200°С и увеличении относительной влажности среды с 45% до 70% упек изделий уменьшается с 10,4% до 8,9%. Наибольшее влияние изменение температуры и влажности в пекарной камере оказывают на окраску корки, состояние поверхности и формоустойчивость изделия. На такие показатели качества, как цвет, разжевываемость, структура пористости мякиша, вкус и аромат, изменение температуры и относительной влажности в пекарной камере в данной серии выпечек большого внимания не оказывают. Также следует отметить, что с увеличением влажности в пекарной камере толщина верхней корки уменьшается с 3 мм до 1,5 мм.

Выводы. Наилучшими параметрами рабочей камеры при выпечке ВТЗ круглой формы из ржано-пшеничного теста массой 900 г с постоянным пароувлажнением рабочего объема являются температура 200°С и относительная влажность 60%, время выпечки 30 минут, при этом обеспечивается получение хлеба, соответствующего требованиям качества согласно СТБ 639-95.

11. Investigation the energy consumption of the process kneading of wheat dough

Andrii Anisimov, Mykhailo Ilchuk, Vitaliy Rachok, Yuliya Telychkun
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. A quantitative assessment of the quality of the process of kneading the dough in dough machines, of both periodic and continuous, is the total and specific energy consumption. Specific energy consumption is calculated for mixing of 1 gram of dough. Determination of energy consumption is necessary for the calculation of the dough machine as well as the energy analysis of specific stages of the process.

Materials and methods. Studies were conducted on a laboratory kneading machine of periodic action. The dough was kneaded according to the recipe for 20 minutes. The speed of rotation of the working body of the kneading machine is considered as controlled parameters. To measure the energy consumption used wattmeter Lemanso LM669.

Results. The amount of energy consumed for mixing can be determined experimentally and calculated according to the proposed method of Prof. O.T.Lisovenko. The energy balance for a dough machine with a rotary movement of a kneading blade is determined by one cycle of the kneading blade.

An analysis of the experimental data showed how energy consumption varies throughout the time of the experiment and confirmed three stages of the process of kneading wheat dough. Comparing the calculated theoretical values with the obtained experimental values, it is clear that they are different. In the first and second stages, the difference is insignificant. The greatest deviations are observed in the consumption of specific work on the plasticization stage.

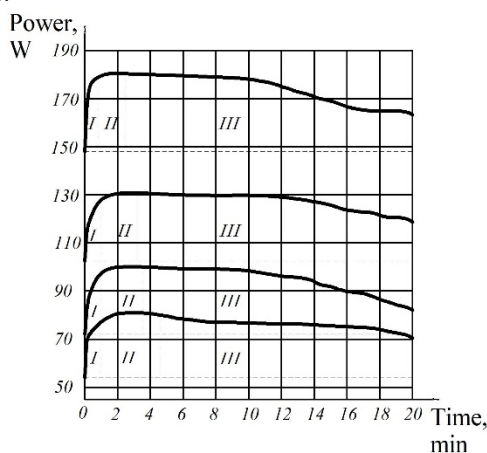


Fig. 1. The dependence of energy consumption in time

The calculation does not fully take into account the energy expenditure on the viscous friction of the mass of the dough during mixing and the change in the structural and mechanical properties of the dough mass, the transition during mixing from the individual powder and liquid masses to the complex structure, which is characterized by non-Newtonian properties.

Conclusion. Studies of the process kneading of wheat dough prove the need for changes in the method of calculating energy consumption for the kneading, eliminating the formal approach to this process and taking into account the energy consumption of structural transformations.

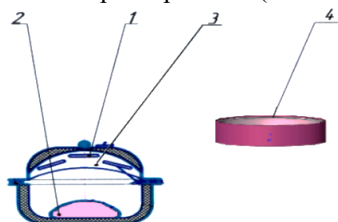
12. Тепловая обработка реструктурированных рыбных полуфабрикатов инфракрасным излучением

Игорь Кирик, Алеся Кирик, Светлана Гузова

Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

Введение. Инфракрасный нагрев является перспективным способом термообработки продуктов, экологически безопасным и энергосберегающим. Основным фактором, обуславливающих применение инфракрасных лучей для термообработки, является способность их проникать в продукт на определенную глубину, воздействовать на его молекулярную структуру, в связи с чем быстро возрастает температура не только на поверхности, но и внутри изделий. Данный метод значительно снижает влияние теплопроводности нагреваемых тел, что обуславливает интенсификацию процесса по сравнению с традиционными способами термообработки, сокращает время и удельный расход энергии.

Материалы и методы. Для проведения исследований использовался аппарат с верхним энергоподводом, схема которого представлена на рисунке 1. Объектами исследований выбраны рыбные (минтай) рубленые изделия, имеющие форму шара.



- 1 – инфракрасные излучатели;
- 2 – продукт;
- 3 – экран из термостойкого стекла;
- 4 – регулировочная вставка

Рисунок 1 – Схема инфракрасного аппарата с верхним энергоподводом

Результаты. Нами получены зависимости, описывающие процесс нагрева рыбного полуфабриката при различной плотности теплового потока, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований

Плотность теплового потока, Вт/м ²	Температура источника излучения, °С	Расчетная зависимость
$4,39 \times 10^4$	365	$\theta = 1,27 \cdot e^{-5,36Fo}$
$5,53 \times 10^4$	400	$\theta = 1,3 \cdot e^{-5,34Fo}$

Здесь θ – безразмерная температура, определяемая как:

$$\theta = \frac{100 - t}{100 - t_0}, \quad (1)$$

где t – температура продукта в момент времени τ , °С; t_0 – начальная температура продукта, °С; Fo – число Фурье, определяемое как

$$Fo = \frac{a \cdot \tau}{r^2}, \quad (2)$$

где a – коэффициент температуропроводности, м²/с; r – радиус полуфабриката, м.

Выводы. Полученные зависимости рекомендуются для инженерных расчетов при определении необходимого времени до достижения температуры кулинарной готовности реструктурированных рыбных полуфабрикатов в форме шара при $Fo > 0,2$.

13. Оценка эффективности жарки в паровоздушных средах панированных и натуральных мясных рубленых изделий

Марина Смагина, Екатерина Титова

*Могилевский государственный университет продовольствия,
Могилев, Республика Беларусь*

Введение. Цель эксперимента – получение данных по изучению эффективности тепловой обработки панированных и натуральных мясных рубленых изделий в паровоздушных средах. При осуществлении экспериментальных исследований ставилась задача максимально возможного приближения условий проведения эксперимента к процессам, происходящих в реальных технологических аппаратах.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводились на изделиях из мясного фарша (в панировке и без панировки) приплюснуто-овальной формы различной массы в среде перегретого водяного пара и нагретого воздуха при естественной циркуляции теплоносителя. Эффективность тепловой обработки оценивалась по степени сохранности влаги. При тепловой обработке изделий изменяются масса и влажность готового продукта по сравнению с исходными полуфабрикатами и поэтому влажность готовой продукции не является полноценной характеристикой количества испаряемой влаги. Для тепловой обработки в среде перегретого водяного пара или нагретого воздуха изменение влажности и потери массы находятся в прямой зависимости друг от друга. При этом абсолютное содержание сухих веществ в исходных и готовых изделиях остается неизменным. Поэтому, изменение содержания влаги в исследуемых изделиях оценивалось по степени сохранности содержания влаги C_B (%):

$$C_B = \left(\left(\sum_{i=1}^n \frac{m_i^r b_i^r}{m_i^n b_i^n} \right) : n \right) \times 100, \quad (1)$$

где m_i^r – масса i -того изделия до тепловой обработки, г; m_i^n – масса i -того изделия после тепловой обработки, г; b_i^r – влажность i -того изделия после тепловой обработки, %; b_i^n – влажность i -того изделия после тепловой обработки, %; n – количество опытов.

Результаты. Степень сохранности влаги во внутренних слоях изделий, приготовленных в среде нагретого воздуха, составляет 72% для натуральных образцов и 74,5% для панированных.

Степень сохранности влаги во внутренних слоях изделий, приготовленных в среде перегретого водяного пара, составляет 79,5% для натуральных образцов и 81,5% для панированных.

Выводы. Проведенные расчеты показали, что влажность панированных изделий выше при большей степени сохранности содержания влаги. Это свидетельствует о значительном уменьшении количества испаряемой влаги из изделий и, как результат, о высокой эффективности процесса. Таким образом, наличие панировки является одним из факторов эффективности процесса тепловой обработки в паровоздушных средах.

14. Технология предпосевной подготовки семян рапса с применением вибропневматического сепаратора

Владимир Поздняков, Сергей Зеленко

*Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск,
Республика Беларусь*

Введение. Повышение качества семенного материала является одним из ключевых вопросов в семеноводстве. Проведенные исследования [2, 3, 4] показали, что одним из наиболее перспективных методов предпосевной обработки семян с точки зрения экономической эффективности является механическое сортирование семян по плотности на машинах вибропневматического принципа действия в псевдоожиженном слое.

Материалы и методы. Для проведения экспериментальных исследований процесса вибропневмосортирования семян в псевдоожиженном слое изготовлен экспериментальный стенд, основным элементом которого является разработанный прямоточный вибропневматический сепаратор с принципиально новыми техническими решениями, обеспечивающий эффективное разделение семян на фракции, отличающиеся между собой плотностью в пределах 10-15%.

Исследования эффективности применения вибропневматического сепаратора на этапе предпосевной обработки семян рапса проводились на семенах ярового рапса сорта «Неман» (2017 г.) и «Топаз» (2018г.) на опытных полях РУП «НПЦ НАН Беларусь по земледелию».

Результаты. В результате исследований в полевых условиях установлено, что сортирование семян на разработанном прямоточном вибропневмосепараторе на этапе предпосевной подготовки семян обеспечило увеличение урожайности маслосемян на 13,4% (сорт «Неман») и 17,6% (сорт «Топаз») по сравнению с контрольной группой (без сортирования на сепараторе)

Отделом масличных культур РУП «НПЦ НАН Беларусь по земледелию» также установлено, что применение разработанного вибропневматического сепаратора положительно влияют на :

- показатели архитектоники растений:
 - диаметр корневой шейки увеличился на 7,0%;
 - длина корня – на 8,3%;
 - число боковых ветвей – на 9,1%.
- биометрические параметры структуры урожая:
 - число стручков на центральной кисти возросло на 6,9%;
 - на боковых ветвях – на 12,9%;
 - всего на растении – на 12,0%;
 - семян в стручке – на 4,0%;
 - масса 1000 семян в стручке увеличилась на 1,8%.
- биохимический состав маслосемян.:
 - повышенное содержание масла в маслосеменах на 2,2% (в относительном выражении);
 - стабильное содержание глюкозинолатов.

Выводы. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что вибропневматическое сортирование семян в псевдоожиженном слое по плотности на этапе предпосевной обработки семян рапса является необходимым условием получения высококачественного семенного материала, что позволит повысить урожайность возделываемых культур и, соответственно, экономические показатели.

15. Design and creation of equipment for grinding of plant products

Alexey Yavorsky, Dmitry Nikolaenya, Vitali Kharkevich

Mogilev state university of food technology, Mogilev, Republic Of Belarus

Introduction. For grinding of brittle and viscoplastic materials many types of crushers of various sizes are created, however, the search for more advanced machine designs continues for reasons: the bulkiness of existing crushers and their low efficiency; complexity of the design and ensure ease of installation, safe operation, maintenance and repair; compliance with sanitary and hygienic requirements for the process of grinding food materials; increasing the requirements for the purity of the grinding products; the desire to reduce energy and metal consumption per unit of crushed material.

Results and discussion. Due to the fact that the crushed material has different characteristics, and also taking into account the different technological requirements for the finished product, crushing plants of a certain design are used. In this case, the selection of a particular equipment is one of the important stages and it is a kind of compromise between the crushing efficiency and operational quality of the machine. Today, a sufficient number of developed and continue to develop a completely new design of grinders with a vertical shaft the scope of which is quite wide, as evidenced by numerous inventions and patents. Variety of technological problems solved with the help of hammer crushers, gave rise to various constructive solutions, associated, for example, with the design and mounting features of the rotor, drive, shock and rebound elements, loading and unloading devices, etc. Despite all the differences, the principle and mechanism of these grinders is similar.

As experience shows, one of the most advanced methods of impact crushing is the use of crushers with multi-link impact elements. This is due to the fact that in case of accidental contact with the crusher body foreign objects (unbreakable or hard to break) hinged suspension of shock elements avoids jamming of the rotor as well as large deformations, which in turn increases the reliability.

Despite the structural simplicity in the chamber of the impact crusher are quite complex processes. Is carried out simultaneously with the crushing of the material and its movement down to the place of unloading the speed and direction of motion of the material particles in which depend on many factors: particle shape and size; physical and mechanical properties of the material; the position of the particle relative to the impactor at the time of impact, etc. Also, the results of crushing are influenced by humidity, conditions of supply of the source material and his size. In addition, the nature of the movement of material particles in the crusher chamber has a significant impact on the wear of the working shock elements.

Conclusion. The analysis of the equipment shows that one of the simplest and most successful designs of multi-link crushers of impact action with a vertical rotor arrangement for today is a two-support single-drive hammer crusher.

16. НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння суміші зелені прямих овочів

Ігор Бабанов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Валерій Михайлов, Світлана Прасол, Андрій Шевченко, Олексій Вельмісов
Харківський державний університет харчування та торгівлі, Харків, Україна

Вступ За умов впливу підвищеної температури під час тепло-масообмінної обробки, відбуваються зміни її харчової та біологічної цінності. Для певних її різновидів, зокрема зелені прямих овочів, характерними недоліками також є втрати природних ароматичних та смакових властивостей, що негативно відбивається на споживних властивостях готової продукції. До того ж, внаслідок значної тривалості вищезазначених процесів є досить енергозатратними. З урахуванням цього одним з важливих напрямів підвищення ефективності концентрування та сушіння харчової сировини, а також забезпечення її якості під час переробки, є впровадження новітніх енерго- та ресурсозберігаючих процесів та прогресивного обладнання для їх реалізації. До перспективних методів тепло-масообмінної обробки належить обробка в НВЧ-полі, при якій не тільки прискорюється нагрівання продукту, але й суттєво скорочується тривалість процесу і відмічається більш високий рівень збереженості харчових речовин.

Матеріали і методи Як предмет досліджень використовували суміш подрібненої зелені прямих овочів – петрушки, пастернаку, селери, кропу. Зміну маси зразка досліджували шляхом контрольного зважування за допомогою лабораторних ваг ВЛР1000. Фіксація зміни температури зразка здійснювалась термopарою за допомогою пірометричного мілівольтметра Ш-4501. Вміст вологи визначали за допомогою рефрактометра та висушуванням до постійної маси.

Результати Під час нестационарного режиму НВЧ-нагріву в межах глибини вакуумування 80...40 кПа кінцеве значення температури знижується в межах від 93°C до 76 °C. Тривалість досягнення кінцевої температури при НВЧ-концентруванні та НВЧ-сушінні суміші подрібненої зелені прямих овочів скорочується зі збільшенням потужності нагріву з 0,5 кВт до 2 кВт – в 3,9...4,1 рази, а зі збільшенням глибини вакуумування з 80 кПа до 40 кПа – в межах 21...25 %. Зі збільшенням потужності нагріву в межах 0,5...2,0 кПа тривалість НВЧ-концентрування зменшується у 3,4...3,7 рази, а тривалість НВЧ-сушіння – у 4,1 рази. Зі збільшенням глибини вакуумування в межах від 80 до 40 кПа тривалість НВЧ-концентрування збільшується в межах 12...19 %, а НВЧ-сушіння практично не змінюється. У випадку НВЧ-концентрування спостерігається несуттєве зменшення швидкості зміни маси при збільшенні глибини вакуумування, а на етапі НВЧ-сушіння глибина вакуумування практично не впливає на середню швидкість процесу. Визначено, що при організації механічного перемішування сировини тривалість НВЧ-концентрування скорочується в межах 28...32 %, а НВЧ-сушіння – в межах 22...26 %. Цими результатами підтверджено, що застосування перемішування сировини під час її обробки в НВЧ-полі за умов вакуумування внаслідок збільшення проникної златності НВЧ-енергії та зменшення дифузійного опору продукту призводить до підвищення ефективності використання НВЧ-енергії.

Висновки Таким чином, з точки зору збереженості фізико-хімічних властивостей сировини найбільш раціональним є залишковий тиск 40...60 кПа, при якому процес зневоднювання здійснюється в температурному інтервалі 76...86 °C, що має сприяти несуттєвим змінам фізико-хімічних властивостей сировини.

17. Дослідження рівномірності розподілення компонентів дріжджового тіста

Віталій Рачок, Юлія Теличкун, Нкхасі Летсоела Беннет, Володимир Теличкун
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведені дослідження з метою встановлення впливу місильних органів різної конфігурації на розподілення компонентів дріжджового тіста після замішування.

Матеріали та методи. Рецептурні компоненти замішували на тістомісильній машині безперервної дії робочими органами різної конфігурації: шнековими пальцевими та кулачковими робочими органами (РО). Відбирали зразки тіста та за допомогою оптичного мікроскопа Biorex-3 фіксували отримане зображення структури. У програмному комплексі ImageJ обробляли отримане зображення та вираховували коефіцієнт розподілення. За допомогою високоточного мікроскопу досліджено однорідність розподілення дріжджового тіста.

Результати та обговорення. Фіксоване зображення розподілення компонентів дріжджового тіста після замішування робочими органами різної конфігурації наведено на рис. 1.

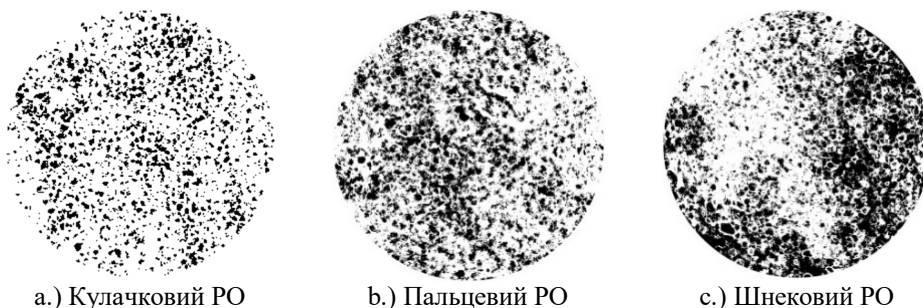


Рис.1. Однорідність розподілення дріжджового тіста

Виявлено кількість однорідних частинок, які утворилися після замішування дріжджового тіста. У кулачкових місильних органах ці показники найвищі (Рис.1а) і складають 2421 шт однорідних частинок на площі досліджуваного під мікроскопом зразка (282600 мк), у пальцевих 1439 шт, у шнекових 801 шт. Середній розмір частинок після замішування кулачковими місильними органами складає 116,7 мк, пальцевими РО 196,3 мк, шнековими РО 352,4 мк. Коефіцієнт розподілення після замішування кулачковими робочими органами складає 84%, спостерігається рівномірне розподілення компонентів у структурі дріжджового тіста. Після замішування пальцевими місильними органами коефіцієнт розподілення складає 67% та досягається рівномірність розподілення компонентів у структурі тіста. Під час замішування шнековими робочими органами коефіцієнт розподілення сягає 58%, за цих значень не досягається рівномірного розподілення компонентів у структурі тіста, містяться сліди непромісу.

Висновки. Після замішування кулачковими робочими органами досягається дріжджове тісто високої якості з рівномірною дрібною тонкостинною структурою без порожнин, відсутністю не розмішаних грудочок борошна, рівномірним розподілом газоподібних складових, що у подальшому покращує структуру пористості виробів.

18. Удосконалення конструкції машини для розкочування тіста

Яна Сивораक्षा, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В Україні успішно розвивається виробництво круасанів, слойок, пиріжків з листового і листово-дріжджового тіста. Виробники хлібобулочних виробів намагаються розширити свій асортимент за рахунок такої продукції.

Матеріали і методи. При пошуку шляхів зменшення витрат матеріальних ресурсів при виробництві листових виробів проаналізована робота обладнання, яке входить до складу відповідної лінії. Для кожної із машин розглянуті показники технічного рівня двох груп – функціональної (продуктивність, надійність, точність, ступінь механізації та автоматизації) і економічної (витрата енергії та матеріалів, габаритні розміри). Використана інформація з паспортів обладнання, навчальної і технічної літератури, інтернет-джерел.

Результати. Обладнанням, яке є найскладнішим в обслуговуванні, потребує значних витрат праці та характеризується найбільшими втратами сировини і кількістю браку, є тісторозкочувальна машина. При шаруванні тіста на ній воно часто прилипає до скалки або до валків машини, що призводить до появи складок, розривів і виділення жиру на поверхні пласта. Усунення цих недоліків потребує зупинки машини, додаткового посипання тіста борошном. В підсумку це призводить до нерівномірного розподілу жиру, втрат сировини, поганого розшарування при випіканні виробів. На підсипку витрачають до 1,5% борошна від загальної витрати його на виробництво виробів. Розглянуто машину для розкочування тіста МНРТ 130/600.

Для зменшення прилипання тіста до робочих поверхонь обладнання і спрощення його експлуатації, зменшення трудомісткості при обслуговуванні запропоновано встановити борошнопосипач (рис.1). Його основними елементами є бункер і розміщений в ньому вал зі шпичками. Днище бункера для борошна подвійне перфороване. Кількість борошна, яке йде на посипання, регулюється рівнем відкриття отворів, що дає можливість заощадити до 30% борошна. Борошно посипається безпосередньо на полотно стрічки або тісто. Невелика висота посипання перешкоджає надмірному утворенню борошняного пилу і зменшує його присутність у повітрі. Передбачено регулювання висоти розміщення бункера над стрічкою – посипач з допомогою плит закріплений на станині тісторозкочувальної машини.

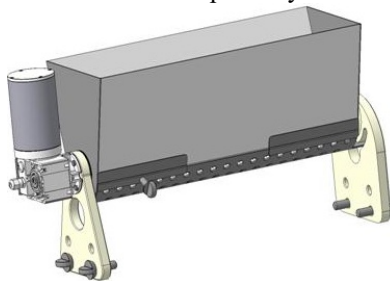


Рис.1. Борошнопосипач тісторозкочувальної машини

Висновки. Спроекований вузол автоматичного посипання стрічки конвеєра тісторозкочувальної машини або тіста борошном запобігає прилипанню тіста до елементів обладнання, скорочує витрати матеріальних ресурсів і часу, необхідного для його обслуговування.

19. Дослідження вакуумного охолодження хліба

Валентин Червоний, Микола Десик, Володимир Теличкун
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Охолодження гарячого хліба після випікання перед нарізанням та пакуванням є актуальним для хлібопекарської промисловості. Традиційний спосіб охолодження та зберігання хліба на вагонетках(контейнерах) пов'язаний з застосуванням ручної праці. Обладнання, яке використовується на хлібопекарських підприємствах останнім часом для охолодження хліба – громіздке, а сам процес тривалий.

Матеріали і методи. Нами проведено дослідження процесу вакуумного охолодження хліба, для дослідження процесів охолодження хліба в умовах вакууму нами створена експериментальна установка, що включає: вакуум-камеру, вакуум насос, конденсатор, прилади регулювання та контролю.

Результати. Отримані температурні криві прогріву тіста-хліба і його наступного охолодження в умовах вакууму та умовах хлібосховища свідчать про значне скорочення процесу охолодження хліба в умовах вакууму порівняно з традиційним. Встановлено залежність кількості випареної вологи при вакуумному способі охолодженні хліба, від 98 °С до 30 °С випаровується 6 – 7,5 % вологи від маси заготовки, при охолодженні в хлібосховищі кількість випареної вологи становить 2,5 – 5%. Отримано криві охолодження хліба вакуумним і традиційним способами.

Висновки. Застосування вакуумного охолодження знижує витрати енергоресурсів на охолодження виробів та покращує їх якісні показники, що свідчать про перспективність вакуумного охолодження хліба. Застосування вакуумного способу охолодження хліба, що набуває поширення, дає можливість максимально скоротити тривалість охолодження, зменшити витрати на обладнання та виробничі площі.

20. Напрямки підвищення ефективності роботи шаф вистоювання

Артем Нагорний, Ігор Литовченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В хлібопекарській промисловості шафи вистоювання обов'язковий елемент технологічної лінії. В галузі поширені відносяться шафи з горизонтальними гілками колискових конвеєрів, наприклад типу Т1-ХРЗ та відносяться шафи, в яких використовується вертикальний рух конвеєрів, наприклад типу РШВ.

Матеріали і методи. В сучасних умовах час з'явилася можливість модернізувати більшість видів технологічного хлібопекарського обладнання шляхом використання засобів комп'ютерного моделювання. Базовим методом в цій галузі є використання програм, які базуються на методі кінцевих елементів. Запропоновано здійснювати моделювання в програмі FlowVision.

Результати. До оптимальних технологічних умов протікання процесу вистоювання відносять відносну вологість повітря всередині близько 80% та температуру 36...38 град.

Процес життєдіяльності дріжджових клітин в тісті повинен відбуватися рівномірно, без температурних перепадів, на протязі всього процесу, а це 35...60 хвилин. Тому важливою складовою забезпечення якісного вистоювання є підтримання постійності вказаних кліматичних умов.

Для аналізу роботи шаф вистоювання необхідно отримувати візуальну та числову інформацію про існуючі повітряні потоки. Це дозволяє визначити місця в конструкції, де перепад параметрів значний.

Після аналізу ситуації можна запропонувати методику усунення недоліків, а потім розрахувати нові моделі, вже з запропонованими змінами.

Подібна методика дозволяє перевірити правильність прийнятих рішень ще на етапі конструкторської проробки конструкції.

В результаті моделювання встановлено, що кожен різновид шаф вистоювання має свої переваги та недоліки.

Вистійні шафи з горизонтальними гілками мають велику довжину та висоту, консольна частина шафи знаходиться над тунельною піччю, від якої отримує значні теплові навантаження.

Вистійні шафи з вертикальними гілками мають велику висоту. Висота шаф досягає 5...7 метрів. Це призводить до перепаду температур на окремих ділянках - до 9...10 град. Тому всередині виникають активні вертикальні повітряні потоки. Був визначений суттєвий вплив на ефективність роботи шаф вистоювання місця розташування труб подачі пари всередину корпусу.

Також визначений ступінь впливу на кліматичні умови в шафі розмірів та розташування технологічних отворів – вікон завантаження та розвантаження тістових заготовок, а також вікна для входу в корпус шафи колисок холостої гілки.

Аналіз графічних та числових даних дозволив визначити напрямки реконструкції діючих шаф.

Висновки. В даному дослідженні отримані результати моделювання конвективних процесів всередині шаф двох типів: по траєкторіях обтікання повітрям внутрішніх конструкцій та колисок, також по діапазону температур та по швидкостях потоків повітря.

21. Особливості охолодження хліба після випікання

Микола Сташенко, Микола Десик, Володимир Теличкун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ В сучасних умовах забезпечення споживача нарізанням або упаковуванням хліба є актуальним у хлібопекарській галузі. Найбільш трудомістким, тривалим після випікання хліба є процес його охолодження перед нарізанням та пакуванням.

Традиційний спосіб охолодження хліба при зберіганні його на вагонетках (контейнерах) після випікання є немеханізований і вимагає застосування ручної праці. В останні роки набуває поширення застосування спіральних конвеєрних охолоджувачів – кулерів.

Матеріали і методи Нами проведено дослідження процесу охолодження хліба на кулерах на Першому столичному хлібзаводі, та зроблено аналіз ефективності їх використання. Дослідження проведено із застосуванням вимірювальної апаратури.

Результати В результаті проведених досліджень встановлено закономірності зміни температури та маси хліба, та його якості під час охолодження. Результати представлено в графічній формі. Встановлено, що процес охолодження на кулерах складає більше години, втрати маси хліба – в середньому 3,5 %.

Аналіз використання кулерів показав, що переваги їх застосування є: висока продуктивність, безперервність технологічного процесу за рахунок механізації процесу, кращі умови збереження якості та від пошкоджень, універсальність. Одночасно недоліками кулера є: громіздкість конструкції, великі габаритні розміри, тривалий час охолодження та великі втрати маси хліба.

Висновки Проведені нами дослідження процесу охолодження хліба на кулерах в умовах виробництва та аналіз їх роботи, використані при модернізації конструкції кулера та подальшому дослідженні та удосконаленні процесу охолодження хліба.

Література.

1. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: Навчал. посібник для студентів механічних фахів. – Одеса:Астропринт, 2001. – 320с.

2. Технологическое оборудование хлебопекарных предприятий / Ю. П. Головань и др. - М. : Агропромиздат, 1988. – 382 с.

22. Research of vacuum cooling of bread

Chervonyi Valentyn, Telychkun Volodymyr, Desik Mykola

National university of food technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Cooling of hot bread after baking before cutting and packaging is relevant for the baking industry. The traditional way of cooling and storing bread on trolleys (containers) involves the use of manual labor. Equipment which is used in bakeries to cool bread is massive, and the process is long.

Materials and methods. The application of the vacuum bread cooling method is expanding, and this method makes it possible to reduce the cooling time, reduce the cost of equipment and production space. To study the processes of cooling the bread under vacuum, we have created an experimental installation (fig.1), which includes: 1 oven, 2 dough workpiece, 3 strain gauge scales, 4 dewar dish with thermocouples, 5 computer, 6 analog module, 7 data conversion module, 8 vacuum evaporative cooler, 9 vacuum pump, 10 receiver, 11 capacitor, 12 manometer.

Results. The obtained temperature curves of bread-dough and its following cooling in vacuum and storage conditions indicate a significant reduction in the cooling process of bread in vacuum conditions compared with traditional ones. It was found, that from 98 ° C to 30 ° C 6-5,5% of moisture evaporates from the weight of the billet during vacuum cooling, while cooling in a storage facility, the amount of evaporated moisture is 2.5 - 5%.

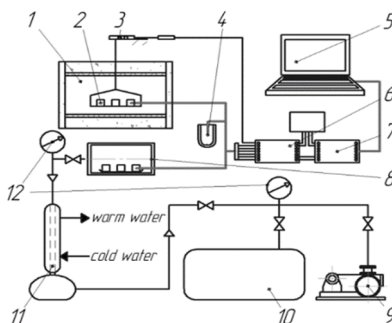


Fig. 1. Experimental vacuum evaporator installation

Conclusions. Slight moisture losses in vacuum cooled billets can be compensate with shorting of baking time, and such benefits as reducing the process length, reducing energy consumption costs for cooling products, and improving their qualitative indicators, which testifies about prospects of vacuum cooled bread.

References. О.С. Кобець, М.Г.Десик, О.В. Арпуль, В.Ф. Доценко, В.І. Теличкун (2016), Використання вакуумного охолодження у технології бісквітних напівфабрикатів, Наукові праці НУХТ, 22(6), с. 173-178

23. Сучасні методики дослідження процесу безперервного замішування тіста

Станіслав Мушинський, Ігор Литовченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Впровадження нового обладнання, яке розробляється на основі сучасних наукових методик, має важливе значення для підвищення ефективності виробництва та зростання продуктивності праці в хлібопекарській галузі.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження обрана поширена на хлібозаводах України тістомісильна машина безперервної дії типу А2-ХТТ. Запропоновано модернізувати її робочі органи дискової форми.

Методом дослідження обрано комп'ютерне імітаційне моделювання. Пропонується для цього використати програмний пакет FlowVision.

Результати та обговорення. Принцип програми комп'ютерного моделювання ґрунтується на методі кінцевих елементів, він дозволяє отримати візуальні та чисельні дані про динамічні та кінематичні параметри руху хлібного тіста, як в межевому шарі біля робочого органа, так і по всій місильній ємкості.

Для того, щоб здійснити комп'ютерне моделювання, пропонуються проведені наступні етапи складання задачі.

Спочатку відбувається створення геометрії. Користуючись уміннями, набутими при вивченні дисципліни «Системи автоматизованого проектування», в програмі КОМПАС-3D створюється тривимірна модель ємкості для замісу тіста, робочого валу та місильних дисків. Використовуючи формати файлів для обміну між програмами САПР, модель завантажується в програму FlowVision. Згідно стандартної методики потім модель масштабується.

Наступний етап - створення тривимірної просторової сітки кінцевих елементів. Кількість елементів визначається пропорційно розмірам моделі в кожному з трьох вимірів. Потім проводиться адаптація сітки навколо робочого органа – диска. Це дає можливість підвищити точність моделювання в області, в якій відбуваються основні процеси перемішування.

Вказання фізичних умов - обов'язковий етап моделювання. В дереві задачі потрібно вказати властивості середовища: в'язкість та густину. Вказується початкова температура середовища. Вказується швидкість обертання робочих органів. Визначається рівень продукту в ємкості. Додатково задається напрямок дії сил гравітації.

В ході моделювання є можливість контролювати основні параметри - тиск, швидкість, дисипація кінетичної енергії. Також потрібно відслідковувати фактичний крок проведення розрахунку, це необхідно для того, щоб не перебільшувати його - це зменшує точність розрахунків. У відповідному вікні контролюється процес сходимості розрахунку.

Розрахунок задачі зупиняється при досягненні бажаної точності.

В результаті проведених дій отримується файл, в якому знаходяться чисельні дані, які в подальшому візуалізуються та аналізуються. Їх обробка дозволить визначити напрямки модернізації тістомісильної машини, а також і інших подібних тістомісильних машин безперервної дії.

Висновок. Використання сучасних методів комп'ютерного моделювання надає можливість для якісного дослідження складних технологічних процесів, які відбуваються в машинах і апаратах харчових виробництв.

24. Аналіз роботи валкового нагнітача машини для поділу тіста

Іван Скринський, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Рух неньютонівських харчових мас між валками, які обертаються, є одним із поширених процесів, в тому числі у хлібопекарській промисловості. Моделювання відповідного процесу – задача складна і актуальна.

Матеріали і методи. В ході виконання роботи для з'ясування можливих напрямків удосконалення обладнання з валковим механізмом проаналізована сучасна науково-технічна література з різних галузей. Виявлення недоліків тістоподільної машини фірми IBIS, яка розглядається, та внесення пропозицій щодо її удосконалення здійснено на основі аналізу критеріїв розвитку техніки. Для визначення їх вагомості використано метод експертних оцінок.

Результати. В хлібопекарській промисловості валки є достатньо поширеним механізмом, який використовується при вальцюванні, нагнітанні, закатуванні тіста. Опис характеру руху тіста у зазорі між валками, який на сьогодні є загальноприйнятим в галузі, зроблений М.В. Зайцевим та О.Т. Лісовенком, хоча доповнення і удосконалення до нього здійснюються і зараз. Так, Зубовичем С.О. був виявлений і вивчений ефект вакуумування в області виходу продукту з валків [1], наявність якого потрібно перевірити для випадку нагнітання валками тіста.

Використання валкових нагнітальних елементів у тістоподільниках має ряд переваг: високу продуктивність, порівняно просте конструкційне оформлення, універсальність [2]. Притаманними їм недоліками є незручність регулювання зміни подачі тіста, а також відсутність стабілізатора тиску в робочій камері подільника. Останнє суттєво ускладнює завдання поділу тіста на заготовки з прийнятною точністю, адже необхідною умовою для цього є забезпечення сталої величини тиску на тісто в кінці кожного циклу нагнітання і, відповідно, постійний ступінь ущільнення тіста. Оскільки відведення тіста з робочої камери через мундштук здійснюється періодично, а подача живильними валками неперервна, то в робочій камері тиск циклічно зростає.

Підтримання сталих значень тиску може здійснюватися шляхом регулювання зазору між валками в процесі нагнітання. В тістоподільній машині, яка розглядається, запропоновано додати механізм регулювання відстані між валками, що дасть можливість стабілізувати перепад тиску при зміні величини подачі тіста. В результаті зросте точність поділу тістової маси на шматки і збільшиться ефективність роботи обладнання. Способом підвищення точності поділу тістових заготовок в ньому також може бути заміна асинхронного електродвигуна на кроковий.

Висновки. Підтвердження доцільності впровадження запропонованих рішень потребує проведення фізичного та математичного моделювання. Досліджуючи роботу валкових нагнітачів тістоподільних машин, потрібно враховувати вплив реологічних властивостей тіста та конструкційних особливостей обладнання на рух в'язкопластичної маси в зазорі обертових валків.

Література.

1. Зубович Сергей Олегович. Течение тяжелой вязкопластичной жидкости в зазоре вращающихся валков : диссертация... кандидата физико-математических наук : 05.13.18 Волгоград, 2007. 156 с.
2. Шевченко О. Ю., Ткачук Н. А., Стадник І. Я., Деркач А. В. Реологічний підхід до валкового нагнітання середовища. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2017. Т. 23. № 1. С. 118 – 125.

25. Дослідження вакуумного охолодження хліба на обладнанні періодичної дії

Михайло Бензель, Юлія Теличкун, Володимир Теличкун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Охолодження гарячого хліба після випікання є актуальною проблемою яка постає в хлібопекарській промисловості.

Традиційний спосіб охолодження виробів є затратним і довготривалим, також займає велику площу для охолодження.

Матеріали і методи. Застосування вакуумного способу охолодження хліба періодичної дії дає можливість скоротити тривалість охолодження, зменшити витрати на обладнання та виробничі площі, збільшується термін придатності готової продукції.

Для проведення дослідів нами було створено експериментальну установку яка включає в себе: вакуум-камеру, вакуум насос, конденсатор, прилади для регулювання та контролю.

Результати. В ході експериментальних досліджень було виявлено що тривалість охолодження скорочується на 98% від традиційного методу охолодження, таким чином, протягом хвилини хліб охолоджується з 95 до 30-35 градусів. Хліб, охолоджений вакуумом, має рівну хрустку скоринку, на якій не утворюються тріщини - як у випадку з класичним охолодженням, більший об'єм і кращу пористість.

Висновки. Під час вакуумного охолодження випаровується (6-7%) вологи більше ніж при традиційному (2-3%), скорочується тривалість охолодження на 98%, що є вигідним для підприємства.

26. Використання комп'ютерного моделювання для оптимізації витрат при випічці хліба

Євгеній Родіонов, Олександр Ковальов

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. В роботі розглядається можливість використання програмного пакету САПР Solid Works та ANSYS для зменшення витрат електроенергії в малорозмірній печі з інфрачервоним обігрівом пекарної камери.

Актуальність. На сьогоднішній день в світі існує тенденція на здорожчання енергоносіїв, тому оптимізація енерговитрат харчових виробництв є актуальною метою. Класичні печі споживають значну кількість енергії тому доцільно використовувати "інфрачервоні" печі, як найбільш універсальні та економічні. Комп'ютерне моделювання дозволить покращити конструкцію пекарної камери такої печі.

Матеріали та методи. Розробка комп'ютерної моделі процесу випікання хліба в печі за допомогою найсучасніших програмних рішень САПР Solid Works та ANSYS Fluent. Для порівняння результатів комп'ютерного моделювання використано експериментальну піч з інфрачервоними випромінювачами і термопари та зразки пшеничного хліба масою до 1 кг.

Результати та обговорення. Час виходу на робочий режим з температурою 250 °С в пекарній камері складає 10-11 хв. Порівнювалися температури в середині заготовки та у пекарній камері.

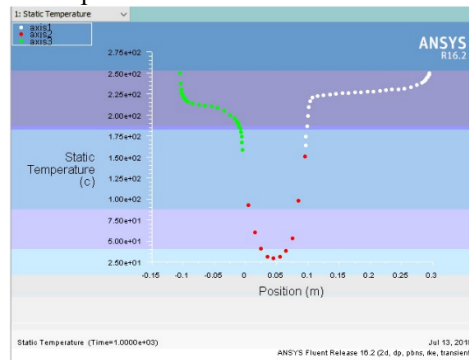


Рисунок 1 - Температурні поля заготовки.

Збіжність результатів досягається з похибкою 9-14%.

Висновки. При використанні наведених вище засобів можливо зменшити витрати електроенергії на 10-12%, оптимізувавши пекарню камеру та режими випікання під необхідну продукцію.

Література

1. Родіонов Є.В. Підвищення енергоефективності при виробництві хлібобулочної продукції з використанням інфрачервоного випромінювання. / Родіонов Є.В., Ковальов О.В., // Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності : матеріали 5-ої Міжнародної спеціалізованої наук.-практ. конф. 14 вер. 2016 р., Київ, Україна. – К. : НУХТ, 2016. – С. 30-31.
2. Родіонов Е.В. Пленочные нагревательные элементы инфракрасных панелей / Родіонов Е.В., Ковалев А.В., Шмидко И.Н. // Міжнародний науковий журнал "Smart and Young". – 2016. – № 4. – С. 42-52.

27. Економія електроенергії в електричній печі з ІЧ-нагріванням

Євгеній Родіонов, Олександр Ковальов

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. В роботі розглядається можливість використання плоских інфрачервоних випромінюючих панелей невеликої площі в хлібопекарській печі для зниження витрат електроенергії. Порівнюються плоскі ІЧ-панелі та аналогічні за призначенням ТЕНи.

Актуальність. У всьому світі спостерігається підвищення цін на енергоносії, тому зменшення енерговитрат харчового виробництва є актуальною задачею. Оскільки ІЧ-випромінювачі сприяють зменшенню тривалості виробництва та їх доцільно використовувати не лише у промислових зразках печей, а і у малорозмірних жарочних та пекарних шафах і печах для застосування в приватних пекарнях та ресторанах.

Матеріали та методи. Використано плоскі інфрачервоні випромінювачі, зі скляним випромінюючим тілом та оксидним нагрівним шаром, які досліджувались термопарами та дистанційним пірометром. Порівнювалися характеристики малопотужних електричних пекарських шаф.

Результати та обговорення. Загалом ІЧ-випромінювачі дозволяють прискорити процеси сушки і випікання в порівнянні з газовим обігрівом. Скляні випромінювачі мають перевагу над ТЕНами. Такі плоскі випромінювачі дають змогу забезпечити прийнятні режими та тривалість випікання при меншій робочій потужності. Час виходу на робочий режим з температурою 260 °С у більшості зразків такого обладнання доходить до 25 хв. в залежності від розмірів, типу та потужності. Характеристики декількох зразків обладнання приведено в табл. 1.

Таблиця. 1.

Модель	Розміри робочої камери, мм	Температура в камері, °С	Час розігріву до 260 °С, хв	Потужність, кВт
КИЙ-В ЖШ - 2	695x540x285	+50...+300	25	9.6
КИЙ-В ЖШ-1	560x560x290	+50...+300	21	4.8
КИЙ-В ЖШ-1М	695x540x285	+50...+300	25	4.8
КИЙ-В ШП-1	975x760x250	+50...+300	24	6
Орест ЭДМ-2/НМ	400x550x250	+100...+300	25	7.2
ІЧР-1	975x760x225	+50...+280	12	3

Плоскі ІЧ-випромінювачі потужністю 3 кВт встановлюються під верхньою поверхнею пекарної камери, розігріваються до 260 °С за 10-12 хв. при нормальній температурі зовнішнього середовища.

Висновки. Використовуючи наведені ІЧ-випромінювачі замість ТЕНів можна знизити витрати електроенергії на 15-25% в залежності від обраного режиму і типу оброблюваного продукту, та зекономити час на етапі розігрівання печі. Менша потужність запропонованих випромінювачів також сприяє зниженню енерговитрат.

Література

1. Родіонов Є.В., Ковальов О.В. Дослідження ефективності плоских інфрачервоних випромінювачів. Ресурс- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності : матеріали 4-ої Міжнародної спеціалізованої наук.-практ. конф. 8 вер. 2015 р., Київ, Україна. – К. : НУХТ, 2015. – С. 68-69.
2. Родіонов Е.В. Пленочные нагревательные элементы инфракрасных панелей / Родіонов Е.В., Ковалев А.В., Шмидко И.Н. // Міжнародний науковий журнал "Smart and Young". – 2016. – № 4. – С. 42-52.

28. Установа для насичення активованої води двоокисом вуглецю

Олексій Нескуба, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Як спосіб підвищення ступеня насичення води вуглекислим газом запропонований метод, заснований на використанні електрохімічного методу оброблення води.

Матеріали і методи. Установа для насичення води двоокисом вуглецю (рис. 1, а) складається із системи подачі води, яка включає насос, редуктор тиску води і витратомір; системи подачі газу (CO_2), до складу якої входить редукційний клапан та лічильник; джерела живлення постійним струмом та електрохімічного проточного модуля для насичення рідин газом. Водневий показник та окисно-відновний потенціал вимірюватимуться рН-метром, а кількість розчиненого двоокису вуглецю визначатиметься афрометром.

Результати. Основним елементом установки, де відбуватиметься процес абсорбції газу, є електрохімічний проточний модуль (рис. 1, б). Він складається з зовнішнього електрода 1, виконаного зі сталі, стійкої до електрохімічної корозії, у внутрішній порожнині якого встановлена напівпроникна діафрагма 2 з мікропористої пластмаси. Діафрагма 2 відокремлює від зовнішнього електрода 1 внутрішній електрод 3, який є перфорованою титановою трубою. Підведення води та двоокису вуглецю здійснюється відповідно через патрубки 4 і 7, а відведення готового продукту – через патрубок 5. На внутрішній поверхні перфорованого електрода 3 встановлена напівпроникна мембрана 6, проходячи через яку двоокис вуглецю насичуватиме рідину у міжелектродному контурі. Для збільшення розчинності двоокису вуглецю необхідно знизити водневий показник рН, тобто отримати аноліт – воду, що має позитивно заряджений потенціал. Для цього до внутрішнього електрода (анода) підводиться позитивний потенціал від джерела постійного струму, а до зовнішнього (катода) – негативний. Електроди розділені між собою діелектричними втулками 8 і 9, які також забезпечують їхнє коаксіальне розташування.

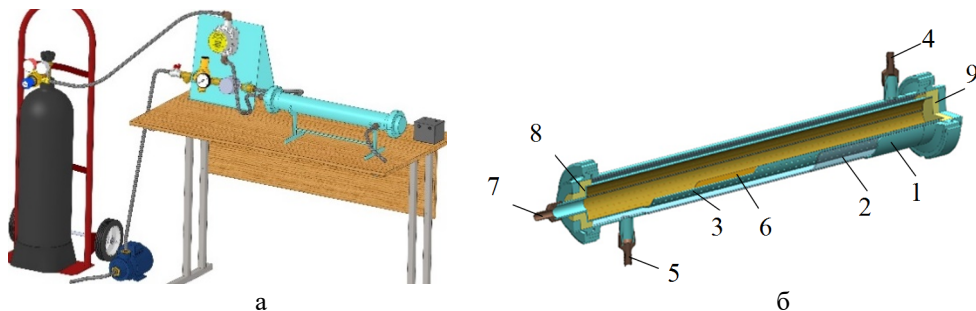


Рис. 1. Установа для насичення води двоокисом вуглецю

Висновки. Потік води, проходячи у міжелектродному кільцевому зазорі, отримує позитивний електричний потенціал від внутрішнього електрода і паралельно насичується двоокисом вуглецю, розчинність якого збільшуватиметься із зменшенням рН розчину.

Література.

Проточный электроактиватор воды : пат. 2429202 С2 Российская Федерация : МПК C02F1/46. № 2008147991/05 ; заявл. 04.12.2008 ; опубл.20.09.2011, Бюл. № 26.

29. Удосконалення конструкції апарату для приготування пивного затору з метою підвищення ефективності його роботи

Максим Котелевець, Сергій Удодов, Леся Марцинкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із важливих етапів технології пивоваріння є отримання пивного затору. Недосконалість існуючого обладнання для приготування затору та його якість вимагають подальшого їх удосконалення.

Методи і матеріали. Кінцевою метою процесу приготування пивного затору є отримання водного розчину цінних сухих речовин зернової сировини.

До недоліків заторних апаратів, що використовуються в процесі приготування пивного затору, як свідчить практика їх експлуатації, можна віднести порівняно низьку інтенсивність теплообміну між затором і нагрівною стінкою апарату, наявність парової сорочки для обігріву, а також механічного перемішуючого пристрою. Все це, в деякій мірі, ускладнює конструкцію апарату, впливає на ефективність та якість продукту, а відповідно і його експлуатацію.

З метою усунення вказаних недоліків пропонується проводити нагрів продукту у виносному теплообміннику, а його циркуляцію здійснювати спеціальним насосом, замінивши таким чином механічне перемішування струменевим.

Експериментальні дослідження, проведені на лабораторній модельній установці із зовнішнім циркуляційним контуром і виносним кожухотрубним теплообмінником, довели її працездатність та можливість здійснювати процес екстрагування при співвідношенні солоду і води від 1:3 до 1:4 при високих якісних показниках готового суслу. Оскільки заторна маса характеризується значними адгезійними властивостями, тому для запобігання залягання продукту в середині апарату встановлені вібраційні елементи. Останні, як свідчить практика експлуатації подібних пристроїв сприяють підвищенню ефективності процесу - мінімізації вмісту кисню в заторі, прискоренню і підвищенню ступеня вилучення речовин, скороченню тривалості затирання тощо.

Висновки. Отже, запропонована схема та конструкція заторного апарату для приготування пивного затору в апараті із зовнішнім циркуляційним контуром, виносним кожухотрубним теплообмінником та вібраційними пристроями, встановленими в середині пустотілого апарату свідчать про наступні переваги в порівнянні з традиційними заторними апаратами:

- підвищення якості затору та смаку пива, зниження інтенсивності механічних і гідродинамічних впливів і, отже, зменшення створення в ньому β -глюканів, мінімізації поглинання кисню;
- технологічна гнучкість, що забезпечує високу якість кінцевого продукту незалежно від сорту і якості використаної сировини, складу заторної маси;
- скорочення тривалості затирання на 20-25 хв;
- покращення процесу фільтрування пива.

Література:

1. Kunze W. Technology Brewing and Malting. VLB, Berlin, 2010. - 949.
2. Briggs, D.E.; Boulton, C.A.; Brookes, P.A.; Stevens, R. Brewing Science and Practice. *Woohead Publishing Ltd. CRS Press*, 2004.- 963 p.

30. Модернізація апарату для фільтрування пивного затору з метою підвищення ефективності його роботи

Олег Попович, Сергій Удодов, Ігор Литовченко

Національний Університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Якість пивного суслу, а в кінцевому випадку готового пива, в значній ступені залежить від процесу його фільтрування. Найефективнішим обладнанням для цих цілей, як свідчать сучасні дослідження є застосування фільтраційного апарату.

Матеріали і методи. Мета роботи - підвищення якості продукції в залежності від основних факторів, що суттєво впливають на процес осадження. Основна задача досліджень - встановлення найбільш доцільних та раціональних режимів і конструктивних параметрів фільтраційного апарату. Під час роботи фільтраційного апарату після спуску мутного суслу крізь фільтраційні крани і поверненні його у фільтраційний апарат прозоре сусло крізь крани і збірну трубу направляють в резервуар регулятора тиску.

Результати. Ефективність роботи фільтраційного апарату досліджувалася шляхом моделювання руху рідини при постійній швидкості подачі затору 6 м/с всередині апаратів із різноманітною конструкцією форм днища апарату – із ввігнутим днищем всередину, і плоским днищем. Конструктивне виконання форми патрубка подачі затору в апарат, розташованого в центральній частині зверху самого апарату. В харчовій промисловості відфільтрований затор в основному використовується в пивоварному виробництві. В багато чому смак пивоварних виробів залежить від якості затору, що надходить на переробку. З цією метою все більше вдосконалюється технологія виробництва пива та виготовлення обладнання, підвищується якість обслуговування. Від цих параметрів залежить підвищення ефективності виробництва, ріст продуктивності праці, зниження собівартості продукції. Тому необхідно зазначити, що фільтрування затору це дуже важливий процес. На проведення процесу фільтрації, а саме на здійснення розпушування дробини витрачається найбільша кількість енергоносіїв та часу. Фільтраційний апарат виконує від 10-ти до 12-ти варок на добу. В нижній частині має дно, що складається з двох плоских пластин, з'єднаних між собою по прямій, кожна пластина нахилена вниз від центральної лінії до периферійної стінки, таким чином, що при промиванні вода тече вниз по кожному схилу, щоб злити тверді речовини у напрямку двох великих пунктів збирання, розташованих у нижній точці днищаа. Дане технічне рішення дозволить вдосконалити конструкцію фільтраційного апарату, збільшити продуктивність та підвищити якість вихідного продукту без суттєвих витрат на проектування та монтаж нової конструкції, зменшить силу опору та енерговитрати. Зміна пристрою вертикального переміщення розрихлювача призведе до більш простої конструкції даного механізму та полегшення його експлуатації і продовження терміну служби. Фільтрування і відведення сусла відбувається швидше, що сприяє отриманню сусла високої якості. Також, значно зменшуються витрати енергії та часу на проведення процесу завдяки кращому швидшому відведенню сусла з апарату.

Висновки. Встановлено, що найбільш доцільною та раціональною є конструкція фільтраційного апарату, що поєднує з ввігнуте всередину конічним днищем.

31. Модернізація апарату для приготування пивного сусла з метою підвищення ефективності його роботи та якості продукту

Олег Стахів, Сергій Удодов, Леся Марцинкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Обладнання та процеси, що використовуються у пивоварній галузі, останнім часом постійно розширюються та удосконалюються. Цей факт свідчить про досить широке поле діяльності в цьому напрямку. Існуючі конструкції апаратів для приготування пивного сусла, що повторюють в основному за будовою та принципом роботи свої класичні традиційні промислові аналоги, мають ще достатній потенціал по їх подальшому удосконаленню, оскільки технологія, процеси та обслуговування такого обладнання можуть бути дещо спрощеними та відмінними.

Матеріали і методи. Апарат для приготування пивного сусла, що використовується в пивоварній галузі та призначений для теплової обробки (кип'ятіння) і охмелення сусла з метою забезпечення його хімічної і мікробіологічної стабілізації і надання останньому специфічних органолептичних властивостей. За останніми науковими дослідженнями виявлена одна із перспективних конструкцій для приготування пивного сусла системи Stromboli [1], яка містить перколятор із примусовою системою рециркуляції продукту. Запропоновано модернізувати дану конструкцію апарату шляхом удосконалення перколятора та використати природню термічну циркуляцію завдяки різниці температур.

Результати. Поставлена мета досягнута за рахунок зміни конструкції перколятора. Запропоновано перколятор апарату для приготування пивного сусла оснастити двома центральними трубами, що проходять через кожухотрубний внутрішній нагрівач. Труби розташовані одна в одній. Труба меншого діаметру заглушена зверху і знизу, вона являється опорою для всього кип'ятильника. В середину труби більшого діаметру подається гріюча пара, яка через отвори розподіляється в міжтрубному просторі кип'ятильника. Пивне сусло, внаслідок природньої термічної циркуляції рухається по трубах теплообмінника знизу в верх і при виході із них, в ежекторі розподіляється на два потоки і продовжує свій рух по контурах I та II (рис.1) Завдяки першому циркуляційному контуру забезпечується переважне витіснення ароматичних сполук, зокрема диметилсульфіду, а завдяки другому - регулювання необхідного складу коагулюючого азоту.

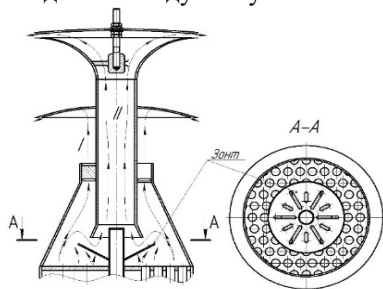


Рис.1.

Для ефективнішого спрямування пивного сусла в II контур циркуляції встановлений розподільний зонт виконаний з прорізами, завдяки яким сусло, що виходить з труб нагрівача проходить крізь ці прорізи, а також завдяки перепаду тиску на обичайці зонта, частково всмоктується в трубу, по якій піднімається вгору і далі розпилюється в просторі апарату. Запропоноване технічне рішення забезпечує спрямований рух

сусла без використання додаткової системи циркуляції.

Висновки. Модернізація перколятора апарату для приготування пивного сусла значно підвищить ефективність його роботи та якість продукту.

Література

1. Федоренко, Б.М. Пивоваренная инженерия: Технологическое оборудование отрасли / Б.М. Федоренко. – С-Пб.: Профессия, 2009. – 1000 с.

32. Комплексне використання пивних дріжджів з пивоварних підприємств

Марина Бойченко, Сергій Удодов, Леся Марцинкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом, через важкість утилізації пивні дріжджі, отримані в результаті процесу приготування пива, викидались. Ними нехтували, незважаючи на їх біологічну та економічну цінність. Тому, актуальним постає задача перетворення дріжджової сировини для потреб виробництва допоміжної продукції і організації безвідходного виробництва.

Матеріали і методи. Розроблення машино-апаратурної схеми переробки дріжджової сировини, з метою задоволення потреб сільського господарства та фармацевтичної галузі промисловості.

Результати. Суттєвим шляхом збільшення ресурсів пивоварних підприємств є використання пивних дріжджів, які в значній кількості залишаються після фільтрації пивного суслу. Одним з резервів їх використання може бути проведення фільтрації на установках нового покоління - FIL –Max, які призначені для видалення надлишкових дріжджів із пива. Дана установка дозволяє значно зменшити об'єм відходів шляхом проведення фільтрації пивного суслу через пакети мембран.

Також, одним з резервів може бути встановлення на підприємстві сушарки для висушування пивних дріжджів і відправка їх на корм худобі чи на використання у сільському господарстві (наприклад для приготування компосту, яким удобрюють поля).

Існує і третій резерв – продавати не сухі пивні дріжджі, а вже готову з них фармацевтичну основу. Звичайно, для отримання такої продукції доведеться інвестувати гроші в складну систему переробки сировини. Але, наприклад, вартість тони сухих пивних дріжджів складає 22-23 тис. грн, в той же час тонна виробленої з них фармацевтичної основи – вже 120 – 130 тис. грн.

Згідно з Нормативними документами, регулюючими сферу харчових відходів, є Закон України «Про побічні продукти тваринного походження, які не призначені для споживання людиною» і Закон України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції». Їх дотримання перевіряється органами Держпродспоживслужби в плановому і позаплановому порядку в залежності від ступеня ризику того чи іншого підприємства. Нові технології, що пропонуються до впровадження можуть істотно поліпшити ситуацію з небезпечними відходами в Україні. Якщо підійти до цього питання комплексно, то звичайні відходи будуть не заповнювати полігони, а ставати новою сировиною.

Висновки. Застосування комплексного використання пивних дріжджів, які утворюються в значній кількості на пивоварних підприємствах призведе до значного покращення екологічного стану в країні, поліпшити ситуацію з відходами в Україні. Використанні вище зазначених резервів дозволить отримати ще й додатковий прибуток для підприємства, а також можливість співпрацювати з іншими пивоварними підприємствами шляхом переробки ще й їхньої дріжджової сировини.

Література.

1. Kunze W. Technology Brewing and Malting. VLB, Berlin, 2010. - 949.
2. Федоренко, Б.М. Пивоваренная инженерия: Технологическое оборудование отрасли / Б.М. Федоренко. – С-Пб.: Профессия, 2009. – 1000 с

33. Визначення пропускної здатності вібростита шляхом математичного моделювання

Іван Ліхван, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гранулометричний склад м'ясо-кісткового борошна повинен відповідати вимогам технічних умов, тому значною мірою якість кінцевого продукту залежить від ефективності здійснення процесу просіювання.

Матеріали та методи. Для дослідження динаміки процесів, що відбуваються при просіюванні м'ясо-кісткового борошна на віброститі, розроблена математична модель. Для опису переміщення частинки масою m від верху сита до низу по поверхні прийнято, що вісь координат OX збігається з цією поверхнею, нахиленою до горизонту під кутом α , і здійснює вимушені коливання з амплітудою A і частотою ω .

Результати та обговорення. В результаті теоретичних досліджень встановлено, що на окрему частину, що знаходиться на похилій поверхні (в нашому випадку на ситі), діють такі сили: F_m – сила тяжіння, $F_{тр}$ – сила тертя по поверхні сита, F_n – нормальна складова сили реакції сита на частину, F_i – сила інерції, F_{ap} – сила Архімеда, $F_{зм}$ – змушуюча сила, $F_{оп}$ – сила опору.

На підставі фізичних законів отримана математична залежність, що дає можливість визначити залежність пропускної здатності вібростита (кг/с) від режимно-технологічних параметрів:

$$Q_{np} = \frac{\omega_1 \cdot F \cdot a_{жс} \cdot \omega}{100 \cdot e^K \cdot \mu_{np}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot k_{вз} \cdot m \cdot \varepsilon}{M}} \cdot \sqrt{\frac{\mu_{np} \cdot \rho_{нас} \cdot \sin \alpha}{\rho_{пр} \cdot k \cdot W \cdot W_0 \cdot g \cdot \cos \beta}}$$

де Q_{np} – пропускна здатність вібростита; $\rho_{нас}$ – насипна маса продукту; m – маса часточки; a , ω – відповідно амплітуда і частота коливань віброуючої площини; ω_1 – коефіцієнт опору; F – площа ситового полотна; $a_{жс}$ – живий переріз сита; K – коефіцієнт, що залежить від типу матеріалу, який просіюється; μ_{np} – динамічна в'язкість; $k_{вз}$ – кількість вібробуджувачів; ε – ексцентриситет дисбалансу; M – маса віброрами; ρ_{np} – густина продукту; k – коефіцієнт, що залежить від типорозміру сита та моделі вібростита; W – сумарна площа отворів ситового полотна; W_0 – коефіцієнт режиму роботи вібростита; β – кут нахилу траєкторії коливань відносно площини (кут вібрації); α – кут нахилу площини до горизонту; g – прискорення вільного падіння.

Висновки. Процес просіювання на вібраційному ситі значною мірою залежить від кута нахилу, амплітуди і частоти коливання сітчастого дека. Для визначення впливу цих параметрів на ефективність роботи вібраційного сита необхідно провести повний факторний експеримент.

Література.

1. Боровець, В. М. Вплив робочого середовища на кінематику вібраційних машин / В. М. Боровець, Я. В. Боровець // Вібрації в техніці та технологіях. – 2016. – № 2. – С. 10–15.
2. Шатохін, В. М. Інтегро-диференціальні рівняння сталих динамічних процесів в нелінійних моделях машинних агрегатів / В. М. Шатохін, Н. В. Шатохіна // Вібрації в техніці та технологіях. – 2016. – № 2 (82). – С. 43–53.

34. Дослідження процесу формування котлетних виробів

Володимир Васильков, Олександр Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розробка і удосконалення промислового обладнання для формування січених напівфабрикатів потребує обґрунтування доцільності запровадження запропонованих рішень. Апробація може бути проведена шляхом фізичного або математичного моделювання.

Матеріали і методи. Визначальним параметром для формування котлетних виробів є розподіл тиску в робочій зоні. Факторами, які впливають на перебіг процесу, є частота обертання нагнітальних лопатей і пов'язана з нею швидкість руху поршня. До складу розробленої лабораторної установки входять машина для формування котлет та засоби вимірювання вхідних і вихідних параметрів.

Передбачена можливість регулювання цього параметра з допомогою частотного перетворювача в межах 0...60 об/хв. Вимірювання тиску здійснюється тензодатчиками FSR-402 та FSR-408 фірми Interlink Electronics.

Результати. Оскільки дозування у машині для формування котлетних виробів здійснюється за об'ємним принципом, потрібно забезпечити сталість густини напівфабрикатів і рівномірність заповнення формувального об'єму. Таким чином, отримання якісної продукції – січених м'ясних напівфабрикатів – потребує сталих значень тиску. Цей показник є визначальним. В ході попередніх досліджень було з'ясовано, що змінити розподіл тиску і забезпечити його рівномірність по перерізу формуючого каналу можливо шляхом зміни частоти обертання та модифікації форми нагнітальних лопатей та встановлення конролопатей в місткості. Результати попередньо проведеного імітаційного моделювання підтвердили доцільність запропонованих змін, але для встановлення адекватності отриманих результатів виконання фізичних експериментів є обов'язковим.

При проведенні досліджень визначено структурно-механічні властивості фаршу, які є його важливими характеристиками і суттєво впливають на процес формування. Консистенція фаршу визначена пенетраційним методом, який є найбільш перспективним і універсальним методом для її контролю. Метод дає можливість визначити граничне напруження зсуву фаршу τ_0 (Па) за отриманими даними глибини занурення конуса пенетрометра:

$$\tau_0 = \frac{k \cdot m_0}{h^2},$$

де m_0 – дійсна величина навантаження, кг; h – глибина занурення конуса, м; k – константа конуса з кутом при вершині 60° , $k = 2,14$ Н/кг.

Висновки. Для проведення досліджень процесу формування котлетних виробів розроблена експериментальна установка, яка дасть можливість отримати результати, необхідні для визначення раціональних конструктивних і режимних параметрів роботи обладнання та порівняти їх з отриманими при імітаційному моделюванні.

Література

1. Доценко, С. М. Полуфабрикаты из мясо-растительного фарша / С. М. Доценко // Мясная индустрия. – 2005. – № 2. – С. 28–30.
2. Технологічні комплекси харчових виробництв: Навчальний посібник / В. І. Теличкун, О. М. Гавва, Ю. С. Теличкун, О. О. Губеня, М. Г. Десик, О. М. Чепелюк. – Київ : Видавництво «Сталь», 2017. – 456 с.

35. Удосконалення конструкції мездрильної машини

Іванна Біла, Олександр Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Підвищення науково-технічного рівня м'ясопереробних підприємств передбачає їх технічне переоснащення, спрямоване не лише на збільшення обсягів виробництва, а і на покращення умов роботи обслуговуючого персоналу.

Матеріали і методи. Для встановлення технічного рівня мездрильних машин проаналізована технічна інформація, в тому числі патентні фонди за останні 20 років. З'ясовано, що при експлуатації мездрильної машини багато часу витрачається на зачekanення ножів у ножовому валу, тому цей вузол потребує удосконалення. Варіант модернізації запропонований на основі використання методів активізації творчої діяльності, зокрема методу мозкового штурму.

Результати. Аналіз відомих конструкцій і досвіду експлуатації мездрильних машин показав, що конструкційні рішення мають ряд недоліків. Процес мездріння полягає в знятті прирізей м'яса, сала і підшкірної клітковини з бахтармяного боку шкіри. Незалежно від принципу дії мездрильної машини (прохідні чи непрохідні з електромеханічним або електрогідравлічним приводом) та конструктивних особливостей, робочим органом є ножовий вал. Він складається з вала, на поверхні якого виконані канавки, розташовані по спіралі, спіральні робочі ножі і засоби кріплення ножа в канавці. Недоліком такого ножового вала є складність механізації процесів зачekanення і розчekanення ножів при існуючому їх кріпленні і низька продуктивність праці.

При використанні ножового вала поліпшеної конструкції (рис.1) значно підвищиться продуктивність праці за рахунок механізації процесу зачekanення (запресовування) і розчekanки (розпресовування) ножів. Також істотно покращується гігієна праці.

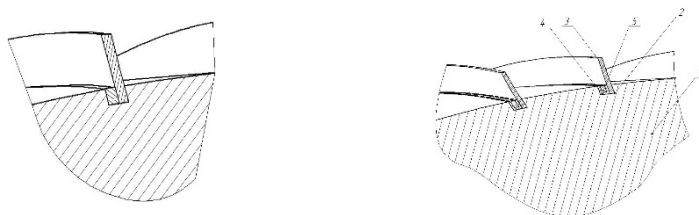


Рис 1. Схема кріплення ножів на валу до та після удосконалення:

1 – вал; 2 – гвинтові пази; 3 – ножі; 4 – стрічка; 5 – смуга клиновидної форми.

Висновки. Запропоноване удосконалення конструкції не потребує значних фінансових вкладень, а підвищення продуктивності праці, в свою чергу, призводить до більшої економічної ефективності роботи обладнання.

Література

1. Иванов, В.А. Тенденции и перспективы развития оборудования кожевенных производств / В.А. Иванов, В.В. Рашкин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2012. – № 1, т. 8. – С.47–52.

2. Афанасьев, В.В. Монтажные особенности ножевых валов широкопроходных мездрильных машин / В.В. Афанасьев, С.Д. Байкин, В.А. Иванов // Науковедение. – 2015. – Т.7, №1. – 10 с.

36. Вплив основних параметрів роботи фризера для виробництва м'якого морозива на його продуктивність

Андрій Ральчук, Олена Бабанова, Ігор Бабанов

Національний університет харчових виробництв, Київ, Україна

Процес приготування морозива у фризерах періодичної дії є складним теплофізичним процесом. Отримання морозива з належними смаковими якостями обумовлено не тільки його технологічною основою - складом і властивостями наповнювачів, які характеризують тип морозива, але і особливостями теплообміну в охолоджуючому циліндрі фризера, що визначають процеси збивання і заморожування суміші на його поверхні.

Складність моделювання процесу приготування морозива обумовлена тим, що заморожування суміші передбачає одночасне її намерзання на внутрішній поверхні охолоджуючого циліндра, видалення намороженого шару, його перемішування з теплою сумішшю, що входить до фризера, і видавлювання готового замороженого продукту з наданням йому заданої форми.

З точки зору практики, технічна досконалість обладнання визначається його здатністю забезпечувати максимальну збитість морозива при найбільшій продуктивності.

При порушенні технології виготовлення складових частин фризера або при використанні пристрою для збивання не скребкового типу можливе значне зменшення продуктивності. Так, у міру збільшення зазору з 1 до 10 мм продуктивність падає з 11 до 4 кг/год., тобто майже в 3 рази. При цьому, внаслідок збільшення термічного опору замороженого шару температура кипіння фреону знижується з -24°C до -39°C , і холодопродуктивність зменшується з 0,6 до 0,45 кВт.

Цікавим є вплив частоти обертання пристрою для збивання на продуктивність фризера. Цей вплив зумовлений тим, що збільшення продуктивності фризера і підвищення якості морозива може бути отримано шляхом інтенсифікації процесу збивання за рахунок збільшення частоти обертання валу.

Збільшення довжини циліндра призводить до зростання продуктивності фризера. Так, збільшення довжини циліндра з 0,1 м до 0,4 м. забезпечує збільшення продуктивності з 9,5 кг/год. до 17 кг/год. Це обумовлено тим, що розвиток поверхні теплообміну підвищує температуру кипіння холодильного агенту в циліндрі та знижує енергетичні витрати на зрізання морозива приблизно на 30...35 %.

Збільшення продуктивності обладнання можливо забезпечити за рахунок збільшення внутрішнього діаметра охолоджуючого циліндра. Це рішення знаходить часте застосування в практиці заморожування соків, при охолодженні молочних продуктів і приготуванні морозива.

Висновки. 1. Вибір робочих параметрів роботи фризера визначається комплексом властивостей наповнювачів, які реалізуються в умовах конкретної технічної конструкції. 2. Найбільший вплив на зміну продуктивності фризера надає величина зазору між поверхнею охолоджуючого циліндра і пристроєм для збивання скребкового типу. 3. Частота обертання валу фризера має оптимум, який залежить від співвідношення витрат на привід пристрою для збивання і холодильної потужності агрегату.

Література. Маршал Р.Т. Мороженое и замороженные десерты / Маршал Р.Т., Гофф Г.Д., Гартел Р.У.; пер. с англ. В.И. Василевского. – Спб.: Професия, 2005. – 376 с.

37. Модернізація сировиготовлювача Я5-ОСЖ-10

Богдан Пирогоєд, Олена Чепелюк, Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У молокопереробній промисловості України проблема підвищення ефективності та надійності роботи обладнання для виготовлення сирного зерна і забезпечення гігієнічності процесу є досить актуальною.

Матеріали і методи. Для визначення технічного рівня обладнання проаналізована науково-технічна література, присвячена виробництву сиру. Проаналізовані стандарти України і рекомендації групи EHEDG з гігієнічного проектування обладнання.

Результати. Найбільш досконалим обладнанням для утворення білкового згустку є вертикальні сировиготовлювачі еліпсоподібного типу, їх застосування в технологічних лініях виробництва сирів дає можливість зберігати задану температуру, а також виключає можливість попадання сторонньої мікрофлори і механічних домішок [1]. Роботи з обґрунтування конструкційних і режимних параметрів такого обладнання спрямовувалися на визначення впливу частоти обертання і геометричних особливостей робочих органів на якісні показники продукції, однак конструкції механізму розвантаження увага не приділялася.

Недоліком обладнання, яке розглядається, є невисокий ступінь механізації процесу вивантаження готового продукту. Розміщення в одному пристрої вузлів для відбору сироватки і вивантаження сирного зерна у вигляді забірної та зливної труб, з'єднаних через золотниковий елемент, дає можливість усунути цей недолік, інтенсивно відбирати сироватку самопливом, без зупинки мішалок і застосування насосу, та використовувати один привод. Обґрунтувати доцільність такої модернізації можна шляхом проведення імітаційного моделювання з урахуванням характеристик робочого середовища. В сировиготовлювачах марки Я5–ОСЖ ним є білково-сироваткова суміш, властивості якої постійно змінюються. Найбільш важливо враховувати зміну ефективної в'язкості μ_{ef} , яка, за даними М.П. Сичевського і Ю.Т. Орлюка [2], в діапазоні температур t від 10 °С до 60 °С при вмісті сироватки ψ_c в робочому середовищі від 78% до 87% описується залежністю:

$$\mu_{\text{ef}} = 0,147 \cdot t^{-0,72} \cdot \psi_c^{-0,57}$$

З урахуванням характеристик суміші проведено моделювання процесів, що відбуваються у сировиготовлювачі. Їх результати підтверджують доцільність внесення запропонованих змін в конструкцію.

Висновки. Удосконалення конструкції виготовлювача сирного зерна шляхом встановлення модернізованого пристрою розвантаження продукції доцільно для підвищення продуктивності процесу, рівня його механізації та забезпечення асептичних умов транспортування продукту.

Література.

1. Машкін М.І., Могутова В.Ф. Порівняльна характеристика спеціального обладнання на сироробних підприємствах. *Технології XXI века: Сборник тезисов по материалам 21-й международной научной конференции. Ч.1.* Сумы: СНАУ. 2015. С.55 – 56.
2. Сичевський М.П., Орлюк Ю.Т. Реологічні характеристики білково-сироваткової суміші. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія "Харчові технології".* 2016. Том 18 № 2(68). С. 95 – 98.

38. Вдосконалення конструкції фризера для виробництва м'якого морозива з метою підвищення продуктивності

Олександр Старченко, Олена Бабанова, Ігор Бабанов

Національний університет харчових виробництв, Київ, Україна

Фризери є основним обладнанням в лінії виробництва морозива. Фризер задає темп продуктивності всієї лінії. Він призначений для часткового заморожування води в підготовлених молочних сумішах і насичення їх дрібнодиспергованим повітрям. Залежно від виду морозива та конструкції фризера в лід переходить 25...60 % води, а обсяг молочної суміші внаслідок аерації збільшується приблизно в два рази.

Фризери бувають безперервної та періодичної дії. Найважливішими вузлами фризера є робочий циліндр, який із зовнішнього боку охолоджується, а також система охолодження робочого циліндра до подачі продукції в нього. Система охолодження буває аміачною, фреоною або розсільною, що забезпечує охолодження продукту до температури -3...-5 °С. Система подачі продукту здійснює впуск в робочий циліндр разом з продуктом також і повітря для насичення їм продукту.

У розглянутій лінії виробництва морозива встановлений фризер з фреоновим охолодженням TF400. Даний фризер має продуктивність до 400 кг/год. при високому ступені взбитості суміші до 120 %.

Фризер TF400 застосовується на підприємствах з виробництва морозива, холодокомбінатах і цехах морозива молочних заводів. Приготування морозива відбувається шляхом охолодження, насичення повітрям, збивання і заморожування молочної, вершкової, пломбірної, плодово-ягідної та ароматичної вихідних сумішей без наповнювачів або з наповнювачами.

В ході літературно - патентного огляду була запропонована модернізація конструкції фризера яка спрямована на збільшення його продуктивності. З технічної точки зору дана модернізація полягає в наступному.

У морозильному циліндрі встановлений перфорований вал збивача, який одержує руху від електроприводу, всередині якого зі зміщенням встановлений нерухомий вал. Завдання даного валу полягає в продавлюванні суміші, що надходить в обертовий вал збивача, в отвори перфорації. Однак ступінь вдавнення суміші недостатня, в зв'язку, з чим було запропоновано замінити нерухомий вал з перетином у вигляді кола на вал в перерізі - лопать, зверненої під кутом 120 ° до внутрішньої поверхні вала збивача. Це дозволить збільшити ступінь витискання суміші без зменшення відсотка насиченості повітрям суміші, тим самим збільшивши продуктивність фризера.

Однак, збільшивши продуктивність, за рахунок збільшення швидкості просування суміші, неминуче збільшиться витрата холодоносія, що призведе до додаткових витрат. У зв'язку, з чим було запропоновано наступна модернізація, яка полягає в установленні всередині сорочки циліндра гвинтовій навівки. Це дозволить збільшити кількість холоду який віддається холодоносієм. В кінцевому підсумку дана модернізація призведе до зниження витрати холодоносія до початкових значень.

Дані модернізації дозволять збільшити продуктивність фризера на 5...7 %, залишаючи без змін витрати холодоносія.

Література. Б.Л. Николаев, Л.К. Николаев - Процессы фризирования смесей мороженого, расчёты и устройство фризеров. Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 65 с.

39. Моделювання елементів конструкції конвеєризovanого шпарильного чану

Олександр Білоцерківець, Олена Чепелюк
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При удосконаленні існуючого обладнання для теплового оброблення туш свиней важливо правильно розробити несучу конструкцію, оскільки від неї залежить якість проведення процесу ошпарювання.

Матеріали і методи. Для розрахунку на міцність елементів конструкції шпарильного чана враховані умови їх роботи – омивання потоком води температурою до 61 °С та вага туш (100...200 кг). Враховані властивості матеріалу виготовлення обладнання – коефіцієнт теплопровідності 24,23 Вт/(м·К), питома теплосмність 460 Дж/(кг·К), модуль Юнга 206,7 ГПа, коефіцієнт Пуассона 0,27, густина 7750 кг/м³. Межа текучості матеріалу – 689 МПа. Поставлена задача вирішена шляхом моделювання їх напружено-деформованого стану у пакеті Inventor.

Результати. В шпарильному чані елементи конструкції зазнають впливу підвищених температур. В сукупності з наявністю великої кількості мікроорганізмів на тушах та агресивною дією засобів для миття і дезінфекції, це призводить до їх корозійного руйнування. Найбільшого навантаження зазнають люльки, на якікладають туші, оскільки, крім перерахованих вище факторів, на них діють динамічні навантаження під час вкладання туші та рівномірно розподілена вага туші протягом її перебування в шпарчані.

Конструкція люльки повинна забезпечувати рівномірний доступ гарячої води до всієї поверхні туші, без застійних зон, забезпечуючи якісне теплове оброблення і, відповідно, подальше ефективне видалення щетини на скребмашині. Крім цього, люлька повинна витримувати статичні та динамічні навантаження в процесі роботи.

Найбільші напруження виникають в місцях кріплення напрямних до несучих планок та посередині люльки (рис.1).

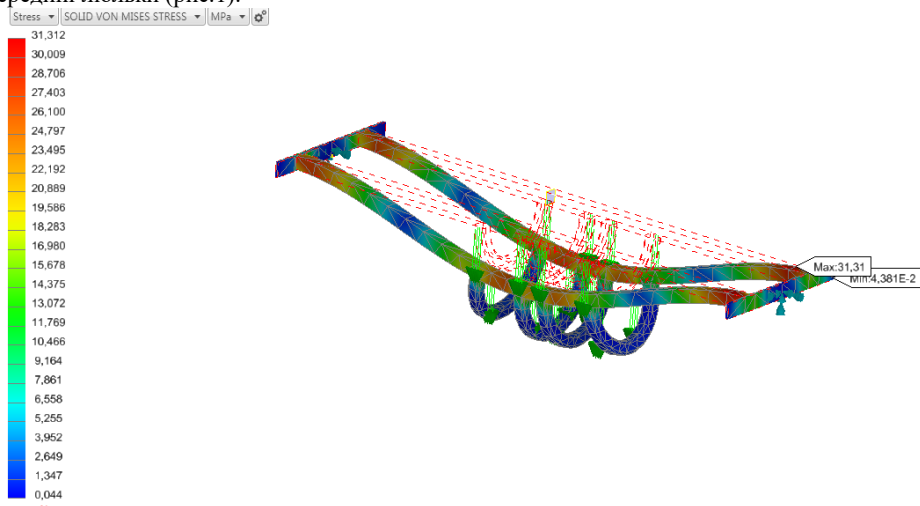


Рис.1. Результати розрахунку на міцність люльки шпарильного чану

Висновки. Для забезпечення рівномірності теплового оброблення і витримання силових і теплових навантажень, конструкція люльки в середній частині повинна містити чотири опорні дуги, розміщені зі змінним кроком. При цьому максимальні напруження суттєво менші за допустимі.

40. Визначення раціональної частоти струму для електроконтактного нагрівання м'ясних фаршевих виробів

Ігор Бабанов

Національний університет харчових технологій

Ірина Бабкіна, Андрій Шевченко, Світлана Прасол, Валерія Міщенко
Харківський державний університет харчування та торгівлі

Вступ. Серед великої кількості проблемних питань в галузі переробки харчових продуктів одне з перших місць посідає задача у вдосконаленні процесів теплової обробки, що зумовлює необхідність їх дослідження. З відомих способів нагріву ефективною є електроконтактне нагрівання (ЕКН), який поділяють на височастотний (ВЧ) та низькочастотний (НЧ). При порівнянні ВЧ ($10^3 \dots 10^{10}$ Гц) та НЧ (0...60 Гц) контактних методів перевагу має низькочастотне нагрівання, бо воно базується на частотах нижче 60 Гц, які можна створити спеціальним перетворювачем з постійного струму, тоді як для отримання високих частот необхідні генератори, що мають великі розміри та спричиняють значні енерговитрати.

Матеріали і методи Для дослідження ЕКН використовували стандартні методики вимірювання електричних, теплотричних показників та виходу продукції. Дослідні зразки виготовляли згідно збірника рецептур блюд та кулінарних виробів.

Результати З метою визначення найбільш раціональних умов ЕКН було проведено дослідження теплової обробки зразків формованих м'ясних фаршевих напівфабрикатів напругою 20 В при значеннях частоти 0,5 Гц та 50 Гц, які є близькими до крайніх частот НЧ діапазону, та постійним струмом. Отримано кінетичну залежність зміни температури (рис. 1).

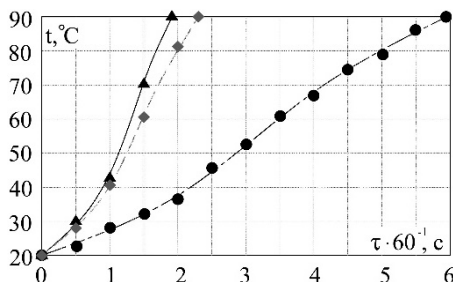


Рисунок 1 – Кінетика температури в центрі фаршевих напівфабрикатів за їх ЕК нагріву напругою 20 В: —▲— – струм 0,5 Гц; —◆— – струм 50 Гц; —●— – постійний струм

З графіку видно, що за характером процеси є однаковими, але відрізняються тривалістю, яка для струму 0,5 Гц складає 115 с, а для 50 Гц – 130 с. Різниця є незначною та знаходиться у межах похибки. Порівняно ж з постійним струмом, тривалість останнього є більшою аж у 3 рази. Також було визначено вихід виробів після обробки, що склав при обробці 0,5 Гц – 85,1 % від початкової, 50 Гц – 83,4 %, постійним струмом – 76,0 %.

Висновки. Отже, проведені дослідження засвідчили про незначну відмінність перебігу процесів в низькочастотному діапазоні, а також низьку ефективність при застосуванні постійного струму. Раціональним значенням частоти є 50 Гц, зважаючи на простоту отримання цього струму з електромережі.

41. Удосконалення конструкції ін'єктора для засолювання м'яса

Андрій Бондарчук, Олександр Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ін'єкування і масування м'яса, поряд з термічною обробкою, є одними з основних етапів перероблення м'яса, від яких залежить вихід і якість цілого спектру готових цільном'язових м'ясних продуктів, їх смакові та органолептичні властивості. Використання ін'єкторів і масажерів дає можливість суттєво збільшити вихід продукції і відповідно підвищити економічні показники діяльності підприємства.

Матеріали і методи. Для визначення раціональних конструкційних параметрів голок в ін'єкторі виконано імітаційне моделювання процесу оброблення м'яса на існуючому обладнанні для насичення м'яса розсоллом. Розглянута також удосконалена конструкція містка з голками. Геометричні моделі різних конструкцій створені в програмі Компас 3D. Процес проникнення голок в м'ясо промодельовано в програмі Elcut.

Результати. Використання обладнання, призначеного для ін'єкування і масування м'яса, що забезпечує додаткове проникнення засолюючих компонентів усередину продукту шляхом попереднього ін'єкування розсолу через голки і його рівномірний розподіл при масуванні, забезпечує отримання якісних цільном'язових продуктів. Однак ін'єктори є досить складним в обслуговуванні обладнанням, потребує значних витрат праці та характеризується значними витратами розсолу при шприцюванні.

Для високоефективного та якісного посолу м'ясної сировини важливим фактором є рівномірний розподіл розсолу по всьому об'єму продукту. При дослідженні ін'єктора моделі NK-27 встановлено, що ін'єкування м'яса відбувається нерівномірно через нерівномірну геометрію оброблюваної сировини та відсутність еластичності притискаючої пластини голкового містка. Для якісного і рівномірного посолу продукту запропоновано вдосконалити його конструкцію і внести відповідні зміни в конструкцію даної машини. Для ефективної роботи вирішено замінити притискаючу пластину голкового містка на роздільні секції блоків, виготовлених з харчового поліацеталю, та поставити на їх напрямні пружини для кращого відтворення форми оброблюваного продукту. Доцільним також є використання голок зі зміненою конфігурацією.

Удосконалена конструкція ін'єктора суттєво покращує трудомісткий процес посолу м'ясної сировини, довівши до мінімуму витрати розсолу під час засолювання. В машині для інтенсифікації процесу встановлені голки, які забезпечують проникнення розсолу в середину м'язової тканини, швидкий та рівномірний розподіл засолюючих компонентів у м'ясі. Після аналізу результатів дано рекомендації щодо вибору раціонального типу голок і відповідно удосконалення обладнання.

Висновки. На основі проведеного моделювання розроблена конструкція голкового містка машини для засолювання м'яса, що забезпечує більш якісне ін'єкування м'яса розсоллом, скорочує витрати матеріальних ресурсів і часу, необхідного для обслуговування обладнання.

Література.

1. Barbut, Shai. The Science of Poultry and Meat Processing. University of Guelph Guelph, Ontario, Canada. 2015. 764 с.
2. Gajewska-Szczerbal H., Krzywdzińska-Bartkowiak M., Korbik T. Analysis of changes of the histological structure of ham muscles as affected by curing and thermal treatment. Polish journal of food and nutrition sciences .2007, Vol. 57. No. 2. P. 227–232.

42. Моделювання процесу приготування фаршу у фаршмішалці

Максим Зубенко, Олександр Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На м'ясопереробних підприємствах для приготування фаршу використовується цілий ряд подрібнюючого і перемішуючого обладнання. Найбільш поширеним обладнанням для перемішування фаршу є фаршмішалки горизонтального типу, оснащені парними робочими органами у вигляді стрічкових спіралей або закріплених на валах лопаток. Робочі органи встановлюються паралельно в загальній місткості і обертаються в протилежних напрямках. Для забезпечення ефективної роботи і приготування якісного фаршу сучасні фаршмішалки оснащуються додатковими пристроями і системами, до яких належить система вакуумування фаршу, теплообмінна оболонка тощо. На якість проведення технологічних процесів в обладнанні впливають як конструктивні особливості обладнання, так і режими його роботи.

Матеріали і методи. Для визначення доцільних видів перемішуючих пристроїв та раціонального режиму роботи обладнання було промодельовано процес нагрівання та охолодження місткості в програмному комплексі FlowVision при частоті обертання різних перемішуючих пристроїв у діапазоні 20...60 об/хв. Аналізувався розподіл температурних полів у місткості фаршмішалки.

Результати. При визначенні доцільного типу перемішуючих пристроїв і раціональної частоти їх обертання розглядалась можливість нагрівання і охолодження місткості, оскільки існує тенденція до поєднання процесу перемішування з нагріванням (при виготовленні ліверних ковбас та паштетів), або охолодженням (при виготовленні напівфабрикатів). На основі проведеного моделювання зроблено висновок, що для перемішування фаршу у фаршмішалках найбільш доцільним типом є перемішуючі пристрої спірального типу.

Також результати досліджень процесу перемішування фаршу при нагріванні і охолодженні місткості в програмному комплексі Flow Vision показали, що зі збільшенням частоти обертання перемішуючих пристроїв температура в об'ємі місткості збільшується, проте темпи її збільшення падають. Виходячи з цього, можна констатувати, що збільшення частоти обертання вище 38 об/хв. не є доцільним, оскільки це несуттєво інтенсифікує процес нагрівання і охолодження фаршу, проте призводить до додаткових енергетичних витрат на перемішування. Це дасть можливість забезпечити рівномірне теплове оброблення фаршу та відсутність налипання на стінки місткості мішалки при помірних витратах енергії на перемішування. Проведене моделювання дає можливість в подальшому більш докладно досліджувати оснащення конструкції необхідними пристроями для забезпечення процесу нагрівання початкової сировини з метою розширення асортименту виробленої продукції.

Висновки. Визначено раціональні параметри обладнання для якісного проведення процесу перемішування, а також надано рекомендації у вигляді емпіричних залежностей для режимів його роботи. Дослідження впливу частоти обертання спіральних лопатей на рівномірність розподілу теплового потоку при додатковому нагріванні стінок місткості показало, що раціональним є значення частоти обертання 38 об/хв. При цьому забезпечується найбільш рівномірний розподіл температури. Подальше збільшення швидкості не забезпечує рівномірність нагрівання фаршу при суттєвому збільшенні енергетичних витрат на перемішування.

Література.

1. Опис конструкції фаршмішалок типу «UM» [Електронний ресурс] // Сайт фірми «PSS». – Режим доступу: <http://pss-svidnik.sk/ru/продукты/оборудование-для-переработки-мяса/универсальные-фаршемешалки/>

43. Дослідження основних факторів які впливають на якість білкової ковбасної оболонки при її виробництві

Богдан Солоданюк, Ігор Бабанов, Олена Бабанова
Національний університет харчових виробництв, Київ, Україна

На якість білкової ковбасної оболонки впливає багато факторів, основними із яких є: якість отриманої сировини, ступінь зрілості спилку, ступінь подрібнення спилку, ступінь гомогенізації колагенових мас, дотримання рецептури, дотримання температурного режиму при сушінні оболонки, чітка і злагоджена робота технологічного обладнання.

Спилки шкір ВРХ, який є сировиною, що постачається на підприємство не повинен містити частини видублені дубильними засобами, хромом чи забрудненими барвниками, не повинен містити міздрю більш ніж 1 % з лицевим шаром, спилки від інших видів шкір (кінських, свинячих і телячих), загнивший спилки. Недотримання цих вимог може призвести до серйозних проблем у подальшому технологічному процесі. Спилки після промивання і сортування піддається лужній обробці вапняним молоком, результатом цього оброблення досягається така характеристика як зрілість спилку. Ця операція потрібна для руйнування білково-вуглецевого комплексу з'єднувальної тканини і видалення із сировини не колагенових білків, полісахаридів, жирів, солей та інших баластних речовин. Цей процес називається золінням, при ньому йде розрихлення тканини. При цьому дуже важливо, щоб структура і орієнтація колагенових волокон істотно не змінилися, хоч вапняне оброблення може викликати часткову дезорієнтацію структури колагену без помітного гідролізу, розділення колагенового комплексу на його складові і частковий гідроліз всього колагенового комплексу. Всі ці процеси можна регулювати тривалістю і температурою зоління.

Необхідно враховувати, що деяка кількість колагену неперворотно зв'язується з кальцієм, що призводить до укрупнення структури і, відповідно, запобігає розділенню білково-вуглецевого комплексу на його складові.

З підвищенням тривалості зоління збільшується вміст вологи в колагені, тобто поступово збільшується ступінь набухання. Але при цьому втрачається колаген, так як все більше його переходить в розчин.

Встановлено, якщо на вовчках застосовувати подвійне подрібнення з продавлюванням крізь решітки, то виходить оболонка, що отримується з даного матеріалу і яка має більш високі показники на розривні навантаження. А це однією з основних характеристик якості готової продукції.

Дуже важливо дотримуватись температурного режиму при сушінні оболонки. Для сухого каналу – 75 °С, для вологого – 28 °С. З підвищенням температури починається процес зварювання білку колагену, що призводить до різкого зниження розривних навантажень.

Одним з найважливіших факторів при виготовленні якісної оболонки є дотримання рецептури. В останній час м'ясокомбінатами стали застосовуватися кліпсатори іноземного виробництва і в багатьох випадках білкова оболонка стала не витримувати їхнього навантаження і розриватися. Тому фахівцями було запропоновано додавання в рецептуру целюлози. Оболонка стала набагато еластичною, що дає змогу її кліпсувати. Додавання целюлози також підвищує і розривні навантаження.

Отже, вплив обладнання на якому виготовляється оболонка має одне з найважливіших значень при досягненні високої якості продукту.

44. Моделювання процесу оброблення слизових та шерстних субпродуктів з метою пошуку шляхів вдосконалення обладнання

Олексій Клименко, Ігор Бабанов, Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес оброблення слизових та шерстних субпродуктів є важливим етапом технологічного процесу оброблення субпродуктів. Для встановлення найбільш ефективних шляхів поліпшення якості процесу очищення та удосконалення обладнання, необхідно промодельовати даний процес за допомогою сучасних графічних комплексів, таких як FlowVision.

Матеріали і методи. Проведені літературні дослідження показали, що зі всієї м'ясної сировини, що виробляється з ВРХ найменш споживаними є певні категорії субпродуктів, зокрема таких субпродуктів II категорії, як шерстні субпродукти та слизисті. Традиційні способи оброблення не виконують поставленої мети, тому ми пропонуємо промодельовувати процес очищення шерстних субпродуктів.

За допомогою математичного моделювання складаємо критеріальні рівняння процесу очищення, тим самим встановлюємо оптимальні для роботи параметри, що впливають на процес очищення. На основі конструкції машини для очищення слизових та шерстних субпродуктів Г6-ФЦШ проводимо моделювання процесу очищення.

Результати. Визначивши математичну модель процесу, нами було встановлено, що найбільш оптимальними параметрами процесу є частота обертання барабану, температура води, що подається в барабан, кількість завантажуваної сировини та час оброблення сировини. На основі цих даних, було проведено комп'ютерне моделювання.

Для проведення досліджень було створено геометричну модель барабана та диск-ротор машини Г6-ФЦШ в програмі КОМПАС-3D та імпортовано в програму FlowVision. Задані необхідні фізичні умови та характеристики робочого середовища і сировини. Створена сітка кінцевих елементів з адаптацією її навколо робочого органу машини. Встановлені всі необхідні навантаження та сили, встановлено необхідну точність розрахунку, яка б відповідала вимогам поставленої задачі.

Після запуску програми на розрахунок та отримання результатів необхідної точності, нами отримано ряд чисельних значень, які в подальшому будуть опрацьовані. Аналіз цих даних дає можливість знайти нові шляхи вдосконалення якості процесу очищення шерстних субпродуктів з подальшим вдосконаленням існуючого обладнання.

Висновки. Використання методів математичного моделювання та сучасних методів комп'ютерного моделювання дає можливість ефективно досліджувати складні процеси в машинах і апаратах харчової та переробної промисловості, а отримані результати в свою чергу дають нові напрямки вдосконалення існуючих конструкцій технологічного обладнання.

Література. 1. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Навч. посібник/ О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, Л.М. Кюрчева/ За ред. к.т.н. О.В. Гвоздева. – Суми: Довкілля, 2004. – 420 с.
2. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. посібник/ О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, М.М. Сердюк. – К.: Вища освіта. 2006. – 479 с.

45. Удосконалення обладнання для подрібнення м'ясної сировини

Наталія Христонько, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Відомі дослідження впливу кута заточування ножів, матеріалу деталей ріжучих механізмів вовчків і способу їх термооброблення на зносостійкість, однак проблема підвищення надійності їх роботи не вирішена остаточно.

Матеріали і методи. Об'єктом досліджень є процес подрібнення м'ясної сировини у вовчку. Для встановлення технічного рівня машин такого типу для подрібнення м'яса проаналізована технічна і рекламна інформація, патентні фонди. Увага приділялася як технічній стороні процесу, так і впливу обладнання на якісні характеристики продукції. На основі проведеного аналізу запропонований варіант удосконалення вовчка, а саме системи подачі сировини.

Результати. Найбільш швидкозношуваним механізмом обладнання для подрібнення м'яса – вовчків – є ріжучий механізм. Підвищення його зносостійкості призведе до зменшення витрат на обслуговування. Іншою проблемою є потреба зменшити втрати м'ясного соку під час подрібнення. У вовчки м'ясна сировина надходить достатньо великими шматками, що ускладнює її транспортування шнеком та призводить до значної деформації шматків, їх стискання, втрати рідини і, відповідно, до зменшення соковитості готової продукції. Достатньо крупні шматки м'яса, продавлюючись крізь решітки, створюють значне навантаження на них. Розмір шматків м'яса безпосередньо впливає на продуктивність і надійність роботи обладнання для подрібнення м'ясної сировини.

Для усунення перерахованих проблем доцільно зменшити розмір шматків, які надходять до ріжучого механізму вовчка. Однак використовувати для цього окреме обладнання недоцільно через збільшення собівартості продукції. Шляхом вирішення проблеми може бути створення ділянки додаткового подрібнення шматків сировини, яка надходить у вовчок. Запропоновано замінити ділянку гвинта, розміщену безпосередньо під завантажувальною воронкою, на конструкцію, яка складається з окремих ділянок витків шнека з ріжучими кромками (рис.1).

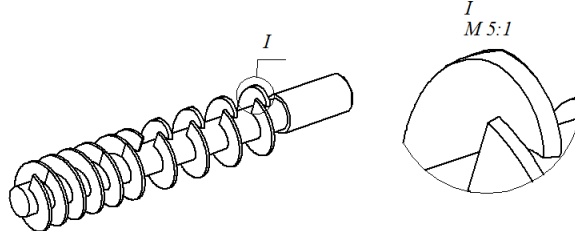


Рис.1. Удосконалений транспортуєчий шнек

Висновки. Забезпечення додаткового подрібнення м'яса у вовчку, здійснюване ріжучими кромками транспортуєчого шнека, покращує умови роботи деталей механізму різання і зменшує втрати м'ясного соку.

Література.

1. Некоз, О. І. Особливості гідродинаміки м'ясної сировини при її подачі шнеком вовчка / О.І. Некоз, Н.В.Філімонова, О.В.Батраченко // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький: ХНУ, 2017. – № 6. – С.37-42.

2. Haack E., Schnäckel W., Haack O. Optimal Fördern und Zerkleinern – Grundlagen und Vorgänge bei der Fleischbearbeitung mit Maschinen der Wolfstechnologie – 3. Teil // Fleischwirtschaft. 2003. № 6. P. 41–47.

46. Вагове дозування в'язко-пластичних харчових продуктів

Борис Михайлик, Олександр Гавва, Ігор Литовченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ваговий спосіб дозування знаходить широке застосування при пакуванні харчової продукції в споживчу тару. Однак при дозуванні пластичної продукції динамічна похибка зважування обмежує використання цього способу дозування. Для визначення раціональних параметрів пристрою дозування потрібно виконати комплекс теоретичних і експериментальних досліджень.

Методи досліджень. Теоретичні дослідження формування дози ваговим способом в'язко-пластичних продуктів із застосуванням імітаційного моделювання.

Результати і обговорення. При дозуванні ваговим способом, сила (P), що діє на тензометричну систему включає складові – вагу продукту ($m_i g$), що перемістилася у зважувальну ємність та зусилля від тиску падіння продукту в тару ($S\rho v$). Приймаємо, що від клапану живильника до зважувального пристрою пластична продукція переміщається нерозривним потоком. За цих умов до рівняння рівноваги додається третій компонент, що враховує реологічні характеристики продукції (P_1).

$$P = m_i \cdot g + S \cdot \rho \cdot v + P_1, \quad (1)$$

де: m_i - поточне значення маси продукту в тарі ($Q \cdot t_i$); Q - масова продуктивність живильника; t_i - поточне значення часу формування дози; ρ - об'ємна маса продукції; v - швидкість руху продукції в точці контакту з продукцією в тарі; S - об'ємна продуктивність живильника.

Сила P_1 визначається за реологічною моделлю, що адекватна певному виду продукції. Величина зусилля має бути більшою за межу плинності, але не повинна перевищувати критичної при якій відбувається поздовжній згин потоку продукції. Якщо умова не забезпечується то рівняння (1) не може бути використане. При проведенні дослідження прийнято припущення, що стовп продукції між клапаном живильника і тарою зберігає пружну стійкість.

$$P_{кр} > P_1 > P_T, \quad (2)$$

Для забезпечення достатньо високої точності при ваговому способі дозування проводять у дві стадії. На першій стадії 70-80% продукції надходить у тару при максимальній продуктивності живильника. Залишок доважується в процесі точного дозування при якому швидкість формування дози зменшується, з метою зменшення динамічної складової похибки вимірювання.

Дослідження процесу формування дози пластичної продукції ваговим способом проведено за допомогою імітаційного моделювання із використанням пакету програм Flowvision 2.5.

Висновок. Отримані результати при даному методі дозування дає можливість забезпечувати виконання складних законів живлення під час формування дози, зменшуючи похибку при використанні вагового способу дозування для в'язко-пластичної продукції.

Література

1. Пакувальне обладнання: підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан.–К.: ІАЦ Упаковка, 2010. – 746 с.
2. Реологія харчових продуктів / І.Б. Левіт, В.О. Сукманов, Д.С. Афенченко. – Полтава: ПУЕТ, 2015. -540с.

47. Упаковка «Економна домогосподарочка» для довгорізаних макаронних виробів

Діна Лебідь, Олександр Гавва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Макаронні вироби – один із найпопулярніших продуктів у нашій країні (близько 96% українців споживають макарони). Цей продукт має високу енергетичну цінність і добре підходить як гарнір до будь-якої страви.

Асортимент макаронних виробів дуже широкий, але його різноманіття залежить від якості борошна, технічного оснащення підприємств, присутності рецептурних добавок, наявності пакувальних матеріалів.

В Україні широким попитом користуються ниткоподібні макаронні вироби, які інколи називають спагеті. Пакують спагеті в картонні пачки та полімерні плівки. Основним недоліком картонних пачок є відсутність функціональних пристроїв дозування, що є доречним для молодих господарок.

Результати. На основі аналізу конструкцій упаковок для довгорізаних макаронних виробів, навантажень, що діють на упаковку під час транспортування та реалізації, прийнято рішення про оптимальну конструкцію упаковки.

Упаковка складається із трьох основних складових: корпус у вигляді циліндра, виготовлений намотуванням паперу, дозволеного для контакту з макаронними виробами; дна, виготовленого методом лиття із поліетилену, вставленого в середину корпусу; кришки, виготовленої із поліетилену методом лиття, та є сукупністю двох деталей (корпуса та диска), які можуть взаємно переміщатися. Корпус кришки встановлено в середину циліндра. На диску є два отвори, один відповідає поперечному перерізу макаронів, достатніх для однієї особи, другий – для двох осіб. При обертанні диска на 180° отвори перекриваються мембраною кришки. Довжина циліндра упаковки відповідає довжині довгорізаних макаронних виробів. На корпус циліндра наноситься колова етикетка, яка захищає корпус циліндра і продукт від можливого попадання вологи. Такі упаковки є міцними при сприйманні навантаження стискання, ефективно заповнюють картонні ящики при груповому їх пакуванні.

Висновки. Розроблена конструкція упаковки є оригінальною, зручною у використанні, сприяє економії харчових продуктів та легко переробляється в інші вироби із паперу та полімеру.

Література

1. Пакувальне обладнання/ Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І., Кохан О.О. Підручник – К. ІАЦ «Упаковка» 2010 -744 с.
2. Чернов М.Е. Упаковка сыпучих продуктов: Учебное пособие. – М. Дели, 2000-163 с.

48. Багатофункціональна споживча упаковка «Сімейна» для зеленого чаю

Анастасія Мироненко, Олександр Гавва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Чай – тонізуючий напій, що характеризується високим смаком, ароматичними властивостями, надає позитивний вплив на організм людини і є найпоширенішим напоєм на земній кулі.

Вітамінна цінність чаю визначається вмістом поліфенолів із Р-вітамінною активністю. За вмістом вітаміну Р чай не має рівних серед продуктів харчування, особливо це стосується зеленого байхового чаю, в якому вміст вітаміну Р сягає 200 мг на 1 г сухого продукту.

Свіжозібране зелене чайне листя багате на вітамін С, але під час перероблення чайного листа його вміст різко знижується, особливо в процесі ферментації.

Для збереження цілющих властивостей зеленого чаю його пакують у невеликі пакетики (разова доза) із бар'єростійких матеріалів та зберігають у холодильних камерах. Застосування такого пакування для сім'ї із трьох-чотирьох осіб є економічно невигідним.

Результати. Запропонована багатофункціональна упаковка «Сімейна» місткістю 200...300 г для пакування зеленого чаю, яка складається із пакета типу «дой-пак», виготовленого із багатошарової полімерної плівки, до якого приварено дозувальний пристрій із шибром, що відсікає потрібну дозу чаю, зіп-застібки та саше із порошком заліза. Пакет вкладається в картонну пачку, яка захищає чай від дії зовнішніх механічних навантажень.

Дозувальний пристрій – це телескопічна гнучка насадка, внутрішня місткість якої розрахована на одну або дві дози чаю. На вхідній частині насадки є відкидна кришка, а в основі, що приварена до корпусу пакета, шибер, за допомогою якого відкривається канал переміщення зеленого чаю із пакета в дозатор. Дозувальний пристрій кріпиться у верхній частині пакета.

Перед фасуванням чаю в пакет вкладається саше із порошком заліза, за допомогою якого через 1 - 2 доби формується модифіковане газове середовище практично без кисню.

У випадку використання великої кількості чаю, пакет розкривається у місці зварювання (формується відповідні просічки) та зіп-застібка. Залишки чаю закриваються зіп-застібкою, через кілька днів формується модифіковане газове середовище і за потреби використовується дозувальний пристрій.

Висновки. Така конструкція упаковки дає можливість зберігати і використовувати чай протягом кількох місяців без зміни цілющих властивостей.

Література

Гавва О.М. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару/ О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко – К. ІАЦ «Упаковка» 2008 -436 с.

49. Підвищення ефективності роботи обладнання для стерилізації рідких поживних середовищ

Єлизавета Фоменко, Андрій Куцолапський, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Стороння мікрофлора в поживному середовищі пригнічує ріст культури мікроорганізмів, змінює його склад і властивості. Підвищення ефективності устаткування для стерилізації рідких поживних середовищ є актуальним завданням.

Матеріали і методи. Розглянута схема неперервної стерилізації рідких поживних середовищ на основі м'яса продуктивністю 25 м³/год. Теплові та гідродинамічні процеси, які відбуваються під час оброблення, промодельовані у програмному комплексі Flow Vision.

Результати. Існуючі машинно-апаратурні схеми стерилізації рідких поживних середовищ є досить енерговитратними і складними в обслуговуванні. Для усунення цих недоліків запропонована схема безперервної стерилізації (рис.1), до складу якої входять ділянки підготовки поживного середовища, його безпосередньої стерилізації та охолодження.

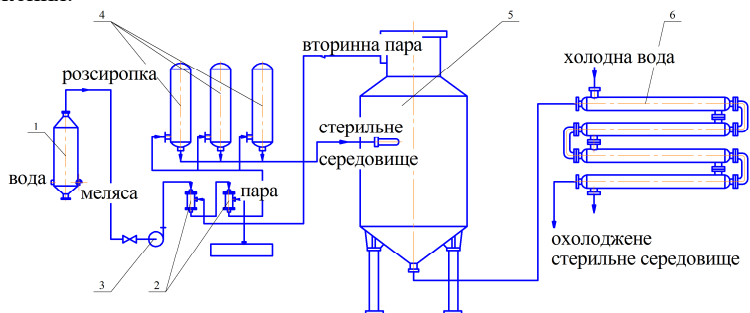


Рис.1. Машинно-апаратурна схема стерилізації рідких поживних середовищ

Особливостями схеми є використання двох контактних головок, одна з яких обігрівается екстрапарою, та теплообмінника «труба в трубі» для охолодження стерильного поживного середовища.

Завдяки використанню запропонованої схеми можливо нагріти поживне середовище від початкової температури 10°C до температури стерилізації 120°C, витримати протягом заданого часу і охолодити, витративши 318 кДж/кг. Це на 2,3% менше, ніж в існуючих схемах. Результати обчислювального експерименту, проведеного у програмному комплексі Flow Vision, свідчать, що швидкість руху продукту по трубопроводах в середньому становить 1,1 м/с і є достатньою для забезпечення заданої продуктивності при помірних витратах на транспортування. Для схеми, що розглядається, визначені раціональні значення температур теплоносіїв, необхідні для досягнення заданих температур продукту під час його стерилізації та охолодження. Так, температура гріючої пари має становити 132 °C, температура охолоджуючої води 15 °C.

Висновки. Перевага запропонованої схеми полягає в швидкому досягненні стерильності, що дає можливість збільшити продуктивність обладнання; підвищенні виходу цільових продуктів завдяки мінімальній деструкції поживних речовин середовища; меншій витраті пари та спрощеній санітарній обробці.

50. Дослідження процесу сушіння лікарських розчинів

Анастасія Молодичук, Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сушка широко використовується в різних галузях: в хімічному, сільському господарстві та в хіміко-фармацевтичному виробництві.

Вона застосовується на різних стадіях технологічного процесу: для підготовки сировини і одержання напівфабрикатів; часто сушка є завершальним етапом виробництва, що визначає якість готової лікарської речовини (ефективність терапевтичної дії).

Матеріали і методи. Аналіз літературних джерел показав, що для конструювання сушильних установок, проектування підприємств, а також для правильної їх експлуатації необхідно знання основних характеристик процесу. Ними є швидкість (інтенсивність) і час сушіння даного матеріалу. Без цього неможливо програмувати процес, визначати його економічну ефективність і т.д.

Проведений аналіз механізму сублимаційного сушіння показує, що процес сублимаційного зневоднення досить складний. Тому при застосуванні на практиці необхідні різні фізично обґрунтовані наближення в його розрахункових схемах і моделях.

Результати. Найбільше практичне значення при дослідженні вакуум-сублимаційного сушіння продуктів мають характер зміни температури продукту під час сушіння та тривалість процесу. Для цього проведено багато досліджень присвячених сублимаційному сушінню харчових продуктів, в той час як для хіміко-фармацевтичних продуктів такі дані у літературі майже відсутні.

Серед недоліків сублимаційного сушіння є: відносно висока вартість процесу, складність і громіздкість установки та її допоміжного обладнання (холодильної установки), більш високі вимоги до кваліфікації експлуатаційного персоналу, а також високі витрати електроенергії відносно інших способів сушіння (окрім токів високої частоти), тривалість процесу сушіння і, як наслідок, відносно висока вартість продукції.

Найважливішими факторами зниження собівартості продуктів сублимаційного сушіння є скорочення тривалості процесу виробництва і зниження енергетичних витрат. Для цього необхідно проводити детальне вивчення властивостей матеріалів, що підлягають зневодненню і оптимізувати технологічні режими процесу сушіння, застосовувати раціональні методи підготовки сировини і підводу енергії (на стадіях охолодження, заморожування, підігріву продукту, конденсації парів), ефективного видалення парів із сушильної камери і т.д.

Висновки. Аналіз існуючих конструкцій сублимаційних сушарок показує, що характерним недоліком є конструкція робочих полиць, під час сушіння вони створюють нерівномірність теплового впливу на продукт.

Література.

1. Васильев В.Н. Технология сушки. Основы тепло- и массопереноса: учебник для вузов / В.Н. Васильев, В.Е. Куцакова, С.В. Фролов. — СПб.: ГИОРД, 2013. — 224 с.
2. Елкин В.А. Оборудование гидролизных и микробиологических производств / В.А. Елкин, Н.Н. Федотова. — СПб.: СПбГЛТУ, 2016. — 52 с.

51. Аналіз доцільності використання моделей турбулентності при розрахунках нестационарних потоків

Дмитро Риндюк, Інна Беднарська

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Вступ. Турбулентні потоки в промисловості зустрічаються найчастіше і, разом з тим, мають найбільш складну форму руху рідин і газів. Турбулентність є достатньо складним об'єктом для дослідження.

Матеріали і методи. ANSYS Fluent і ANSYS CFX містять в собі широкий спектр різноманітних моделей турбулентності - це і перевірені часом RANS-моделі (осереднені по Рейнольдсу), і сучасні методи великих і від'єднаних вихорів LES і DES, відповідно, а також гібридні моделі, що поєднують переваги RANS- і LES-моделювання.

Результати. Найбільш популярною однопараметричною моделлю турбулентності, яка широко використовується в задачах зовнішньої гідродинаміки при розрахунку безвідривних течій, є модель Спаларта-Алмараса. У цій моделі вихорова в'язкість визначається з одного диференціального рівняння переносу турбулентної кінетичної енергії. З введенням поправок на кривизну, обертання і шорсткість, область застосування цієї моделі істотно розширилася. Але для розрахунку безвідривних течій або течій з обмеженими відривними зонами можна також використовувати і двопараметричні моделі типу $k-\epsilon$ і $k-\omega$. Для тонкого прикордонного шару модель $k-\omega$ більш точно передбачає положення точки відриву, ніж модель $k-\epsilon$. Однак при розрахунку внутрішніх течій модель $k-\omega$, як правило, працює гірше, ніж $k-\epsilon$. У тому випадку, якщо необхідно розрахувати анізотропну турбулентність або досліджуються нерівноважні ефекти, використовується модель Рейнольдсових напруг (Reynolds-Stress Model). Ця модель дає найбільш точні результати для складних течій з вторинними потоками. Проте, також проводяться розрахунки на основі LES (метод великих вихорів) і DES (метод відокремлених вихорів) методів. Основна ідея методу LES полягає в локальному осередненні характеристик турбулентної течії по областям з розмірами порядку фільтра. Метод від'єднаних вихорів DES можна умовно назвати гібридним методом LES / RANS. При його використанні в прикордонному шарі використовуються нестационарні рівняння Рейнольдса, в той час як метод LES застосовується в відривних зонах. LES-зони, як правило, розташовані в області турбулентних течій, де домінують великомасштабні турбулентні структури. У пристінковій області використовуються відповідні RANS-моделі. Метод DES застосовується в основному для моделювання високореїнольдсових потоків; при моделюванні внутрішніх течій точність цього методу істотно знижується. Обчислювальні витрати при використанні методу DES менші, ніж при використанні LES, але більші, ніж при використанні методу RANS.

Висновки. Отже, при моделюванні яскраво вираженої нестационарної течії, доцільно застосовувати модель турбулентності SAS (Scale-Adaptive Simulation), яка є вдосконалим варіантом нестационарного методу RANS (URANS) і дозволяє отримувати достовірні результати для пульсаційної складової потоку. Модель SAS динамічно адаптується до вирішених методом URANS масштабів і дозволяє відстежити розвиток турбулентних структур в окремих областях течії. Таким чином, в нестационарних областях потоку SAS-модель працює подібно методу LES, а в стаціонарних областях - аналогічно RANS методу.

52. Метод зменшення собівартості виготовлення емульсій

Ігор Чубатенко, Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Отримання емульсій (емульгування) може відбуватися як в результаті конденсації (виділення нової дисперсної фази), так і при диспергування однієї рідини в іншій. Диспергування може відбуватися мимовільно або в результаті механічної дії. Мимовільне емульгування можливо при дуже низьких значеннях поверхневого натягу кордону розділу двох рідин (менш сотої частки мН/м) і призводить до утворення термодинамічно рівноважних мікроемульсій. Мимовільне емульгування може відбуватися і в результаті дифузійного переносу речовин з однієї фази в іншу.

Різноманітність методів виготовлення емульсій і відсутність кількісних даних по аналізу дисперсності емульсій, а також часто емпіричні правила для визначення їх стійкості роблять неможливим використання великого фактичного матеріалу для побудови якої-небудь кількісної теорії емульгування.

Матеріали і методи. Як метод дослідження використовувалась суміш масла та емульгатора Т-2. Співвідношення речовин здійснювалося за допомогою ваг ВЛР1000. Фіксація зміни температури здійснювалася за допомогою термопари. Підтримка температури відбувалася автоматично за допомогою термостата W1209. Змішування в емульсію здійснювалося в машині типу циркуляційного змішування.

Результати. Для фізичної стабільності емульсії дуже важлива достатня кількість емульгатора. Необхідно мати на увазі, що визначена кількість емульгатора може наситити лише визначену поверхню. Це означає, що при недостатній кількості емульгатора буде невеликий і ступінь дисперсності. Кульки масла в цьому випадку виходять настільки великими, що плівка не витримує ваги кульки і проривається. Тому необхідно, щоб для кожного емульгатора й олії були відомі оптимальні співвідношення, які б забезпечили необхідний ступінь дисперсності і стабільність емульсії. Стійкість емульсії залежить не тільки від властивостей застосовуваного емульгатора, але і від ступеня дисперсності фази. Чим ближча щільність дисперсної фази до щільності дисперсійного середовища, тим менший міжфазний поверхневий натяг, тим вища в'язкість дисперсійного середовища, тим стійкіша емульсія.

Під час режиму емульсування співвідношення масла до емульгатора Т-2 15% від ваги масла, температурний режим тримався в межах 30...50 °С, розбавлення концентрації відбувалося за допомогою добавлення в суміш емульсування очищеної води в співвідношенні до головної суміші 50/50. Було проведено 3 експерименти зі зміною температури а саме при 30 °С 35 °С 40 °С. Під час експерименту зі збільшенням температурного режиму швидкість приготування емульсії зменшувалась а саме під час температури в 30 °С час приготування становив 1 годину 30 хвилин, при температурі в 35 °С час становив 1 годину 15 хвилин, а при температурі в 40 °С час приготування зменшився до 1 години.

Висновки. Таким чином з точки зору зменшення собівартості приготування емульсії в машині типу циркуляційного типу, за рахунок зменшення кількості часу на приготування емульсії є виправдано збільшення витрат енергії на збільшення температури приготування до 40 °С.

Література.

1. Елкин В.А. Оборудование гидролизных и микробиологических производств / В.А. Елкин, Н.Н. Федотова. – СПб.: СПбГЛТУ, 2016. – 52 с.

53. Дослідження процесу таблетування лікарських засобів з метою удосконалення машини

Марина Козуб, Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Таблетування засноване на використанні властивостей порошкоподібних лікарських речовин ущільнюватися та зміцнюватися під тиском. При цьому слабоструктурний матеріал перетворюється в зв'язнодисперсну систему з певною величиною пористості. Така система багато в чому близька за властивостями до компактного тіла, в якому діють певні сили зчеплення.

Пресуємість порошку - це здатність його частинок до когезії під тиском, тобто здатність частинок речовини під впливом сил електромагнітної природи (молекулярних, адсорбційних, електростатичних) і механічних зачеплень по взаємному тяжінню з утворенням при цьому стійкої міцної пресовки. Чим краще пресуємість порошку, тим вище міцність та стійкість до стирання таблетки. Якщо пресуємість погана, таблетка виходить неміцною, а іноді повністю руйнується при виштовхуванні з матриці.

Матеріали і методи. Програмний комплекс *ELCUT* може вирішувати задачі теорії пружності в постановках плоских напружень, плоских деформацій і осесиметричного напруженого стану з ізотропними або ортотропними властивостями матеріалів. Задача плоских напружень підходить для аналізу структур, тонких по глибині, які навантажені в площині моделі. Напруження у напрямку, нормальному до площини моделі, передбачається відсутнім. Задача плоских деформацій передбачає відсутність деформацій поза площиною моделі. Ця задача підходить для моделювання об'єктів з вельми великою товщиною у напрямку, нормальному до площини моделі.

Результати. Безпосередніх методів визначення пресуємості немає. Чим краще пресуємість порошку, тим вище міцність та стійкість до стирання таблетки. Якщо пресуємість погана, таблетка виходить неміцною, а іноді повністю руйнується при виштовхуванні з матриці.

Встановлено, що для речовин з міцністю таблеток:

- вище 0,7 МПа застосовуються чисті розчинники для процесу грануляції; якщо ж це крупнодисперсні порошки з хорошою сипучістю, то вони пресуються безпосередньо, тобто прямим пресуванням.

- 0,4...0,7 МПа достатнє застосування звичайних зв'язуючих речовин;

- 0,1...0,4 МПа необхідне застосування вискоєфективних зв'язуючих речовин.

За результатами визначення пресуємості таблетувальних мас робимо висновок про технологію таблетування.

Висновки. Аналіз технічної літератури дав змогу виявити недоліки в роботі даного обладнання, які переважно пов'язані з втратами матеріалу. Прийнято рішення вдосконалити роботу таблетпресу, яке полягає у впровадженні пилеуловлюючого пристрою.

Література.

1. Eyjolfsson R. Design and manufacture of pharmaceutical tablets / Academic Press is an Imprint of Elsevier, 2015. – 55 p.
2. Дмитрієвський Д.І. Технологія лікарських препаратів промислового виробництва / За ред. Д.І. Дмитрієвського. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2008. – 280 с.

54. Модернізація апарату типу СГ-30 для гранулювання та сушіння у псевдозрідженому шарі

Туряниця Василь, Сергій Удодов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Грануляція – є однією з важливих стадій виготовлення лікарських препаратів, а саме перетворення порошкоподібного матеріалу у гранули. Останні, у порівнянні з порошком, мають певні переваги. Для їх виготовлення у фармацевтичній промисловості широко застосовується обладнання для гранулювання та сушіння у псевдозрідженому шарі.

Матеріали і методи. Одним із недоліків в роботі апарату типу СГ-30 для гранулювання та сушіння у псевдозрідженому шарі, як свідчить практика його експлуатації в умовах ПАТ “Фармак” м. Київ, є необхідність його зупинки під час очищення рукавного фільтра. Зупинка обладнання призводить до зменшення продуктивності його роботи, а також інших негативних наслідків стосовно ефективності показників його експлуатації.

Результати. З метою усунення недоліку в роботі обладнання, підвищення його продуктивності та ефективності роботи пропонується у апараті апарату типу СГ-30 для гранулювання та сушіння у псевдозрідженому шарі встановити електростатичний фільтр замість рукавних фільтрів, а також здійснити установку додаткової труби. Ці зміни в конструкції обладнання дозволять не зупиняти процес коли необхідно струшувати рукавні фільтри. Одночасно це сприятиме зменшенню затрат на очищення фільтрів, скороченню витрат електроенергії, а відповідно підвищить ефективність та продуктивність роботи обладнання в цілому.

Висновки. Запропоновані зміни в конструкції типу СГ-30 для гранулювання та сушіння у псевдозрідженому шарі дозволять значно підвищити ефективність роботи та продуктивність обладнання.

55. Дослідження формування транспортного пакету промисловими робототехнічними комплексами

Владислав Якимчук, Олександр Гавва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Технологічний процес пакування передбачає переміщення вантажів виконавчим пристроєм промислового робота в горизонтальній і вертикальній площинах [1]. При цьому кількість витраченої енергії на процес пакування буде залежати від обраної траєкторії переміщення вантажів та структурної схеми виконавчого пристрою. Показник енерговитрат під час проектування та підбору маніпуляторів у робототехнічних комплексах пакування є одним із вагомих чинників оптимізації їх кінематичних схем та під час визначення видів привода.

Матеріали та методи. Досліджено, що в сучасних робототехнічних комплексах для пакування вантажів існують два основних принципи побудови технологічного процесу формування транспортного пакету [2]. Перший є типовим і характеризується тим, що пакет формується на нерухомому піддоні. Другий принцип побудови технологічного процесу формування транспортного пакету характеризується переміщенням піддона донизу після укладання кожного шару вантажів до повного формування пакета.

Результати. Сумарна енергія, що витрачається приводами маніпулятора при здійсненні технологічного процесу пакування по першому принципу формування транспортного пакету складається з роботи, витраченої на вертикальне переміщення вантажів, та з роботи, витраченої на горизонтальне переміщення вантажів з урахуванням енергії для повернення захоплювального пристрою без вантажів у початкове положення:

$$A_{\Sigma} = (2m_s + m_0)g \left(k \sum_{i=1}^n s_i \frac{1}{\eta} \sum_{i=1}^n y_i \right), \quad (1)$$

де m_s - маса захоплювального пристрою; m_0 - маса одного вантажу n - кількість вантажів у пакеті; y_i - вертикальне переміщення i -го вантажу; S_i - горизонтальне положення i -го вантажу.

Сумарна енергія, що витрачається приводом порталного робота при здійсненні технологічного процесу пакування, по другому принципу формування транспортного пакету складається з роботи, витраченої на вертикальне переміщення вантажів та роботи, витраченої на горизонтальне переміщення вантажів і роботи що витрачається на переміщення платформи, тобто:

$$A_{\Sigma} = \frac{g \cdot (2m_s + m_0)S_B}{\eta} + k(2m_s + m_0)g \sum_{i=1}^n s_i + g \frac{H}{2} (M + 2m_n), \quad (2)$$

де S_B —переміщення n -вантажів роботом по вертикалі.

Висновок: найбільше споживання енергії спостерігається в робототехнічних системах, які формують транспортний пакет за другою технологічною схемою; досліджено, що при опусканні платформи з вантажами її приводи працюють в гальмівному режимі та додатково споживають енергію, в той час як самі вантажі є джерелами потенційної енергії; запропонована методика визначення енергетичних витрат на формування транспортних пакетів дає можливість проаналізувати показники енергетичної ефективності вибраного технологічного процесу пакування та реалізувати їх під час проектування робототехнічних комплексів.

56. Аналіз основних математичних моделей симуляції багатофазних режимів течії

Дмитро Риндюк, Інна Беднарська

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Леся Марцинкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Можливості Ейлерової і Лагранжевої моделей для моделювання деяких режимів течії піддаються сумніву, в зв'язку з чим виникає питання про їх порівняльні переваги і недоліки.

Матеріали і методи. Можливості моделювання багатофазних течій постійно розширюються. Це розширення йде за двома основними напрямками. Перша пов'язана з введенням нових кореляцій для різних міжфазних взаємодій. Наприклад, окремі специфічні кореляції для теплообміну між суцільним середовищем і краплями, і суцільним середовищем і твердими частинками, замість однієї універсальної кореляції. Другий напрямок пов'язаний з можливістю спільного використання різних моделей і підмоделей, наприклад, можливість обліку кипіння в рамках моделей рівноважного розподілу розмірів бульбашок.

Результати. Перевага Лагранжевої моделі DPM полягає в тому, що вона дозволяє точно враховувати характер взаємодії частинок зі стінкою. В рамках моделі взаємодії зі стінкою є додаткова модель ерозії стінки. Крім того, в рамках моделі DPM набагато простіше враховувати мультидисперсність вторинної фази і вторинний розпад її частинок (якщо це краплі або бульбашки). В рамках Ейлерової моделі також можна враховувати мультидисперсність і розпад / злиття частинок, але для цього потрібне підключення додаткових моделей рівноважного розподілу розмірів (Population Balance Model, PBM), витратних з обчислювальної точки зору. Недоліком моделі DPM є обмеження на локальну об'ємну концентрацію частинок (менше 10%).

Всі моделі, і Лагранжеві і Ейлерові, включають в себе велику кількість підмоделей для опису міжфазної взаємодії: моделі силової взаємодії, моделі теплообміну, моделі масообміну. Набори цих підмоделей для Лагранжевих і Ейлерових моделей відрізняються. Наприклад, в рамках моделі DPM не можна врахувати складову бічної сили, що залежить від відстані від стінки (т. зв. «Силу пристінкового змазування», wall lubrication force). У той же час в рамках Ейлерової моделі не можна врахувати, наприклад, силу, що діє на малі частинки при наявності великого градієнта температури в несучій фазі.

Для Ейлерових моделей Mixture і Eulerian є більше підмоделей міжфазного масообміну (фазових переходів). Підмоделі кипіння, конденсації і випаровування, а так само міжфазних хімічних реакцій, включаючи горіння, доступні як для Ейлерових, так і для Лагранжевих моделей, але сформульовані вони по-різному і призначені для опису різних фізичних явищ.

Висновки. Отже, для Ейлерових моделей ключовим фактором при кипінні і випаровуванні (конденсації є різниця температур (температури вторинної фази і критичної температури), в той час як для Лагранжевих - різниця тисків (парціального тиску википання або випаровування компонента у поверхні частинки вторинної фази і критичного тиску). Тому, при симуляції багатофазних потоків варто звернути увагу на ключові фактори кожної моделі, знати їхню відмінність та застосовувати потрібну.

57. Вибір підходу до моделювання багатофазної течії в трубопроводах

Дмитро Риндюк, Інна Беднарська

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

Леся Марцинкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Багатофазні потоки широко розповсюджені в енергетичній, переробній та харчовій галузях промисловості, та відрізняються набагато складнішою фізикою, ніж однофазні. Навіть для такої простої течії, як течія в круглій трубі, можливі істотно різні режими потоку.

Матеріали і методи. Однієї універсальної моделі, що дозволяє моделювати всі можливі режими, не існує. Для моделювання різних режимів іноді застосовуються абсолютно різні підходи. Прикладами багатофазних течій є течії з вільною поверхнею «рідина-газ», течії з суспензією твердих частинок в газі або рідині, течії з краплями рідини в газі і з бульбашками газу в рідині. На практиці зустрічаються і більш складні випадки, наприклад, з вільною поверхнею «рідина-газ» і твердими частинками, які рухаються в газі, осідають на вільній поверхні і тонуть в рідині.

Результати. Залежно від підходу до моделювання моделі багатофазних течій поділяються на два основні класи: Лагранжеві і Ейлерові моделі. В основі Лагранжевого підходу лежить розгляд руху окремих частинок (або груп частинок) вторинної дисперсної фази. В основі Ейлерового підходу лежить розгляд змін параметрів течії (швидкостей, тисків, температур) в точках простору. Для багатофазних течій при цьому вводиться поняття об'ємної частки фази - ще одного додаткового параметра течії. В рамках Ейлерового підходу всі фази розглядаються як суцільні, незалежно від їх реальної морфології. Існують також гібридні моделі, в яких чергуються Лагранжеві і Ейлерові (усереднення по простору і перехід від реального розподілу часток до об'ємної частки) кроки. Наприклад, у продуктах лінійки ANSYS CFD є моделі обох класів. В ANSYS Fluent Лагранжевий підхід представлений моделями DPM (Discrete Phase Model - модель дискретної фази) і DEM (Discrete Element Method - метод дискретного елемента). Остання використовується як підмодель в рамках DPM. Ейлеровий підхід представлений моделями VOF (Volume of Fluid - метод об'єму рідини), Mixture (модель багатофазної суміші) і Eulerian (повна Ейлерова модель, т. зв. модель взаємопроникаючих середовищ). Також є спеціальна Ейлерова модель для опису течії тонких плівок рідини на стінці - модель EWF (Eulerian Wall Film - Ейлерова модель плівки на стінці). Гібридний підхід представлений моделлю DDPM (Dense Discrete Phase Model - модель щільної дискретної фази), побудованої як комбінація моделей Eulerian і DPM. В ANSYS CFX Лагранжевий підхід представлений моделлю Particle Transport Model (модель переносу частинок), яка аналогічна моделі DPM в ANSYS Fluent. Ейлеровий підхід формально представлений однією моделлю, але вибір різних підмоделей і опцій в її рамках фактично дозволяє отримати практично той же набір моделей, що і в ANSYS Fluent. Відзначимо, що в ANSYS CFX немає гібридних моделей, прямого аналога Ейлерової моделі плівки рідини на стінці і моделі DEM.

Висновки. Отже, для правильного вибору моделі необхідно знати як мінімум клас течії: стратифікований або дисперсний. У разі дисперсного режиму також необхідно знати: щільність дисперсної фази (тобто очікувані локальні значення об'ємної частки) та характерний розмір її елемента (краплі, бульбашки або зерна). А моделювання змішаних режимів і переходу від одного режиму до іншого можливо, якщо обидва режими підтримуються обраною моделлю.

58. Застосування систем безрозбірного миття на молокопереробних підприємствах

Олена Бабанова, Ігор Бабанов

Національний університет харчових виробництв, Київ, Україна

У сучасних умовах споживачі молочних продуктів постійно підіймають планку вимог, що висуваються до якості продукції. Необхідною умовою для досягнення цих цілей є реалізація на молокопереробних підприємствах комплексу сучасних санітарно-гігієнічних заходів з використанням ефективних мийних та дезінфікуючих засобів у поєднанні із сучасними передовими технологіями очищення обладнання та виробничих приміщень.

У наслідок високої уніфікації та безперервності технологічних процесів при переробці молока та інших харчових продуктів, головним напрямком у забезпеченні ефективного та економічного рішення проблеми миття та дезінфекції технологічного обладнання наразі застосовують принцип безрозбірного циркуляційного миття (*Clean In Place — CIP-миття*). За допомогою сучасних CIP-систем вирішуються всі комплекси задач автоматично – від нагрівання води і контролю концентрації робочих розчинів до архівації даних про процес миття в кожний проміжок часу.

Перевагами CIP-системи є: висока безпечність (до мінімуму зведене ручне обслуговування, відсутній людський фактор); якість миття (миттєвий контроль параметрів миття); зниження фінансових витрат (економія робочої сили, підвищення продуктивності праці, контроль витрат води, енергії та мийних засобів).

Безпосереднє промивання закритих молочних ємностей, трубопроводів неможливе в силу їх конструктивних особливостей. Тому для цих цілей застосовують комплекси безрозбірного промивання - CIP-миття.

CIP (очистка на місці) та SIP (стерилізація на місці) - це ідеальні рішення у галузях де гігієна має першорядне значення. Ефективне очищення резервуарів, трубопроводів, насосів та всієї виробничої лінії досягається без її розбирання – це зменшує час простоювання обладнання та заощаджує кошти.

Функціональні можливості: контроль температури, концентрації та автоматична підготовка мийних розчинів; скорочення тимчасових витрат на підготовку мийних і дезінфікуючих розчинів; проведення повного циклу миття та дезінфекції обладнання відповідно до «Інструкції з санітарного оброблення обладнання»; програмування індивідуального процесу миття з панелі оператора; підключення, налаштування, параметризація та імітація виконавчих механізмів і датчиків безпосередньо з панелі оператора; зручний графічний інтерфейс для оператора; система аварійної діагностики.

Усі без винятку CIP-миття влаштовані за одним принципом і мають загальну схему роботи. Промивання відбувається за допомогою прокачування через все обладнання спеціальних розчинів. Їх може бути кілька, для кожного є своя ємність і система підготовки. У процесі миття контролюється температура і концентрація розчинів, а також різні параметри устаткування.

Мобільні комплекси CIP-миття застосовують для безрозбірного автоматизованого миття й санітарного оброблення технологічного устаткування із застосуванням різних мийних засобів за місцем розташування обладнання.

59. Вимоги до виробничих приміщень на фармацевтичних підприємствах

Олена Бабанова, Ігор Бабанов

Національний університет харчових виробництв, Київ, Україна

Відповідно до вимог GMP, виробництво лікарських засобів повинно здійснюватися в чистих приміщеннях, обладнаних відповідними системами обігріву, вентиляції та кондиціонування (HVAC - Heating Ventilation and Air Conditioning Systems). Сенс такої вимоги полягає в створенні чистого середовища для виробництва, забезпеченні захисту для критичних технологічних операцій і запобіганні ризику для якості продукції. Повітря в чистих приміщеннях безпосередньо впливає на якість продукції.

Чисте приміщення - це технічне рішення для певного приміщення, яке дозволяє підтримувати концентрацію частинок забруднюючих речовин в певних межах відповідно до вимог стандартів виробництва різних продуктів. При цьому контролюється саме число зважених часток, мікроорганізмів на одиницю об'єму, а не їх масова концентрація. Розмір частинок, кількість яких контролюється в чистих приміщеннях, лежить в діапазоні від 0,1 мкм до 5,0 мкм: 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1,0 і 5,0 мкм. Приміщення, що відносяться до категорії «чистих», це в першу чергу приміщення з виробництва мікроелектроніки та фармацевтичні підприємства. Також, особливі вимоги до чистоти технологічного середовища висуваються у фармацевтичній галузі при виробництві асептичних препаратів і біологічно активних субстанцій.

Раніше, в фармацевтичній галузі чисті приміщення застосовувалися виключно для виробництва стерильної продукції. Зараз чисті приміщення - це невід'ємна частина при виробництві активних хімічних комплексів і біокомпонентів, а також широкого спектру нестерильних лікарських засобів.

Чисті приміщення залишаються єдиним шляхом отримання стерильної продукції, знижуючи до мінімуму можливість забруднення стерильних лікарських препаратів мікроорганізмами і сторонніми частинками.

Вимоги до чистих приміщень викладені в документі ДСТУ EN 14644-1: 2009. Відповідно до стандарту чисті приміщення діляться на 9 класів чистоти.

У фармацевтичній промисловості діють свої вимоги до чистих приміщень. Це пов'язано з тим, що розміри критичних забруднень і мікроорганізмів в більшості своїй перевищують 0,5 мкм. Але на відміну від стандарту ДСТУ EN 14644-1: 2009 при виробництві фармацевтичної продукції нормуються як оснащені, тобто готові до випуску продукції приміщення, так і діючі з присутністю персоналу і складових компонентів продукту. Крім того, для забезпечення комфортної роботи людей в чистому приміщенні повинні забезпечуватися оптимальне освітлення, комфортна температура і вологість, кондиціонування, що узгоджені з вимогами технологічного процесу.

Виконання жорстких вимог до чистоти повітря, які пред'являються до різних виробничих приміщень, можна досягти шляхом влаштування системи багатоступеневої фільтрації повітря.

Таким чином, безліч факторів, таких як технологія виробництва, кількість і характер викидів у повітряне середовище, забезпечення мікроклімату робочих зон і багато іншого визначають вибір системи вентиляції виробничих приміщень.

Література. Пономарчук І.А., Волошин О.Б. П 56 Вентиляція та кондиціонування повітря: Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 121 с.

60. Дослідження конструктивних особливостей механічних передач у обладнанні харчових виробництв

Володимир Рибачук, Юлія Теличкун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Передача це невід’ємна складова будь якої машини, які є в досить широкому асортименті, в яких є свої переваги та недоліки, а також чинники які впливають на їхню роботу та довговічність експлуатації.

Матеріали та методи. Аналітичні дослідження проведені на основі аналізу сучасних літературних джерел та власного досвіду з виробництва.

Результати та обговорення. Проаналізовано найрозповсюджені типи передач, а саме: зубчасті, черв’ячні, пасові, фрикційні, ланцюгові, гвинтові та рейкові.

Зубчаті передачі також поділяються на циліндричні, конічні, шевронні, косозубі. Їх переваги: компактність, найбільші передані потужності, постійне передаточне відношення, найбільший ККД. Недоліки: складність передачі руху на великі відстані, шум під час роботи, потребує змащення.

Черв’ячні передачі призначені для передачі обертового руху між валами, осі яких мимобіжно в просторі утворюють прямий кут. Переваги даної передачі: плавність та безшумність роботи на великих швидкостях, компактність, можливість виконання передачі самогальмівною, дає значний вииграш у силі. Недоліки: порівняно невисокий ККД, мала несуча здатність.

Пасові передачі призначена для передачі обертового руху за допомогою гнучкого паса за рахунок сил тертя. Переваги: передача обертового руху на відносно великі відстані плавність та безшумність роботи, можливість роботи на великій швидкості та простота конструкції. Недоліки: несталість передаточного числа низька довговічність приводних пасів.

Фрикційна передача служить для передачі обертового моменту між близько розташованими валами при відсутності жорстких вимог до стабільного передаточного відношення. Переваги: простота конструкції, безшумність, рівномірність обертання. Недоліки: необхідність використання спеціальних притискних пристроїв, велике навантаження на вали та підшипники, нестабільне передаточне число.

Ланцюгова передача – це різновид передачі для передачі обертової сили у вигляді нескінченного ланцюга який рухається по зірочках. Переваги: можливість використання на відстанях до 8 метрів, достатньо високий ККД. Недоліки: збільшення довжини ланцюга через зношення шарнірних з’єднань і ослаблення натягу, низька кінематична точність при реверсуванні, потреба застосовувати додаткові пристрої для регулювання натягу ланцюга.

Висновки. Основною причиною зменшення терміну експлуатації передач є неправильна експлуатація та обслуговування, несвоєчасна заміна мастила в картері редуктора може пришвидшити зношення контактуючих робочих поверхонь або несвоєчасна змащення підшипникових вузлів призводить до їх руйнування. Експлуатація передач не розрахованих на задану потужність призводить до руйнування передачі тим самим спричиняючи аварію, та відмову машини.

Література. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. – Львів: Афіша, 2003. -560 с.

61. Очищення стічних вод з використанням ультрафільтрації

Ігор Житницький, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Олександр Сологуб

Спільне українсько-італійське ТОВ "Манулі Україна Лтд"

Вступ. Скидання останніх у водойми зумовлює їх забруднення, а, отже, значно зменшуються ресурси чистої прісної води, погіршується стан навколишнього середовища. Для вирішення даної проблеми існує багато методів очистки стічних вод. Основними серед яких є: освітлення стічних вод від грубодисперсних завислих речовин, очищення від колоїдно-дисперсних речовин, очищення хімічним осадженням, видалення з води розчинених газів, іонообмінне очищення, очищення стічних вод адсорбцією, екстракцією, за допомогою мембранних методів, електродіалізом, випарюванням, дистиляцією та ректифікацією, виморожуванням та кристалізацією, очищення деструктивними методами, біологічне очищення [1,2].

Для очистки стічних вод є надзвичайно велика кількість технологічних та технічних рішень. Але не всі з них знайшли широкого впровадження та виявилися ефективними. Принцип роботи даного устаткування ґрунтується на застосуванні мікроорганізмів (гідробіонтів) у поєднанні з ультрафільтраційною установкою для очистки стічних вод, тобто використовується біологічний метод, який є на сьогоднішній день, екологічним і перспективним.

Матеріали і методи. Для досліджень використовували ультрафільтраційні мембрани другого покоління типу УПМ-П, УПМ-50, та УФМ-50. Перераховані типи мембран виготовляються шляхом формування з полімерів: композиційні мембрани УПМ-П – з поліаміду, УПМ-50 – з полісульфонаміду, УФМ-50 – з фторопласту [3].

Результати. Для досліджень використовували лабораторну мембранну установку непроточного типу з круглими плоскими мембранними елементами.

Дослідження характеристик мембран проводились в два етапи. На першому етапі досліджували властивості ультрафільтраційних мембран при обробленні дистильованою водою з метою визначення впливу основних факторів (тиск, температура, тривалість фільтрування) на проникність мембран. На другому етапі дослідження проводились при використанні стічної води з вмістом ПАР $C_p = 26 \text{ г/м}^3$ з метою визначення проникності та селективності мембран в процесі ультрафільтрації.

Експериментальні дослідження проводились при температурі розчину $t = 20^\circ\text{C}$ та тиску в модулі $P = 0,3 \text{ МПа}$, які визначені за результатами раніше проведених досліджень і знаходяться в межах робочих параметрів для всіх типів досліджуваних ультрафільтраційних мембран. Концентрація ПАР розчину становила $C_p = 26 \text{ г/м}^3$ при температурі 20°C . Визначено, що через 4800 с настає період стабілізації величини проникності мембран і становить: для мембран УФМ-50 – $0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, УПМ-50 – $0,51 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, УПМ-П – $0,28 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Встановлено, що проміжок часу від 2400 до 4800 с характеризується постійним значенням селективності, яка становить для УФМ-50 – 82,5%, для УПМ-П – 84%, для УПМ-50 – 86%.

Висновки. Для забезпечення стабільних характеристик мембран та подальшого проведення процесу концентрування необхідно визначити їх технічні характеристики тестуванням за дистильованою водою на установці непроточного типу.

Вибір мембран для концентрування ПАР у воді з початковою концентрацією 26 г/м^3 необхідно проводити за максимальним значенням проникності та селективності, які визначаються початком періоду їх стабілізації, що знаходиться в межах 1200...4800 с для досліджуваних типів мембран. Процес мембранного концентрування ПАР у воді доцільно проводити з використанням ультрафільтраційної мембрани УПМ-50, яка забезпечує високу проникність та селективність.

Література

1. Запольський А.К., Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М., Брик М.Т., Гвоздяк П.І., Князьова Т.В. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
2. Брык М.Т., Цапко Е.А., Твердой А.А. Мембранная технология в промышленности. – К.: Техника, 1990. – 289 с.
3. Заремба П.А. Концентрирование мясокостных бульонов с использованием полупроницаемой мембраны // Тематический сборник научных трудов по проблемам торговли и общественного питания – Донецк: ДИСТ. – 1991. – С. 186-187.

62. The choice of approach to multiphase flow modeling in pipelines

Dmitry Rindyuk, Inna Bedarnska

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

Introduction. Multiphase flows are widespread in the energy, processing, and food industries, and differ in much more complex physics than single-phase ones. Even for such a simple flow, as the current in a round tube, there may be substantially different flow regimes.

Materials and methods. One universal model that allows you to model all possible modes does not exist. To simulate different modes, sometimes quite different approaches are used. Examples of multiphase flows are flows with a free surface of "liquid-gas", a flow with suspension of solid particles in gas or liquid, a flow with liquid droplets in gas and flows with gas bubbles in a liquid. In practice, there are more complex cases, for example, with the free surface of the "liquid-gas" and solid particles that move in the gas, deposited on the free surface and drown in the liquid.

Results. Depending on the approach to modeling, the model of multiphase flows is divided into two main classes: the Lagrangian and Euler models. The Lagrangian approach is based on the consideration of the motion of individual particles (or groups of particles) of the secondary disperse phase. The Euler approach is based on the consideration of changes in flow parameters (velocities, pressures, temperatures) at the points of space. In the case of multiphase flows, the concept of volume fraction of phase, another additional parameter of the current, is introduced. As part of the Euler approach, all phases are considered as solid, regardless of their real morphology. There are also hybrid models, in which alternatives to Lagrange and Euler (averaging over space and the transition from the real particle distribution to volume fraction) steps. For example, in the products of the ANSYS CFD, there are models of both classes. ANSYS Fluent The Lagrangian approach is represented by the DPM (Discrete Phase Model) and DEM (Discrete Element Method) methods. The latter is used as a submodel within DPM. The Euler approach is represented by VOF models (Volume of Fluid), Mixture (multiphase mix model), and Eulerian (full Euler model, the so-called model of interpenetrating media). There is also a special Euler model for describing the flow of thin films of fluid on the wall - the model EWF (Eulerian Wall Film - Euler's film model on the wall). The hybrid approach is represented by the DDPM model (Dense Discrete Phase Model), built as a combination of Eulerian and DPM models. The ANSYS CFX Lagrange approach is represented by the Particle Transport Model, a model similar to the DPM model in ANSYS Fluent. Euler approach is formally represented by one model, but the choice of different submodels and options within it actually allows you to get practically the same set of models as in ANSYS Fluent. Note that the ANSYS CFX does not have hybrid models, a direct analogue of Euler's model of liquid film on the wall and the DEM model.

Conclusions. So, for the correct choice of model you need to know at least the flow class: stratified or dispersed. In the case of disperse mode, it is also necessary to know: the density of the dispersed phase (ie, the expected local values of the volume fraction) and the characteristic size of its element (drops, bubbles, or grains). Simulation of mixed modes and transition from one mode to another is possible if both modes are supported by the selected model.

63. Analysis of the basic mathematical models of simulation of multiphase flow regimes

Dmitry Rindyuk, Inna Bedarnska

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

Introduction. The possibilities of the Eulerian and Lagrangian models for the simulation of some current regimes are questionable, therefore, the question arises of their comparative advantages and disadvantages.

Materials and methods. The possibilities of modeling multiphase flows are constantly expanding. This extension goes in two main directions. The first is related to the introduction of new correlations for various interphase interactions. For example, some specific correlations for heat exchange between a continuous medium and drops, and continuous media and solids, instead of one universal correlation. The second direction is related to the possibility of sharing different models and submodels, for example, the ability to record boiling in models of equilibrium distribution of bubble sizes.

Results. The advantage of the Lagrangian model of DPM lies in the fact that it allows precisely to take into account the nature of the interaction of particles with the wall. Within the framework of the model of interaction with the wall is an additional model of wall erosion. In addition, within the framework of the DPM model, it is much easier to take into account the multidispersity of the secondary phase and the secondary decomposition of its particles (if it is droplets or bubbles). As part of the Euler model, multidispersity and particle decay / merging can also be considered, but this requires the addition of additional models of Equilibrium Size Distribution (Population Balance Model, PBM) that is computable from a computational point of view. The disadvantage of the DPM model is the limitation to the local volumetric particle concentration (less than 10%).

All models, and Lagrange and Euler, include a large number of submodels for describing interphase interactions: models of power interaction, models of heat exchange, models of mass transfer. The sets of these submodels for the Lagrangian and Euler models are different. For example, in the framework of the DPM model, one can not take into account the component of the lateral force, which depends on the distance from the wall (i.e., "Wall raining force", wall lubrication force). At the same time, in the framework of the Euler model, one can not take into account, for example, the force acting on small particles in the presence of a large temperature gradient in the carrier phase.

For Euler models Mixture and Eulerian there are more sub-models of phase-to-mass transfer (phase transitions). Sub-models of boiling, condensation and evaporation, as well as interphase chemical reactions, including combustion, are available for both Eulerian and Lagrangian models, but they are formulated differently and are intended to describe various physical phenomena.

Conclusions. Hence, for Euler models, the key factor in boiling and evaporation / condensation is the temperature difference (secondary phase and critical temperature), while for Lagrangian the pressure difference (the partial pressure of boiling or evaporation of the component in the surface of the particle of the secondary phase and the critical pressure). Therefore, when simulating multiphase flows it is necessary to pay attention to the key factors of each model, to know their difference and to apply the necessary.

64. Analysis of expediency of using turbulence models in calculations of non-stationary flows

Dmitry Rindyuk, Inna Bedarnska

National Technical University of Ukraine

“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

Introduction. Turbulent flows in industry are encountered more often and, at the same time, have the most complex form of motion of liquids and gases. Turbulence is a rather complicated subject for research.

Materials and methods. ANSYS Fluent and ANSYS CFX contain a wide range of various turbulence models - these are time-tested RANS models (averaged over Reynolds), and modern methods of large and disconnected vortices LES and DES, respectively, as well as hybrid models that combine advantages RANS and LES simulation.

Results. The most popular one-parameter model of turbulence, which is widely used in problems of external hydrodynamics when calculating irrigated currents, is the model of the Spatar-Almaras. In this model, vortex viscosity is determined from one differential equation for the transport of turbulent kinetic energy. With the introduction of corrections for curvature, rotation and roughness, the scope of this model has significantly expanded. However, two-parameter models such as $k-\varepsilon$ and $k-\omega$ can also be used to calculate non-detachable currents or currents with restricted separation zones. For a thin boundary layer, the model $k-\omega$ more precisely predicts the position of the cutoff point than the model $k-\varepsilon$. However, when calculating internal flows, the $k-\omega$ model tends to be worse than $k-\varepsilon$. In the case when it is necessary to calculate anisotropic turbulence or to investigate nonequilibrium effects, the Reynolds-Stress Model model is used. This model gives the most accurate results for complex currents with secondary streams. However, calculations are also performed on the basis of LES (high vortex method) and DES (method of separated vortices) methods. The basic idea of the LES method is to localized averaged characteristics of the turbulent flow by regions with filter order sizes. The method of disconnected vortexes DES can be conventionally called the hybrid LES / RANS method. When using it in the boundary layer, the non-stationary Reynolds equations are used, while the LES method is used in the separation zones. LES zones are usually located in the turbulent currents dominated by large-scale turbulent structures. In the mare area, the appropriate RANS models are used. DES method is mainly used for simulation of high relay flows; in the modeling of internal currents the accuracy of this method is significantly reduced. Computing costs using the DES method are lower than when using LES, but larger than using the RANS method.

Conclusions. Therefore, when simulating a pronounced nonstationary current, it is advisable to use the SAS (Scale-Adaptive Simulation) model, which is an advanced version of the non-stationary RANS method (URANS) and allows for reliable results for the pulsation component of the flow. The SAS model is dynamically adapted to the URANS-scaled-up method and allows tracking the development of turbulent structures in certain areas of the current. Thus, in non-stationary flow areas, the SAS model works like the LES method, and in stationary areas, it is analogous to the RANS method.

65. Дослідження процесу надтонкого подрібнення в бісерному млині суспензій діоксиду титану та хінакридонового червоного

Катерина Грінінг, Руслан Гордейчук, Олексій Губеня

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведені аналітичні та експериментальні дослідження з метою удосконалення процесу та обладнання для надтонкого подрібнення лікарських та косметичних препаратів.

Матеріали і методи. На основі сучасної наукової літератури та власного досвіду проведено порівняльний аналіз сучасного обладнання для надтонкого подрібнення. Для дослідження використовувалися суспензії діоксиду титану і хінакридонового червоного 122 з вазеліновим маслом.

Результати. Серед рекомендованих установок найбільш універсальні, продуктивні, компактні, енергозберігаючі, з високим ступенем подрібнення (до 1 мкм), ефективні в процесі диспергування і гомогенізації та мають просте конструктивне рішення це бісерні млини.

При подрібненні діоксиду титану протягом періоду від 0 до 30 хвилин потужність зростає від 205 до 209 Вт. Температура суспензії становить від 21,9 до 23,4 °С, густина суспензії збільшується з 889 до 1176 кг/м³, а розмір частинок зменшується від більш ніж 100 мкм до 10 мкм. Найбільш інтенсивне подрібнення в перші 5 хвилин процесу. Це можна пояснити тим, що суспензія має найбільшу густину після подрібнення - 1176 кг/м³, а також найбільший розмір агломератів на початку експерименту (більше 100 мкм).

При подрібненні хінакридонового червоного 122 потужність збільшується з 205 до 210 Вт. Температура суспензії становить від 22,4 до 24,3 °С, густина збільшується від 870 до 952 кг/м³, а розмір частинок зменшується з більш ніж 60 мкм до 2 мкм, при цьому найбільш інтенсивне подрібнення відбувається протягом перших 5 хвилин процесу. Це можна пояснити тим, що хінакридоновий червоний 122 має більшу насипну щільність (540 кг/м³), ніж діоксид титану (82 кг/м³) та міцність кристалічної решітки за рахунок іншої хімічної формули, яка також може бути обумовлена щільністю суспензії.

Отже, при збільшенні часу подрібнення обох суспензій, збільшується потужність, температура і густина суспензії та зменшується розмір частинок. Найбільш інтенсивні зміни відбуваються протягом перших 15-20 хвилин експерименту, де відбувається інтенсивне подрібнення частинок твердого матеріалу.

У результаті, чим менший розмір частинок потрібно отримати і чим вище щільність суспензії, яка повинна бути подрібнена, тим більше енергії потрібно для проведення процесу, і тим більше виділиться тепла.

Висновки. Серед рекомендованих установок найбільш оптимальними і продуктивними є бісерні млини. Рекомендуються проводити процес подрібнення у бісерних млинах періодично з циркуляцією суспензії з обов'язковим охолодженням.

Література. 1. Hrininh K., Hordeichuk R., Gubenia O. (2018), Comparative analysis of existing equipment for superfine grinding and investigation the process of superfine grinding on the bead mill suspension of titanium dioxide and quinacridone red, Ukrainian Journal of Food Science, 6(1), pp. 82–94.

2. Hrininh K., Hordeichuk R., Gubenia O. (2018), Investigation the process of superfine grinding of components of pharmaceutical and cosmetic products on the bead mill, Proceedings of University of Ruse, 57(10.3), pp. 41–45.

66. Реологічні властивості суспензій лікарського та косметичного призначення

Катерина Грінінг, Руслан Гордейчук, Олексій Губеня

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. М'які лікарські засоби (мазі, пасти, лініменти, гелі), а також декоративна косметика (помади, блиски для губ, лаки і гель-лаки для нігтів, коректори і т.д.) є концентрованими дисперсними колоїдними суспензіями або рідкоподібними речовинами, і визначаються як неньютонівські рідини.

Матеріали і методи. Аналітичні дослідження проведені на основі аналізу сучасних літературних джерел та власного досвіду з виробництва.

Результати. За структурно-механічними властивостями за П.А. Ребіндеру виділяють 2 основних класи дисперсних систем:

- коагуляційні. Найяскравіший приклад коагуляції - це пігментні пасти для виробництва декоративної косметики, особливо суспензія діоксиду титану. Такі суспензії не рекомендується подрібнювати іншими млинами, крім тривалкових. Однак з використанням стабілізатора або додаванням, наприклад, смол для лакофарбових продуктів, можливе використання бісерних млинів.

- коагуляційно-кристалізаційні. Приклад - стікові губні помади, лак для нігтів та гель-лаки. Рекомендоване обладнання для подрібнення такого типу структур це бісерні, струменеві, тривалкові, колоїдні млини.

За узагальненою класифікацією типів дисперсних систем, рекомендується:

- бінгамовські пластики (масляна фарба, зубна паста) подрібнювати за допомогою бісерних, тривалкових, вібраційних, струйних млинів;

- псевдопластики (лак для нігтів, фарби) подрібнювати у бісерних, тривалкових, колоїдні, струйних млинах;

- дилатантні рідини (полімерний клей, розчин крохмалу) обробляти за допомогою тривалкових, струйних млинів;

- неідеальнопластичні рідини обробляти за допомогою тривалкових, колоїдних, струйних млинів;

- тиксотропні рідини (цитоплазма клітин) обробляти за допомогою бісерних, вібраційних, колоїдних, струйних млинів;

- реопектичні рідини (принтерні чорнила) подрібнювати за допомогою бісерних, вібраційних, колоїдних, струйних млинів;

- в'язкопружні рідини (гель-лаки, концентрати фарбувальних паст) рекомендується подрібнювати на тривалкових, колоїдних, струйних млинах.

Висновки. Усі харчові, фармацевтичні і косметичні дисперсні системи мають в тій чи іншій мірі адгезивно-когезійний характер. Для суспензій з сильно вираженою липкістю рекомендується використання тривалкових млинів. Для суспензій з менш вираженою липкістю рекомендується використовувати колоїдні, струменеві і бісерні млини. Крім того, велика частина всіх компонентів і готових суспензій володіють седиментацією, тому що є суспензoidами і вимагають використання стабілізаторів.

Література. 1. Hrininh K. Ascertainment of the addiction of the temperature of the working bodies on the grinding degrees of pigment suspension on the basis of acetyltributyl citrate on the industrial three-roll mill/ K. Hrininh, R. Hordeichuk // Proceedings of University of Ruse. – 2018. – Volume 57, Book 10.3.

2. Черевко О.І., Михайлов В.М., Маяк В.І. Реологія в процесах харчових продуктів. Класифікація та характеристика неньютонівських рідин. – Х. : ХДУХТ, 2014. – 244 с.

67. Залежність енерговитрат різання від структури продукту

Марія Аліпатова¹, Михайло Машенко¹, Зама Сігвебела², Нкхасі Летсоела Беннет²
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вивчено впливу структури продукту на зусилля його різання.

Матеріали і методи. Досліджувались однорідні продукти – м'ясо, овочі (картопля, буряк, морква), модельні тіла (пінопласт), і неоднорідні багатошарові продукти (м'ясо з оболонкою) і модельні тіла – пінопласт з оболонкою із ПВХ. Різання відбувалось з постійною швидкістю – 0.2 мм/с, із різною орієнтацією шарів відносно руху леза. Зусилля різання визначалось на експериментальному стенді маятникового типу, та із застосуванням математичних моделей руху леза у продукті [1].

Результати. Для однорідних продуктів зусилля різання приблизно пропорційне швидкості ножа, а для багатошарових продуктів отримано більш складну закономірність (рис. 1). Якщо тонкий міцний шар багатошарових продуктів (м'ясо з жилистими прошарками, модельне тіло – пінопласт з оболонкою з полімерної плівки) розрізається лезом на початку, то тонкий міцний шар не значно впливає на зусилля різання, зміна зусилля під час проходження леза через тонкий шар не значна і не реєструвалася приладами. Якщо тонкий міцний шар розрізається в кінці різання, то відбувається стрімке збільшення зусилля різання в момент наближення до оболонки (криві 1, 2).

Результати пояснюються так – якщо на виході леза розміщено міцний шар іншого матеріалу, він не дозволяє деформуватись навколишнім шарам.

Так як лезо все одно деформує матеріал на величину своєї товщини, то зусилля стискування ним леза на межі контакту шарів значно зростає. Відповідно зростає зусилля тертя і загальний опір руху леза.

Отже, під час різання багатошарових продуктів доцільно спочатку розрізати оболонку, потім – основну частину продукту. Так зберігаємо енергоресурси на різання і забезпечуємо вищу якість зрізу, без викривлень та деформацій.

Висновок. Правильна орієнтація шарів багатошарового продукту відносно руху леза дозволяє знизити енерговитрати та підвищити якість різання.

Література

1. Goots V., Gubenia O., Lukianenko B. (2013), Modeling of cutting of multilayer materials, Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies, 2(3), pp. 294–298

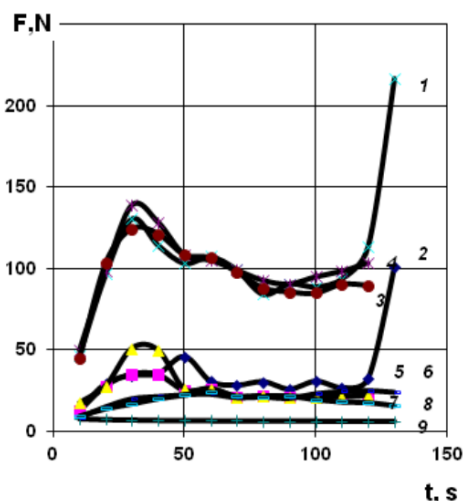


Рис. 1. Зміна зусилля різання в часі. Продукти:

1 – м'ясо з жилию на виході леза; 2 – м'ясо з жилию на вході леза; 3 – м'ясо без жили; 4 – модельне тіло – пінопласт з оболонкою на виході леза; 5 – модельне тіло – пінопласт з оболонкою на вході леза; 6 – пінопласт без оболонки; 7 – картопля; 8 – морква; 9 – буряк.

68. Класифікація бісерних млинів

Яцюк Анатолій, Катерина Грінінг

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Бісерний млин - різновид млинів, що застосовується для отримання ультрадисперсних продуктів в рідкому середовищі шляхом перетирання суспензії матеріалу твердими кульками - бісером.

Матеріали та методи. Аналітичні дослідження проведені на основі аналізу сучасних літературних джерел.

Результати. В основному є два типи бісерних млинів — це горизонтальні та вертикальні. Крім того, існують модифікаційні конструкції бісерних млинів – це занурювані та рециркуляційні млини.

Горизонтальні бісерні млини користуються найбільшою популярністю. Можна використовувати як на проході, так і в процесі циркуляції, що гарантує якісні та відтворювальні результати подрібнення. Оскільки тепло, що виділяється в процесі подрібнення, розсіюється через високоефективний контур охолодження в роторі, чутливі до нагрівання продукти також можуть бути дуже легко тонко подрібнені.

Переваги: підходить для абразивних матеріалів; можливість подрібнити термолабільні та вибухонебезпечні продукти; конструкція компактна, функціональна, закритого типу, яка забезпечує просте і безпечне обслуговування та швидке збирання і розбирання фрезерної камери і фрезерного ротора.

Вертикальні бісерні млини частіше використовують для розмелювання міцних матеріалів (кераміка), за рахунок надання бісером абразивного тиску на дно ємності і за рахунок цього процес має більшу енергоємність. Млини з високою енергоємністю оснащують ротором з 5-10 ексцентриковими дисками, а млини з більшою енергоємністю мають ротори зі штифтами. Через підвищене навантаження на внутрішню стінку камери застосовують змінне футерування.

Бісерний млин занурюваного типу. Призначений для подрібнення продуктів, які важко піддаються емульгуванню та у випадках, коли високий ступінь подрібнення необхідно отримати в максимально короткі терміни. Млин являє собою підвісний кошик з бісером, в якій знаходиться імPELLер, що приводить в рух бісер і саму суспензію. Перевагами такого типу конструкції є: зменшений час обробки матеріалу; широкий ряд допустимих в'язкостей; використання однієї установки як для емульгування так і для подрібнення; різноманітність продуктів; відсутність насосів, шлангів, переносних ємностей, швидке та легке обслуговування.

Рециркуляційний бісерний млин призначений для всіх типів суспензій низької та середньої в'язкості (пігментних паст, емалей, спецфарб). Основний принцип дії - великий потік і багаторазове проходження матеріалу через камеру розмелювання. При цьому енергія, необхідна для руйнування агломератів пігментів і наповнювачів, передається безліччю маленьких порцій при кожному черговому проході.

Переваги: висока продуктивність в порівнянні з іншими конструкціями; зниження температури продукту під час подрібнення; безперервний процес роботи.

Висновки. Рекомендується: термочутливі та вибухонебезпечні продукти подрібнювати у млинах горизонтального типу; міцні, не чутливі до температури матеріали подрібнювати у млинах вертикального типу; для суспензій низької та середньої в'язкостей рекомендується млин рециркуляційного типу; для подрібнення великих партій різноманітних продуктів при частій зміні типу продукту рекомендується використовувати бісерний млин занурюваного типу.

69. Моделювання процесу фільтрування бурякоцукрового соку в листовому фільтрі

Назарій Луцків, Віктор Ворошук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
Тернопіль, Україна

Вступ. Цукрові заводи є одними із найбільш енергомістких харчовій промисловості. Проектування енергоощадного технологічного обладнання для виробництва цукру відноситься до числа пріоритетних.

Матеріали і методи. Для математичного моделювання процесу фільтрування застосовано регресійно-кореляційний аналіз досліджуваних функцій, які отримують при плануванні експерименту. Це дозволяє на основі обробки експериментальних даних отримати вірогідні значення функції при закладенні в модель всіх факторів впливу.

Результати. Для обчислення коефіцієнтів використовується система нормальних рівнянь, яка створена на основі методу найменших квадратів, що забезпечує достатньо високу точність апроксимації. Рівняння регресії для даного випадку має вигляд:

$$Y = 0,0709 + -0,4872X_1 + 2,06289X_2 + 0,69182X_3$$

Де X_1 – швидкість фільтрування, м/с;
 X_2 – різниця тисків на перегородці, МПа;
 X_3 – температура соку, С;
 Y – продуктивність фільтра, л/с;
 Q , м³/м²

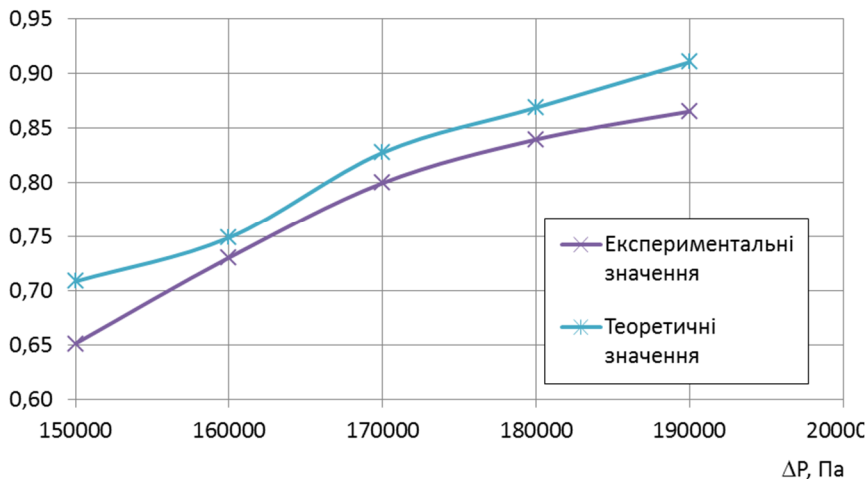


Рис. 1. Порівняння теоретичних та експериментальних результатів.

Висновки. Отримано математичну модель процесу фільтрування бурякоцукрового соку, яка з достатньою точністю описує процес фільтрування.

70. Аналіз сучасного обладнання для тонкого подрібнення сухим способом

Катерина Грінінг, Анатолій Яцюк, Руслан Гордейчук, Олексій Губеня
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проаналізовано найбільш ефективні і продуктивні установки, такі як сепараційний млин, струминний паровий млин, SpheRho® сухий бісерний млин сухого помелу від Netzsch для обґрунтування вибору раціонального способу подрібнення.

Матеріали і методи. Аналітичні дослідження проводилися на основі аналізу сучасних літературних джерел.

Результати. Сепараційний млин. Являє собою роторну ударно-відбивну млин, в яку інтегрований динамічний повітряний класифікатор. Переваги: простота очищення і обслуговування; рівномірне навантаження на класифікатор; зазори ротора класифікатора піддуваються повітрям, забезпечуючи винятковий великих часток в продукт. Недоліки: неекономічна за рахунок обов'язкової наявності потужних компресорів для нагнітання повітря; ефективний тільки для матеріалів, які мають порівняно високу вартість. Продукт подрібнюється до 10 мкм (по вапняку). Використання: для отримання пігментів, тонерів, силіконових герметиків, цукру, какао-порошку, батарейок (катодні і анодні матеріали), обробки руди, мінералів і деяких металів.

Паровий струменевий млин. Використовує для подрібнення перегрітий пар високого тиску. Переваги: дозволяє одночасно подрібнювати і сушити вологі продукти без попередньої сушки на вході; продуктивність вдвічі більше ніж у традиційних струменевих млинів; можливість подрібнювати адгезивні продукти. Недоліки: неекономічно за рахунок обов'язкової наявності потужних компресорів і калориферів для нагнітання пара; Ефективний для матеріалів мають порівняно високу вартість. Продукт подрібнюється до менше 0,2 мкм (по вапняку). Використання: для отримання фотокаталізаторів, рідкокристалічних дисплеїв, багатопарових керамічних конденсаторів; полірування, феритів, скла, кераміки, батарейок (катодні і анодні матеріали), які проводять добавки і рідкі розчини, цифрові чорнила.

Бісерний млин сухого помелу SpheRho® від Netzsch. Млин має просту і міцну конструкцію, забезпечуючи швидку заміну тіл, що мелють і елементів мішалки, полегшуючи технічне обслуговування. Працює з дуже дрібним бісером (2 мм) і так званою «сухою» мішалкою. Перевага: висока пропускна здатність при низькій питомій витраті енергії. Можливо подрібнення навіть порівняно грубого вихідного продукту при низькому споживанні енергії. Продукт подрібнюється менш ніж 2 мкм. Використання: для подрібнення руд, мінералів і металів, для отримання керамічних пігментів і цифрового чорнила.

Висновок. Паровий струменевий млин рекомендується для надтонкого подрібнення вологих компонентів; сепараційний млин - для подрібнення нетвердих компонентів; для подрібнення відносно грубого вихідного матеріалу рекомендується застосовувати млин для сушіння SpheRho®.

Література. Hrininh K., Hordeichuk R., Gubenia O. (2018), Investigation the process of superfine grinding of components of pharmaceutical and cosmetic products on the bead mill, Proceedings of University of Ruse, 57(10.3), pp. 41–45.

71. Инновационный LED-дисплей с ламелями, имеющие радиус кривизны

Ермаков А.И., канд. техн. наук, доцент, *магистрант* Никитина М.С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Введение. Существующие модели светодиодных экранов имеют много недостатков, которые ставят под сомнение их достоинства. Предлагается рассмотреть светодиодный экран WO2018169445, состоящий из набора длинных (до 10 метров) светодиодных ламелей. Этот экран будет обладать низким весом, простотой сборки и обслуживания.

Материалы и методы. Анализ, синтез, моделирование

Результаты. Ламельный светодиодный экран состоит из нескольких светодиодных сегментов, которые соединены в единую светодиодную поверхность. Светодиодный сегмент состоит из следующих элементов: рама сегмента, светодиодные ламели и блок управления. По всей длине рамы находятся поперечные перекладины, т.е. листы с вырезами для вставки LED ламелей, что позволяет точно позиционировать положение по всей длине рамы и блокировать поперечное перемещение. Обеспечение надежного прижатия светодиодной ламели к раме осуществляется следующим образом. В процессе производства по всей длине ламели формируется небольшой радиальный изгиб центральной части назад относительно концов. При установке на несущую поверхность концы ламели плотно прижимаются к раме сегмента, ламель выпрямляется, вследствие обратной деформации возникает сила упругости, которая направлена на восстановление исходной формы, эта сила прижимает ламель к раме сегмента по всей ее длине.

Светодиодная ламель состоит из следующих частей: корпус, светодиодные модули и пластиковые крышки. Корпус представляет собой алюминиевый профиль, изготовленный методом экструзии алюминия. Светодиодные модули представляют собой печатные платы на которых напаяны спереди светодиоды и другие электронные элементы сзади. Пластиковые крышки изготавливаются методом литья пластика под давлением. Таким же образом изготавливается корпус блока управления. На задней части блока управления размещаются алюминиевые радиаторы, изготовленные методом экструзии алюминия. Они служат для охлаждения модулей питания. Рама сегмента содержит два алюминиевых профиля, изготовленные методом экструзии алюминия. Алюминиевые профили соединены между собой поперечными перекладинами, представляющие собой листы, которые вырезаны из цельных композитных панелей на фрезерном станке, и согнутые в короба. Перекладины также могут изготавливаться из тонколистового металла, с помощью лазерной резки и гибки. Они крепятся к фланцам алюминиевых профилей с помощью заклепок. Далее на раму сегмента устанавливаются охлаждающие вентиляторы и крепятся питающие провода.

При подаче напряжения от сети на блок управления, модули питания понижают его до 5 вольт. Это напряжение через питающие контакты передается на ламели. В контроллер сегмента блока управления поступает поток данных из контроллера экрана. Поток данных преобразуется и транслируется через сигнальные разъемы на светодиодные ламели. В каждом светодиодном модуле размещены драйверы светодиодов. Драйверы светодиодов принимают управляющий сигнал от контроллера сегмента и подают ток на светодиоды в соответствии с этим сигналом. При прохождении электрического тока через светодиоды, они начинают излучать свет. Таким образом на поверхности светодиодных ламелей формируется изображение.

При излучении света светодиодами значительная часть энергии выделяется в виде тепла. Выделившееся тепло рассеивается алюминиевыми профилями светодиодных ламелей с помощью конвекции воздуха. Если температура окружающей среды не позволяет отводить тепло с помощью естественной конвекции, то для охлаждения в светодиодных сегментах включаются вентиляторы, расположенные по всей длине рамы сегмента. Эти вентиляторы прокачивают воздух охлаждая светодиодные ламели. Для принудительного охлаждения блока управления светодиодного сегмента используются вентиляторы, размещенные на раме сегмента сзади блоков управления. Поток воздуха этих вентиляторов направлен непосредственно на радиаторы блоков управления, расположенные на задней стороне блоков управления. Такое решение позволяет обеспечить интенсивное охлаждение модулей питания блока управления через радиаторы.

Выводы. Ламельные светодиодные экраны могут использоваться для развертывания крупных цифровых рекламных сетей и обладают высокими эксплуатационными характеристиками.

72. Водонепроницаемая свето-прозрачная защитная пленка для светодиодной ламели

Ермаков А.И., канд. техн. наук, доцент, магистрант Никитина М.С.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Введение. При конструировании изделий является обеспечение высокой защиты от влаги и пыли LED модулей и электрических контактов. Одной из сложностей производства длинных LED ламелей – это влагозащита электрических элементов в конструкции. Литье компаундом в качестве герметика и изолятора не рациональна, поскольку утрачивается ремонтпригодность ламели. С другой стороны, компаунд нельзя использовать с элементами, подверженными чрезмерному нагреву. При использовании герметизирующих элементов небольшой длины возникает проблема герметизации стыков. При герметизации отдельных LED модулей появляется необходимость в образовании герметичных разъемов с множеством контактов, что ведет к усложнению и удорожанию конструкции.

Материалы и методы. Анализ, синтез, моделирование

Результаты. Конструкция WO/2017/065636 представлена светодиодными ламелями, состоящими из LED модулей, водонепроницаемого профиля и свето-прозрачной водонепроницаемой пленки и перфорированных крышек. Модули – это платы, с напаянными спереди светодиодами. Защитный водонепроницаемый профиль может быть различной формы.

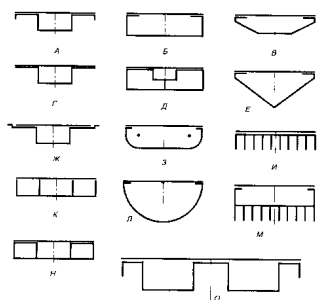


Рисунок 1 – Формы водонепроницаемых профилей

экструзией (или прессованием) алюминия. Водонепроницаемая свето-прозрачная пленка получается при помощи экструзии полиуретана с последующим нанесением клеевого слоя или без него. LED модули, после изготовления промышленным методом, могут покрываться водоотталкивающим антиадгезионным покрытием путем напыления антиадгезионного раствора.

При сборке ламели LED модули и электронные платы устанавливаются на профиль. Далее на поверхность профиля наклеивается пленка, с лицевой стороны наносится перфорированное покрытие, фиксирующиеся защелками по бокам. Некоторые узлы устройства, с помощью которого наносится пленка, могут печататься на 3D принтере из пластика или металла. Финальная сборка конструкции осуществляется методом отверточной сборки.

Принцип действия конструкции заключается в следующем: при подведении тока светодиоды начинают испускать свет, проходящий сквозь пленку и отверстия под светодиоды в перфорированных покрытиях. Пыль и вода не проникают сквозь оболочку, состоящую из водонепроницаемого профиля, свето-прозрачной пленки и клеевого слоя. Таким образом, пыль и вода не нарушают работу светодиодных модулей и электроники.

Пленка, наносимая на профиль, изготавливается из полиуретана и обладает значительной прочностью и устойчивостью к растягиванию, проколам и ультрафиолетовому излучению. Также на поверхность светодиодных модулей может наноситься дополнительное защитное покрытие из антиадгезионного водоотталкивающего материала. Дополнительное защитное покрытие препятствует приклеивке пленки со сплошным клеевым слоем к поверхности LED модуля. К тому же, дополнительное покрытие может препятствовать воздействию воды на светодиоды и печатные платы при пленки.

Выводы. Данная технология герметизации светодиодных модулей и электроники обеспечивает большую влагозащиту, чем другие методы, что немаловажно в условиях климата нашей страны и позволяет широко использовать применять данную технологию влагозащиты на других светодиодных конструкциях.

73. Практика використання переважних чисел у видавничо-поліграфічній галузі

Микита Шачковський, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для раціонального проектування продукції видавничо-поліграфічної галузі та обладнання для її виробництва потрібно використовувати параметричні ряди, які дають можливість уніфікувати відповідні параметри.

Матеріали і методи. Проаналізовані нормативні документи, які входять до системи стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Придільена увага встановленню закономірностей стандартизованих величин форматів паперу і видань та розміру шрифтів. Розглянуто використання закономірностей ряду чисел Фібоначчі та «золотого перерізу» для побудови параметричних рядів у видавничо-поліграфічній галузі.

Результати. Раціональна побудова параметричних рядів видань, розмірів елементів обладнання тощо є одним із найважливіших завдань стандартизації. Щоб розробити параметричні ряди, треба насамперед встановити єдину закономірність у системі величин, які планують стандартизувати. Таке завдання вирішують з допомогою переважних чисел, які використовують для розроблення стандартів, у проектно-конструкторських документах тощо. Це дає можливість поєднувати параметри об'єктів стандартизації з іншими, пов'язаними з ними, параметрами: розміри формних пластин з формним обладнанням, формати паперу з форматами друкарських машин і з розмірами сторінок тощо. Градація параметричного ряду – закон його утворення, який визначає характер інтервалів між членами даного ряду (переважними числами). Параметричні ряди використовуються в поліграфії. Так, наприклад, для друкарських машин головний параметр – формат паперового аркуша, для формного обладнання – розмір оброблюваної пластини тощо.

Ряди переважних чисел можуть виражатися арифметичними чи геометричними прогресіями. Так, чітка геометрична прогресія наявна при стандартизуванні часток форматів паперових аркушів видань: $1/8$ частка аркуша, $1/16$, $1/32$ і т.д. Існує параметричний ряд кеглів шрифтів, який у нашій країні побудовано за ступінчастою арифметичною прогресією 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 20; 24; 28 і т.д. Формати паперу для книжкових і журнальних видань регламентуються стандартом ДСТУ 4489:2005, в якому також подається позначення форматів за ISO 216 та ISO 217. Помічено зв'язок знаменника геометричної прогресії оптимального формату видання зі значеннями похідних «золотої пропорції». Так, для книжкових видань з восьми форматів при $1/16$ частці аркуша у оптимального варіанта видання у п'яти форматів знаменник прогресії приблизно дорівнює 1,12 – знаменнику ряду R20 ($q_{20} = 1,12 \approx \sqrt[4]{\Phi}$). У двох форматів цей параметр наближається до 1,25 – знаменника ряду R10 ($q_{10} = 1,25 \approx \sqrt{\Phi}$). Для друкування може бути використаний і папір нестандартних розмірів, однак це ускладнює роботу і має бути погоджено із замовником. Розміри видань важливо також враховувати при транспортуванні та складуванні продукції галузі.

Висновки. Для створення конкурентоспроможної продукції та забезпечення узгодженої роботи взаємопов'язаних підприємств видавничо-поліграфічної галузі необхідно використовувати параметричні ряди та переважні числа. Це забезпечить максимальну ефективність виробництва та зручність для споживача.

74. Investigation the process of superfine grinding on the bead mill suspension of titanium dioxide and quinacridone red

Kateryna Hrininh, Zama Sigwebela, Ruslan Hordeichuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Analytical and experimental research was conduct to improve the process and equipment for the superfine grinding of medicinal and cosmetic preparations.

Materials and methods. Based on modern scientific literature and own experience given a comparative analysis of modern equipment for ultra-fine grinding. In the investigation are used suspensions of titanium dioxide and quinacridone red 122 with the Vaseline oil.

Results. Among the recommended installations, the most versatile, productive, compact, energy saving, with high degree for grinding (up to 1 microns), effective in the process of dispersion and homogenization, have a simple constructive solution are bead mills.

When grinding titanium dioxide over a period of 0 to 30 minutes, the power increases from 205 to 209 W. The temperature of the suspension is from 21.9 to 23.4 °C, the density increases from 889 to 1176 kg/m³, and the particle size decreases from more than 100 µm to 10 µm. The most intensive grinding in the first 5 minutes of the process. This can be explained by the fact that the suspension has the highest density after grinding - 1 176 kg/m³, as well as the largest size of agglomerates at the beginning of the experiment (more than 100 µm).

When the quinacridone red 122 is grinded, the power is increase from 205 to 210 W. The temperature of the suspension is from 22.4 to 24.3 °C, the density increases from 870 to 952 kg/m³, and the particle size decreases from more than 60 µm to 2 µm, while the most intensive grinding occurs in the first 5 minutes of the process. This can be explain by the fact that Red 122 has a greater bulk density (540 kg/m³) than titanium dioxide (82 kg/m³) and crystal lattice strength due to a different chemical formula, which may also be due to the density of the suspension.

Consequently, with increasing time of grinding, both suspensions increase power, temperature, and density and decrease the size of particles. The most intense changes occur during the first 15-20 minutes of the experiment, where there is an intense reduction of particles of solid material.

In results, the smaller the particle size and the higher density of the suspension that needs to be ground, the more energy is need to conduct the process and the more heat will be released.

Conclusions. Among the recommended installations, the most optimal and productive are bead mills. It is recommend carrying out the grinding process on the bead mills periodically with the circulation of the suspension with the obligatory cooling.

References

1. Hrininh K., Hordeichuk R., Gubenia O. (2018), Comparative analysis of existing equipment for superfine grinding and investigation the process of superfine grinding on the bead mill suspension of titanium dioxide and quinacridone red, *Ukrainian Journal of Food Science*, 6(1), pp. 82–94.
2. Hrininh K., Hordeichuk R., Gubenia O. (2018), Investigation the process of superfine grinding of components of pharmaceutical and cosmetic products on the bead mill, *Proceedings of University of Ruse*, 57(10.3), pp. 41–45.

12.2.

Technological equipment and computer design technology

Chairperson – professor Valerii Myronchuk

Secretary – Taras Pogorilyi

12.2.

Технологічне обладнання та комп'ютерні технології проектування

Голова – професор Валерій Мирончук

Секретар – Тарас Погорілий

1. Оптимізація процесу охолодження кисломолочних продуктів

Володимир Перекрест

Донецький Національний Університет Економіки і Торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського, Кривий Ріг, Україна

Андрій Слюсенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При термостатному виробництві кисломолочних продуктів важко регулювати умови охолодження. Використання методів контролю технологічних процесів забезпечує гнучкість в управлінні температурними режимами.

Матеріали і методи. Дослідження ґрунтувались на аналізі матмоделі нестационарного теплообміну. Диференціальне рівняння має вигляд:

$$\frac{dt}{d\tau} = a \left[\frac{d^2 t}{dx^2} + \frac{d^2 y}{dy^2} + \frac{d^2 z}{dz^2} \right]$$

Поле зайвої температури:

$$\vartheta = \varphi(x, y, z) * e^{-m\tau}$$

де: m – темп охолодження; τ – тривалість нагріву або охолодження, хв.

Звідки отримуємо: $m = \frac{\ln(t_1 - t_0) - \ln(t_2 - t_0)}{\tau}$

Результати. В ході експерименту були виведені емпіричні формули темпів охолодження. $m_{\text{вн.стінка}} = -0.00084 t_{\text{серед.}} + 0.0018$

$$m_{\text{центр.}} = -2 * 10^{-6} t_{\text{серед.}}^3 - 3.3 * 10^{-5} t_{\text{серед.}}^2 - 5.5 * 10^{-4} t_{\text{серед.}} + 0.015$$

Запропонований механізм регулювання процесів охолодження кисломолочних напоїв передбачає дотримання наступних умов:

- з метою відвертання можливого заморожування кислотного гелю і кристалізації вологи температуру в пристінковому просторі приймаємо рівною не нижче 0 °С;
- з метою відвертання розвитку молочнокислого бродіння температуру в центрі упаковки приймаємо рівною (12±2) °С.

Результати реалізації моделі відповідно до приведеної вище схеми розрахунків представлені на графіках (рис. 1,2). У технологічному процесі виробництва кисломолочних продуктів термостатним способом, рекомендовано проведення операції охолодження кислотних згустків впродовж 60-85 хв. при температурі зовнішнього середовища в діапазоні -10...-6 °С.

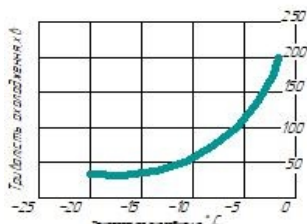


Рис. 1.

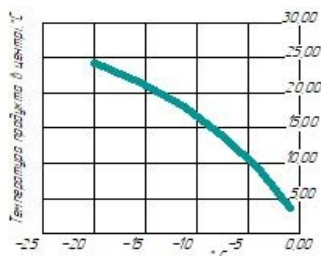


Рис. 2

Висновки. Була встановлена залежність тривалості охолодження йогурту від температури середовища. На підставі отриманої залежності були розроблені рекомендації для технологічного процесу охолодження в умовах реального виробництва.

2. Використання гідродинамічного оброблення для процесу вапнування дифузійного соку

Ірина Дубовкіна

*Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України, Київ,
Україна*

Вступ. Для забезпечення сталого розвитку харчової промисловості України важливим чинником є розроблення та впровадження новітніх технологій і обладнання. Метою роботи – є зменшення витрат вапна в процесі вапнування дифузійного соку шляхом проведення процесу активації вапняного молока із використанням гідродинамічного оброблення.

Матеріали і методи. У роботі використані загальнонаукові аналітичні та аналітико-практичні методи: системний аналіз, синтез, порівняльне та логічне узагальнення, імітаційне параметричне об'ємне моделювання, математико-статистичний аналіз. Для визначення зміни фізико-хімічних параметрів було застосовано методи прямої потенціометрії, а саме іонометричні методи аналізу та хімічний метод Вінклера.

Результати. Вміст нецукрів у дифузійному соку призводить до затримки процесу кристалізації та збільшенні втрат цукру. Оптимізація різних стадій процесу очищення дифузійного соку дає можливість збільшення виходу цукру високої товарної якості.

В результаті комплексних аналітичних досліджень було виявлено шляхи удосконалення процесу очищення дифузійного соку.

Важливою складовою технології, що забезпечує ефективне проведення процесів очищення дифузійного соку є процес приготування вапняного молока. Процес активації вапняного молока полягає в інтенсифікації масообмінних процесів, які відбуваються між вапном та водою і визначається в значній мірі можливістю початкового збільшення питомої міжфазної поверхні за рахунок диспергування одного із компонентів.

Процес гідродинамічного оброблення характеризується високими амплітудними значеннями прискорень і відносних швидкостей в об'ємі кожної дисперсної частинки, при цьому відбувається інтенсифікація масопереносення на нано- і мікрорівні в об'ємі окремої дисперсної частинки, а також одночасно проводиться перемішування всього об'єму компонентів з одночасним проведенням процесу активації.

В результаті проведення чисельного та натурального експерименту, аналітичного розрахунку та імітаційного параметричного моделювання були визначені основні конструктивні параметри обладнання, які впливають на інтенсифікацію проведення процесу активації вапняного молока – величина кільцевого зазору в системі робочих органів – $3 \cdot 10^{-4}$ м, при цьому забезпечується лінійна швидкість потоку 20-25 м/с, величина зміни тисків сягає 250-350 кПа з зовнішньої сторони робочих органів та 150-200 кПа з внутрішньої сторони відповідно. За таких умов було визначено оптимальну тривалість процесу гідродинамічного оброблення, що становить 250 с.

Висновки. Використання гідродинамічного оброблення є актуальним та перспективним для проведення активації вапняного молока, а саме здійснення впливу на фізико-хімічні параметри та структурну організацію з метою інтенсифікації перебігу технологічних процесів та зменшенні витрат сировини на 15%.

3. Струминні апарати з компактным та диспергованим струменем рідини в харчових технологіях

Андрій Слюсенко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Наталія Перекрест

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, Кривий Ріг, Україна

Вступ. Струминні апарати внаслідок надзвичайної простоти конструкції та надійності, знаходять широке використання для проведення різних технологічних процесів в харчовій промисловості.

Матеріали і методи. Для встановлення залежності коефіцієнта ежекції струминного апарату від типу активного сопла був створений гідравлічний стенд. Досліджено роботу ежектора з струминною та відцентрово-струминною форсункою.

Результати. Для проведення технологічних процесів використовуються струминні апарати з компактным та диспергованим струменем рідини. Однак єдиної методики вибору типу сопла для ежектора немає в зв'язку з неоднозначністю отриманих результатів. Тому, для встановлення залежності коефіцієнта ежекції струминного апарату від типу форсунок, були проведені дослідження їх роботи.

На рис. 1 показана залежність коефіцієнта ежекції від тиску подачі рідини та типу розпилювача для ежектора з $d_c = 4$ мм. та $D_{кз} = 19$ мм.

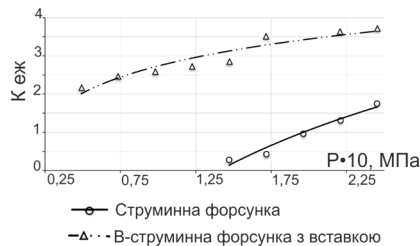


Рис.1. Залежність коефіцієнта ежекції від тиску подачі рідини та типу розпилювача для ежектора з $d_c = 4$ мм. та $D_{кз} = 19$ мм.

Досліди показали, що для струминних апаратів з однаковою геометричною характеристикою (відношення площі камери змішування до площі сопла), при використанні відцентрово-струминної форсунки як активного сопла, коефіцієнт ежекції в усьому діапазоні досліджених тисків вищий за аналогічний показник для ежектора з струминною форсункою.

Пояснити це можна тим, що в першому випадку струмінь рідини розпадається на краплі рідини на невеликій відстані від сопла форсунки, які своєю поверхнею приймають участь в ежекції газової фази. У випадку використання струминної форсунки, ежекція повітря відбувається за рахунок тертя факелу рідини лише зовнішньою поверхнею. Такі данні свідчать про залежність коефіцієнта ежекції від поверхні контакту фаз, що утворюється при розпиленні рідини форсунками, тобто від кількості і діаметру крапель.

Висновки. Порівняльні дослідження роботи струминних апаратів з компактным та диспергованим струменем рідини показали, що ежекційна здатність апаратів з диспергованим струменем рідини майже в 2 рази вища.

4. Використання методів обчислювальної механіки для удосконалення експлуатаційних показників робочих органів м'ясорізальних вовчків

Марисик Сергій, Штефан Євген

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розроблення технологічного обладнання, яке дозволяє подрібнювати різноманітні дисперсні матеріали є перспективним направленням інтенсифікації виробництва. Традиційно підхід до проектування такого типу обладнання оснований на імперичних залежностях і експериментальному досвіді. Такий підхід не дозволяє дати кількісну оцінку взаємовпливу конструктивно технологічних параметрів процесу подрібнення. Недоліком серійних машин для подрібнення м'яса є те, що співвідношення між конструктивними параметрами робочих органів не завжди враховують реологічні та структурно-механічні характеристики сировини, що обробляється. Ці співвідношення визначають якість готового продукту, а саме дисперсність та вологомисткість м'ясного фаршу.

Тому задача по використанню інформаційних технологій проектування (ІТП) обладнання для процесів подрібнення різних типів дисперсних матеріалів є актуальною.

Матеріали та методи. Запропоновано методику розрахунку технологічних параметрів вовчків, опис розробок, здійснених на основі виконаних досліджень і спрямованих на поліпшення роботи вовчків, а також розрахунок техніко-економічної ефективності використання результатів виконаних досліджень. Запропонована методика визначення основних технологічних параметрів вовчків базується на використанні розроблених математичних виразів для визначення продуктивності вовчка, що дозволяє точніше визначити технологічні параметри машини з повнішим відображенням конструктивних особливостей залежно від її устрою.

Результати та обговорення Розроблено інформаційну технологію проектування машин для подрібнення м'ясної сировини. В основу технології покладено методи математичного моделювання основних технологічних операцій (нагнітання, екструзія та ін.) оброблення сировини та аналіз напружено-деформованого стану робочих органів машини. Запропоновані моделі дозволяють кількісно визначити вплив тисків нагнітання сировини і геометрії робочих органів на продуктивність машини та на якість готових виробів. Результати роботи впроваджено у виробництво.

Висновки. На основі результатів експериментальних досліджень розроблено нову конструкцію вовчка, яка дає змогу забезпечити вирішення таких задач: підвищення продуктивності процесу; надання можливості безступінчастого змінювати ступінь подрібнення сировини без зупинки вовчка; підвищення надійності роботи при переробці твердої та в'язкої сировини.

5. Вплив конструктивних особливостей вакуум-апаратів на ефективність їх роботи

Лисенко Максим, Мирончук Валерій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес кристалізації цукрози із її пересичених розчинів у воді відбувається у вакуум-апаратах періодичної і безперервної дії [1]. Вітчизняна цукрова галузь промисловості використовує вакуум-апарати періодичної дії, які мають цілий ряд особливостей їх конструкції.

Матеріали і методи. Науковці і практики цукрового виробництва в переважній більшості розглядають конструкцію вакуум-апарату з точки зору продуктивності, інтенсивності тепломасообміну, гідродинаміки, швидкості кристалізації без врахування причинно-наслідкових ефектів впливу особливостей конструкцій на якісні характеристики отриманого утфелю та кристалічного цукру.

Частіше всього, з цього приводу, автори аналізують початковий набір (відсотковий об'єм початкового сиропу відносно корисного об'єму вакуум-апарату) та його вплив на гранулометричний склад отриманого цукру [2].

Нами розроблена методика чисельного визначення ефективності роботи вакуум-апарата, яка передбачає визначення впливу гранулометричного розміру кристалів цукру отриманих у вакуум-апаратах різних конструкцій на кінцевий вихід цукру з кожного вару з врахуванням обробки утфелю в центрифугах.

Результати. Результати виконаних нами чисельних експериментів свідчать про те, що в залежності від конструкції вакуум-апарату, при інших рівних умовах перебігу процесу, змінюється вихід товарного цукру з відповідного вару після відцентрового розділення утфеля на центрифугах в межах 2,0 – 2,5 %.

За таких умов, відповідно, змінюється кількість рециркуляту другого відтоку, що повертається в вакуум-апарат. Все це викликає зміну продуктивності варильно-кристалізаційного відділення та зміну енергетичних витрат в ньому.

Висновки. Отже, удосконалення конструкції вакуум-апаратів підвищує вихід товарного цукру та зменшує споживання енергії в варочно-кристалізаційних відділеннях цукрового заводу.

Література

1. Кулинченко В.Р., Промышленная кристаллизация сахаристых веществ. Монография / В.Р.Кулинченко, В.Г.Мирончук. – К.: НУПТ, 2012. – 426 с.
2. Современные технологии и оборудование свеклосахарных заводов. В 2-х ч. Ч.2. / В.О.Штангеев, В.Т. Кобер, Л.Г.Белостоцкий и др. Под ред.В.О.Штангеева. – К.: Цукор України, 2004. – 320 с.

6. Аналіз впливу теплоагентів на витрати палива під час сушіння бурякового жому

Литвин Олександр, Мирончук Валерій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вітчизняна цукрова галузь промисловості використовує горизонтальні сушарки барабанного типу [1] для висушування бурякового жому.

Для аналізу витрат палива на процес сушіння бурякового жому нами проаналізовано вплив трьох різновидів теплоносіїв в сушарках жому [2]:

- жомосушарні установки з використанням оточуючого повітря для охолодження пічних газів;
- жомосушарні установки з рециркуляцією відпрацьованого сушильного агенту;
- жомосушарні установки з використанням відпрацьованого газу з котлоагрегатів ТЕЦ.

Аналіз виконано на основі схем теплового балансу цих установок [3].

Для зручності і співставлення жомосушильну установку розбивали на три ділянки:

- камеру згорання для отримання пічних газів;
- камеру змішування;
- камеру сушіння бурякового жому.

Для порівняння витрат палива за цими варіантами, нами прийнято одні і ті ж вихідні дані щодо продуктивності сушарок по сухому жому, характеристик палива, бурякового жому, що надходить в сушарку, температурних режимів сушіння, втрат тепла від хімічного недопалу, та втрат тепла в зовнішнє середовище.

Порівнюючи дані теплового балансу та виконавши відповідні розрахунки для сушарок виробничою потужністю по сухому жому 7000 кг/год та використання як палива високосірчистого мазуту, отримали наступні величини витрат палива на процес сушіння:

- для сушарок з використанням оточуючого повітря для охолодження пічних газів в камері змішування – 1830 кг/год;
- для сушарок з рециркуляцією відпрацьованого сушильного агента – 1770 кг/год;
- для сушарок з використанням пічних газів з ТЕЦ для охолодження топкових газів після камери згорання палива – 1750 кг/год.

Отже, із аналізу трьох варіантів використання теплоносіїв найкращим є варіант використання пічних газів ТЕЦ при якому, в разі спалювання високосірчистого мазуту досягається зменшення витрат палива на 80 кг/год в порівнянні з використанням оточуючого повітря і на 60 кг/год в разі використання рециркуляції відпрацьованого газу.

Література.

1. Штангеев В.О. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. Часть 2. / В.О.Штангеев, В.Т.Кобер, И.Г.Белостоцкий. – К.: Цукор України, 2004. – 320 с.
2. Штангеев К.О. Сушка. Сушка цукру та жому в бурякоцукровій галузі. / К.О. Штангеев. – К.: ЮНІДО, 2015. – 42с.
3. Орлов В.Д. Производство сушеного свекловичного жома. / В.Д.Орлов, А.Ф.Забарсин, В.Л.Яровой. – М.: Легкая пищевая промышленность, 1983. – 113 с.

7. Інновації політермічної кристалізації сахарози

Дмитро Дудко, Валерій Мирончук

Національний університет харчових технологій

Марина Самілик

Сумський національний аграрний університет

Вступ. Процес політермічної кристалізації сахарози базується на властивості сахарози розчинятися у воді в чітко визначених кількостях в залежності від температури. В практиці цукрового виробництва цей процес здійснюється охолодженням утфелю останнього ступеня кристалізації в обмеженому діапазоні температур, а саме, від 70 до 40 °С [1].

Результати. Досягнути оптимального режиму політермічної кристалізації можливо за умови, коли швидкість охолодження утфелю буде чітко відповідати швидкості кристалізації сахарози. Оптимальна швидкість охолодження – така, при якій пересичення міжкристалевого розчину підтримується в таких межах, що забезпечується максимальна швидкість кристалізації без утворення вторинних кристалів [2]. При перевищенні швидкості охолодження виникає небажане вторинне кристалоутворення. В разі, коли швидкість охолодження недостатня – зростає час перебігу процесу.

В свою чергу швидкість кристалізації залежить від чистоти продукту (утфелю) на виході з вакуум-апарату, що в значній мірі впливає на тривалість процесу політермічної кристалізації. На основі накопиченого досвіду, нами рекомендовано визначати темп охолодження на основі залежності тривалості політермічної кристалізації утфелю останнього ступеня кристалізації від його чистоти (рис. 1).

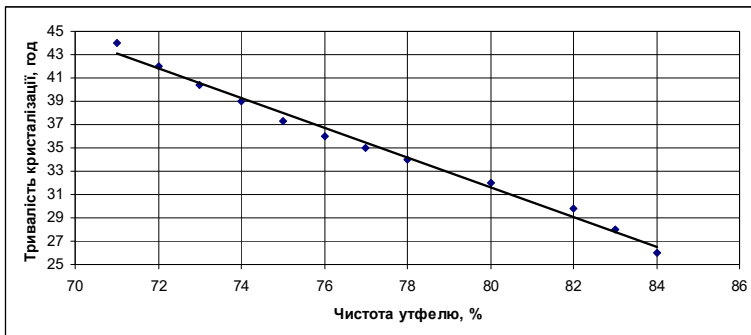


Рис. 1. Залежність терміну політермічної кристалізації в перемішувачах-кристалізаторах від чистоти утфелю після його вивантаження з вакуум-апарату

Висновок. В разі дотримання оптимальної швидкості охолодження утфелю усуваються умови для вторинного кристалоутворення. Отже, не виникає необхідності в «розкачках» утфелю, що забезпечує ефект політермічної кристалізації охолодженням в межах 10%.

Література

1. Современные технологии и оборудование свеклосахарных заводов. Ч.2. / В.О.Штангеев, В.Т. Кобер, Л.Г.Белостоцкий и др. – К.: Цукор України, 2004. – 320 с.
2. Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків. ПУП 15.83-37-106: 2007. – К.: Цукор України, 2007. – с.420.

8. Напрямки удосконалення конструкцій підвісних центрифуг періодичної дії

Богдан Шмиганівський, Анастасія Дубівко, Микола Пушанко
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. В бурякоцукровому виробництві в останні три десятиліття змінюється кількість працюючих підприємств, збільшується їх потужність, яка нині зросла до 15 000 т буряків на добу. У зв'язку з цим розробляються нові конструкції обладнання збільшеної продуктивності, уточнюються регламенти виконання окремих технологічних процесів.

Матеріали і методи. Центрифугування цукрових утфелів – заключний процес одержання товарного цукру високої якості. Його виконують в центрифугах періодичної дії ротори яких вміщують 1000...2200 тон утфелю. Критичний аналіз розвитку конструкцій центрифуг і набутого досвіду їх використання дозволяє визначити головні напрямки розвитку такого устаткування. Вони торкаються спрощення конструкцій при збільшенні продуктивності, підвищення якості цукру і зменшення втрат цукрози в продуктових відділеннях.

Результати. Підвищення продуктивності досягають за рахунок зміни кількох факторів: збільшення об'єму роторів, підвищення рушійної сили процесу – фактора розділення, зменшення витрат води на пробілювання і покращення розділення відтоків.

Оскільки фактор розділення дорівнює

$$\Phi_p = \frac{Dn^2}{1800}, \quad (1)$$

величину рушійної сили краще змінювати збільшенням частоти обертання ротора, продуктивність – збільшенням його діаметра. Гранично допустимі зміни цих параметрів обумовлюються габаритними розмірами (крок установки) і максимально допустимими потужностями приводів. З урахуванням взаємозамінності і дотримуючись прийнятого багатьма виробниками кроку установки – 1750 мм, виготовляти ротори діаметрами більше 1500 мм неможливо. Потрібний для збільшеної потужності об'єм ротора досягають підвищенням товщини шару утфелю і збільшенням висоти ротора.

У випадках використання роторів підвищеної ємності переходять до моноблочної конструкції станин центрифуг, в яких можна розмішувати ротори з діаметром більше 1500 мм.

Збільшення товщини шару утфелю в роторі збільшує величину його гідравлічного опору. Для сталого фільтрування промивної рідини з перемінною концентрацією цукрози через такий шар необхідно збільшувати рушійну силу (частоту обертання) або тривалість операції промивання з корекцією моменту вимкнення подачі рідини.

Для зменшення втрат цукрози через розчинення кристалів час їх промивки треба зменшувати шляхом корекції циклограми. Застосування сучасних пристроїв зі скороченими комунікаціями і швидкодіючою арматурою для розділення і відведення відтоків зменшує втрати цукру в продуктовому відділенні і стабілізує його роботу.

Висновки. Визначені напрямки удосконалення конструкцій прийняті для впровадження передовими фірмами-виробниками центрифуг. Вони дозволяють виготовляти підвісні центрифуги з моноблочним виконанням станин високої продуктивності.

9. Визначення раціональних характеристик вузла розкатувальня та закатувальня тіста машини WPMultiroll

Олександр Гаврилук, Володимир Яровий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На хлібозаводах та малих пекарнях для випуску продукції із листового тіста, використовуються тісто розкатуючі машини різних видів робочих валків.

Матеріали та методи. В роботі було використано відомі дослідження та досліди із розкачуванні тіста, методики визначення і розподілення рівня стискання тіста в зазорі між валковими робочими органами.

Результати. Обладнання «WPMULTIROLL», яке використовується для виготовлення випічки, її асортимент продукції може бути: рулони, кренделі, смажена випічка, а також як різної форми: довгі, круглі, штамповані та зрізані, а також і ваги від 25–250 г із продуктивність до 12 тис. шт/год, тому дана машина є багато функціональною.

Із розвитком технологій багато машини або функції виконання були морально застарілими, тому в машині WPMultiroll вузол розкатки тіста є доцільним для розгляду.

За допомогою програмних пакетів AutodeskInventor, AutodeskCFDпроведені моделювання та дослідження проходження основних результатів показало, що нерівномірність швидкості руху середовища (бубличного, дріжджового, пшеничного тіста) обумовлена характером їхньої течії. Тому суттєвим фактором збільшення ефективності інтенсивної дії валків на середовище є рівномірність розкачування його елементарних об'ємів, що надходять із робочої камери машини.

Оскільки питома подача середовища є однаковою для всіх елементарних об'ємів маси, що знаходяться в зазорі між валками, в'язкість залишається постійною і ми враховували її при розрахунках. Розглядаючи процес розкачування тіста між валками, його закономірність зміни товщини пласту тіста при розкачуванні між валками циліндричної форми, товщина тіста постійно змінюється в середній частині пласта, тобто в зоні захватування, а на виході із валків товщина однакова.

Висновки. Модель вузла дає змогу визначати стискуваність тіста на початкових і кінцевих значеннях в'язкості при додержанні заданих технологічних і конструктивних параметрах (температура, рецептура, форма поверхні валка). Це дало змогу стисненню і здвигу тіста при формуванні валками по ходу розкатки з досягненням по всій поверхні пласта однакової товщини.

Література

1. Романович А.В. Реконструкція лінії по виробництву листового печива на хлібозаводі ПРАТ «Родина» з модернізацією машина для розкатування тіста марки МНРТ-130/600 та дослідженням впливу конструкційних параметрів вальцевої пари на витрату потужності при розкатуванні тіста, - Тернопіль, 2017.

2. Деркач А., Стадник І. Методика розрахунку енергетичних параметрів валкової тісторозкаточної машини, - Тернопіль, 2016.

10. Модернізація лінії випікання хлібу із удосконаленням конструкції печі К- ХМ-25

Євгеній Іваненко, Сергій Блаженко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Хлібозаводи та пекарні є найбільш масовими серед харчових виробництв. Досить сказати, що в Україні немає такого міста, де б не було кількох хлібозаводів або пекарень, а у великих містах працюють значна кількість хлібозаводів.

Матеріали і методи. В роботі було використано відомі результати експериментальних досліджень випікання хлібопродуктів та патентний пошук відомих конструкційних рішень тунельних хлібопечей.

Результати. Тунельна піч є видом технологічного обладнання яке інтенсивно зношується і потребує постійного ремонту, що має значний вплив на собівартість продукції та продуктивність заводу. Тому запропонована модернізація печі тунельного типу К-ПХМ-25 з удосконаленням конструкції, що дозволяє покращити надійність печі та довговічність.

Завдяки застосуванню нових конструктивних рішень та матеріалів, втрачається менша кількість тепла в навколишнє середовище через стінки печі, значно покращується екологічний стан цеху за рахунок рецеркуляції димових газів, тобто повторного використання їх в схемі нагріву, що дає змогу знизити температуру відпрацьованих димових газів. В результаті модернізації відбувається економія електроенергії і палива.

За допомогою програмних пакетів Autodesk Inventor, Autodesk CFD проведене моделювання і дослідження теплових потоків, визначено вплив конструктивних факторів на параметри продуктивності та якості випікання.

Розроблена схема нагріву та потоків теплоносіїв печі К-ПХМ-25 значно спрощує процес випікання, дозволяє підтримувати раціональні параметри процесу. Завдяки чому вдається підвищити якість хлібу та економію теплоресурсів.

Висновки. Тунельна піч є видом технологічного обладнання яке інтенсивно зношується і потребує постійного ремонту, нами запропонована її модернізація з удосконаленням схеми випікання, що дозволить покращити технологічні показники печі. В результаті модернізації печі, забезпечується високий ступінь заводської готовності, зменшується витрати палива й маса обладнання.

11. Дослідження масообмінних процесів та гідродинамічних характеристик розпилювальних сушильних комплексів

Туфекчі Валентин, Юрій Вересоцький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Молочна сироватка містить у своєму складі до 50 % сухих речовин молока, що складає 36 % його енергетичної цінності, тому особливої актуальності набули питання використання її в харчових цілях при безвідходній переробці молока. Одним з найефективніших способів зменшення втрат сироватки та максимального використання всіх її компонентів є організація її переробки в концентрати, що довго зберігаються – сухі та згущені.

Матеріали і методи. Найбільшого поширення при зневодненні рідких продуктів набув спосіб їх сушіння в розпиленому стані, який характеризується високою інтенсивністю.

Відсутність відомостей про аеродинамічну взаємодію потоків у сушильних камерах з відцентровим розпиленням визначило необхідність з'ясування, насамперед, фізичної картини їхнього руху. Недоліком існуючих методик є те, що неможливо визначити величину рециркуляції повітря в об'ємі сушильної камери, який перевищує величину первинних потоків в декілька разів і вирішальним чином впливає на рух сушильного агента та дисперсної фази.

Результати. Проведено моделювання і ряд досліджень зміни швидкостей, температури та напрямків руху потоків теплоносія усередині камери сушіння.

За допомогою програмного комплексу «Ansys», досліджено гідродинамічні потоки біля розпилювального пристрою, час висихання частинки розміром від 5 до 150 мкм та дистанцію прольоту розпилювального продукту в сушильній камері.

Висновки. На сучасному етапі найбільшого поширення в молочній промисловості набуло висушування молочних продуктів розпилювальним способом. Застосування цього способу дозволяє збільшити поверхню контакту взаємодіючих фаз і тим самим значно інтенсифікувати процес сушіння.

Вивчено існуючі методи досліджень по загальній аеродинаміці камер сушіння з верхньою подачею теплоносія та відцентровим розпиленням продукту та обрано найбільш оптимальний метод для заданих умов.

За допомогою програмних пакетів Autodesk Inventor, ANSYS CFX та ANSYS FLUENT проведено моделювання і дослідження гідродинамічних потоків та визначено вплив конструктивних факторів на параметри роботи сушильного обладнання.

Література

1. Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки.-М.: Делипринт, 2004.
2. Optimization of Process Parameters for Spray Drying of Milk A. M. Telang & B. N. Thorat Nov 2010
3. Arun S. Mujumdar, Li-Xin Huang, Xiao Dong Chen “An overview of the recent advances in spray-drying” DairySci. Technol. 90(2010) 211–224, 2010

12. Удосконалення методик відцентрового пиловловлювання в системах очищення відпрацьованого повітря в барабаних сушильних комплексах

Молнар Андрій, Юрій Вересоцький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При проектуванні типових систем очищення повітря традиційно застосовують апарати сухого типу, в основному циклони, ефективність яких не забезпечує уловлювання дрібнодисперсних фракцій цукрового пилу, що веде до втрат цукру до 5%.

Наявність навіть не суттєвих втрат в системах очищення, призводить до значних викидів продукту в навколишнє середовище і погіршення не тільки економічних, але і екологічних показників.

Це говорить про те, що на сьогоднішній день достатньо актуальним є питання модернізування ліній сушильного відділення шляхом встановлення додаткових пиловловлювачів, які очищують повітря крапельним методом, що підвищує ефективність очищення від пилу до 99.97%.

Матеріали і методи.

В зв'язку з висушуванням цукру конвективним методом, який є найоптимальнішим для цього процесу, нагальним є питання підвищення ефективності роботи сушильного обладнання.

Зокрема в таких сушарках використовується велика кількість повітря, яке хоч і очищається в циклонах, але наявність залишкового дрібнодисперсного пилу в відпрацьованому теплоносії говорить про те, що його очищення є недостатньо ефективним.

У мокрих пиловловлювачах очистка газу здійснюється при контакті газу з рідиною.

Результати.

Проведено моделювання та обчислення гідродинамічних властивостей «морого» пиловловлювача.

За допомогою системи FlowVision визначено величину зміни швидкості руху частинок всередині скрубера в залежності від зміни геометричних параметрів сопла скрубера та швидкості вхідного потоку.

Встановлено поля граничних концентрацій пилоповітряної суміші в різних перерізах скрубера в залежності від зміни параметрів його роботи.

Висновки. В результаті проведених досліджень механічних і аеродинамічних властивостей цукру-піску, аеродинамічних потоків, ефективності очищення та гідродинамічного опору були отримані характеристики зміни концентрації пилоповітряної суміші (виносу частинок) в вихідному патрубку скрубера, що дозволило підібрати оптимальні режими роботи обладнання.

Література

1. Попов М.А. Инженерная защита окружающей среды на территории города. - М.: Изд-во МГУП, 2005. — 231 с
2. <http://journals.uran.ua/tarp/article/viewFile/38301/35166>
3. <http://oil-filters.ru/scrubbers/>

13. Визначення впливу конструктивних параметрів робочих органів протитечійних подрібнюючих пристроїв з метою підвищення ефективності процесу диспергування.

Шемідько Дмитрій, Юрій Вересоцький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процеси подрібнення широко використовуються у цукровому, борошно-круп'яному, хлібопекарському, м'ясопереробному, спиртовому, пивоварному, крохмале-патоковому, консервному та інших виробництвах. Основною характеристикою являється ступінь подрібнення. Для подрібнення використовують машини, основою роботи яких є прикладання зовнішніх сил для подолання граничної міцності матеріалу. В процесі подрібнення стикаються з проблемою неналежної якості подрібнення та швидким спрацюванням робочих органів.

Матеріали і методи. Сучасні швидкохідні дезінтегратори є високоефективними машинами, здатними вирішувати комплекс завдань по диспергуванню, від наддрібного подрібнення до тонкого помолу матеріалів різного складу, вологості, міцності.

Відсутність відомостей про взаємозалежність внутрішніх аеродинамічних потоків від зміни конструктивних параметрів в протитечійних ударних подрібнювачах, визначило необхідність у проведенні моделювання та ряду досліджень, які дозволили з'ясувати та обрати оптимальні конструктивні параметри робочих органів.

Результати. Проведено моделювання та ряд досліджень вихрових потоків в процесі подрібнення цукру. За допомогою програмного комплексу «ANSYS», досліджено та визначено їх вплив на дисперсний склад подрібнення продукту.

Визначено вплив зміни конструктивних параметрів робочих органів подрібнюючих пристроїв на ефективність процесу подрібнення.

Висновки. Процес подрібнення являється результатом сукупності фізичних взаємодій та навантажень, потребує великих енергетичних витрат в сукупності з високою зношуваністю ударних робочих органів.

Удосконалення профілю ударної робочої поверхні контропатеї дозволяє перенаправити траєкторії потоків диспергуемого матеріалу. Згідно цього змінюється характер процесу подрібнення, а саме циркуляційні зони у яких матеріал додатково подрібнюється, підвищується зносостійкість робочих органів.

За допомогою програмних пакетів Autodesk Inventor, ANSYS FLUENT та ANSYS CFX проведено моделювання і дослідження вихрових потоків, визначено вплив конструктивних факторів на параметри продуктивності та якість подрібнення у відповідному обладнанні.

Література

1. Саленко Ю.С. Обладнання для подрібнення матеріалів: дробарки та млини. Навч. посібник. — Кременчук: КДПУ, 2008. — 100 с.
2. Jiri Blazek, Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications 2nd Edition. Elsevier Science; 2 edition (January 31, 2006); 496 pages.
3. Lipej, A., Jost, D., Menzar, P. Numerical analysis of rotor-stator interaction in a reversible pump turbine - pump mode. 23 IAHR Symposium, Yokohama, October 2006.

14. The method of deep processing of nanofiltration permeate of milk whey

Volodymyr Zakharov, Yurii Zmievskiy, Valerii Myronchuk, Oleksandr Ustinov
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine.

Introduction. In the milk industry there remains the problem of processing nanofiltration permeate of whey. This is due to the presence of organic impurities in it, which makes it impossible to use it further. The application of the ozonation process and further sorption purification may allow the removal of almost all organic matter, which will further intensify the membrane processing, which will allow for the deep processing of permeate.

Materials and methods. The experimental installation consisted of a block of obtaining ozone (air dehumidifier, rotameters, ozonizer), ozonation unit (contact capacitance, foam traps, two glasses of Drexel with KI solution) and a vacuum pump for pumping the gas phase. For research, a solution of nanofiltration permeate of milk whey (400 ml) was used. The time of one experiment was 10 minutes. The cost of the ozone-gas mixture was 3 l/min. Ozone content in the gas mixture was about 4...6 %. The chemical oxygen demand (CHC) was determined by the Kube method. The amount of ozone was determined by the iodometric method. Its essence is captured in determining the amount of iodine, which in the equivalent amount ($I:O_3 = 1:1$) is formed when the ozone-gas mixture passes through the KI solution.

Results and discussion. The principle of the proposed scheme is as follows. After the baths, the milk serum is sent to the NF station, where it is divided into NF permeate and concentrate. The latter, with a content of dry matter of 20 ± 3 %, is sent to the final condensation in vacuum evaporators and dried to further obtain valuable components from it. The resulting NF permeate is fed to an ozonation station, where it is treated with ozone in the contact capacity. It contributes to the oxidation of organic compounds and the disinfection of the solution. It was found that the combination of ozonation and subsequent sorption purification reduces the COD in NF permeate by 96 %. The treated solution after the ozonation and filtration station through the layer of activated carbon is concentrated to the reverse osmosis station. Due to the preliminary removal of organic components, the performance of reverse osmosis membranes rises by 25...30 %, in comparison with the processing method without the ozonation station. This increases the amount of purified water obtained, and the amount of concentrate is reduced by 2 times. The resulting concentrate goes to the electrodialysis station (ED), where the concentration of salts occurs, which can then be used for the pre-mineralization and re-mineralization of potable water. The use of ED is due to the lack of phase transition of treated substances and direct action on mineral salts during the process of their concentration. The filtrate after reverse osmosis and after ED diluent mixes with residual ozone, which can reach 40...70 % of the initial values at the ozonation station, and is used for washing the equipment.

Conclusions. According to the results of the work, rational parameters were determined during the processing of NF of milk whey in the ozonation station and the hardware and process scheme of NF permeate treatment was proposed. The ozonation station allows removal of up to 96 % of organic compounds of NF permeate, $TOD = 20...28 \text{ mg/dm}^3$. It was established that the ozone utilization factor, in the case of ozonation of NF reagents, is within 40...60 %. The TOD should be $2,5 \text{ mg/dm}^3$ for a minimum required ozone dose of $0,1 \text{ mg/dm}^3$. The significant benefit of the proposed scheme is the deep processing of NF permeate in breast milk.

15. Mathematical modeling of mass transfer and hydrodynamics for baromembrane processes

Oleksandr Ustinov, Volodymyr Zakharov, Yurii Zmievskiy

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The problem of the use of membrane technology lies in the increased level of membrane contamination due to the use of wrong operating modes. As a result, the concentration of dissolved substances near the surface of the membrane increases significantly (the phenomenon of concentration polarization). At high concentrations, some of the components may form insoluble compounds, a gel precipitate, and the like[1-3].

The purpose of the work was to determine the rational parameters of the operating mode of microfiltration ceramic membranes and to study the dynamics of the phenomenon of concentration polarization.

Materials and methods. Applying the corresponding boundary conditions characterizing the physical essence of the baromembrane processes, as well as numerical methods for solving differential equations, we obtain a system of algebraic kinetic equations that allow us to determine the distribution of the concentration of the dissolved substance by the height of the pressure channels, which is practically impossible to do experimentally.

Results and discussions. Experimental and theoretical studies of the productivity of microfiltration ceramic membranes of cylindrical form at different pressures and at different temperatures were conducted.

The distributions of the concentration of the dissolved substance in the solvent medium on the height of the pressure channel of the baromembrane apparatus by the method of mathematical modeling (the method of finite differences)[3] were obtained. Pressure channels were presented in the form of a rectangular grid with a predetermined step. The stability condition of the solutions was verified using the Courant criterion [4,5]. On the received distributions, using the model "Concentration polarization" the membrane performance is determined.

Applying the corresponding boundary conditions characterizing the physical essence of the baromembrane processes, as well as numerical methods for solving differential equations, we obtain a system of algebraic kinetic equations that allow us to determine the distribution of the concentration of the dissolved substance by the height of the pressure channels, which is practically impossible to do experimentally.

Substituting geometrical, physical and mass-exchange characteristics of real membrane systems in them, they managed to simulate the real processes of separation. It is established that due to the semipermeable properties of membranes, the amount of the dissolved substance at its surface increases with time, that is, the phenomenon of concentration polarization appears. Depending on the pressure, membrane characteristics and flow turbulence, the concentration of polarization may vary, which needs to be taken into account for the effective use of barometric processes.

Conclusion. The character of the obtained dependences is in good agreement with the theoretical foundations of the membrane processes and allows us to apply the proposed algorithm for the preliminary analysis of the phenomena occurring in the pressure channels in the division of complex multicomponent liquid systems.

The rational pressure range for the microfiltration process on cylindrical ceramic membranes (0.2-0.4 MPa) is established. The temperature influence and the dynamics of the phenomenon of concentration polarization under different pressures were studied.

References

1. Davydova E.B., Il'in M.I., Tarasov A.V. (2013), Simulation of the unsteady-state filtration of suspensions in a dead-end channel, *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 47, p. 295.
2. Morao A., Nunes J.C., Sousa F., Amorim M.T.P., Escobar I.C., Queiroz J.A. (2009), Development of a model for membrane filtration of long and flexible macromolecules: application to predict dextran and linear DNA rejections in ultrafiltration, *Journal of Membrane Science*, 336, pp. 61–70.
3. Natwar S.R., Kundariya N., Sadistap S., Narain A. (2013), Mathematical modeling and simulation of concentration polarization layer in reverse osmosis process, *Engineering and System*, DOI:10.1109/SCES.2013.6547547.
4. Deinega A., Valuev I. (2011), Long-time behavior of PML absorbing boundaries for layered periodic structures, *Computer Physics Communications*, 182, pp. 149–153.
5. Poliakov Y.S. (2014), Pore Constriction in Ultrafiltration: A Discrete Multilayer Deposition Model with Steric Exclusion of Solutes at the Pore Inlet, *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 48(4), pp. 382–396.
6. Jayanti V.K., Rai P., Dasgupta S., De S. (2010), Quantification of flux decline and design of ultrafiltration system for clarification of tender coconutwater, *Journal of Food Process Engineering*, 33, pp. 128–143.
7. Kanani, D.M., Fissell, W.H., Roy S., Dubnisheva A., Fleischman A., Zydney A.L. (2010), Permeability-Selectivity Analysis for Ultrafiltration: Effect of Pore Geometry, *Journal of Membrane Science*, 349, p. 405

16. Інтенсифікація процесу відмивання буряків з удосконаленням барабанної бурякомийки

Антон Лошак, Євген Бабко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ Основні шляхи підвищення ефективності цукрового виробництва - всебічна інтенсифікація, прискорення науково-технічного прогресу, подальший ріст продуктивності праці.

Матеріали і методи Для інтенсифікації процесів відокремлення зв'язаного ґрунту з поверхні коренеплодів може бути використано багато способів та інженерних рішень. У лабораторних умовах нами досліджувались способи: збільшення турбулізації потоку буряководяної суміші шляхом підвищення його швидкості та використання механічного впливу щіткових елементів на поверхню коренеплодів. Було проведено дві серії дослідів по відмиванню коренеплодів у барабані: одна - при частоті обертання барабана у межах 40...45 хв⁻¹. та активаторами з гладкою поверхнею, друга - при частоті 28...35 хв⁻¹ та активаторами з щітковими вставками поверхнею.

Результати Збільшення частоти обертання барабана та досягнуте при цьому підвищення швидкості і турбулентності потоку буряководяної суміші дало незначне підвищення ефекту очищення до 68% порівняно з 65%, отриманими раніше.

Використання активаторів з щітковими вставками показало значно більшу ефективність. Ефект очищення у середньому по серії дослідів склав 2%, коливаючись у окремих партіях коренеплодів від 78% до 87%.

Порівнюючи результати досліджень, інтенсивність у перші дві хвилини вона приблизно у 2 рази більша, надалі процес відбувається без виражених піків та, починаючи з 4-5 хвилини, поступово уповільнюється. Особливий інтерес представляє перебіг процесу у завершальній частині. Порівняно з використанням активаторів з гладкими поверхнями, де інтенсивність на кінцевих етапах наближається до нуля, завершальна стадія процесу при використанні активаторів з щітковими вставками вказує на можливість його продовження до межі, яка наближається до забрудненості транспортерної води.

Висновки Отримані дані вказують на можливість побудови математичної моделі кінетики процесу очищення сировини від забруднень зв'язаним ґрунтом, яка враховувала б вплив основних чинників на його перебіг.

Література

1. Сапронов, А.Р. Технология сахара. / А.Р. Сапронов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 232 с.
2. Патент України на корисну модель №33553, МПК C13D 3/00. Пристрій для очищення буряків / Пушанко М.М., Хоменко О.І.; власник Національний університет харчових технологій. – № у 200802899; заявл. 06.03.2008; опубл. 25.06.2008, Бюл. № 12. – 4 с.
3. Хоменко О.І. Взаємозалежність геометричних характеристик та зв'язаної забрудненості коренеплодів цукрових буряків / Хоменко О.І., Пушанко М.М. // Харчова промисловість. – 2008. – № 6. – с. 12–15.

17. Удосконалення установки та модернізація вихрової сушарки з метою інтенсифікації процесу сушіння молочного казеїну

Кіріяченко Владислав, Бабко Євген

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Серед харчових виробництв сирзаводи та молокозаводи є найбільш масовими. Досить сказати, що в Україні немає такого міста, де б не було сирзавода чи молокозавода.

Матеріали і методи. Задачею винаходу є інтенсифікація процесу сушіння, запобігання залежаності матеріалу, підвищення якості висушуваного продукту, можливість регулювання часу перебування продукту в сушильній камері.

Результати. Так як сушарка не дозволяє отримати якісний висушуваний матеріал за рахунок повернення частини закрученого потоку в циркуляційний пристрій, що призводить до перегріву більших висушених частинок, що мають масу, рівну масі дрібних, але вологих частинок. Тому технічною задачею модернізації є інтенсифікація процесу сушіння, запобігання залежаності матеріалу, підвищення якості висушуваного продукту, можливість регулювання часу перебування продукту в сушильній камері.

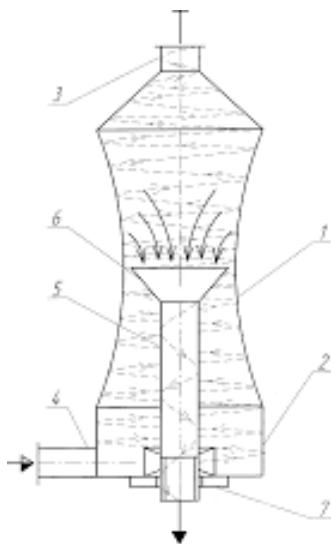


Рис. 1. Вихрова сушарка

Висновки. В результаті модернізації, зміни висоти центральної труби, яка здійснюється регулюючим пристроєм, досягається регулювання часу перебування матеріалу в сушильній камері, отже, розширюється область застосування сушарки, яку можна використовувати для сушіння сипучих матеріалів в харчовій, хімічній та суміжних галузях промисловості.

19. Установка для пастеризації молока з гідродинамічним нагрівачем

Владислав Бігун, Анастасія Дубівко, Оксана Єщенко

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Молочні продукти є основою для виробництва багатьох продовольчих товарів світового ринку. Ціни на молоко стабільно високі, а раціонально організоване виробництво в господарствах всіх форм власності досить рентабельно.

Матеріали і методи. Питання щодо розробки та наукового обґрунтованих інноваційних технічних рішень низьковитратних ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій виробництва пастеризованого молока та продуктів на його основі є актуальними в умовах фермерських, приватних підсобних господарств і на молокоприймальних пунктах.

Для досягнення поставленої мети проведено аналіз процесу роботи удосконаленої установки для пастеризації молока, в якій встановлено гідродинамічний нагрівач, використання в ній теплового насоса на операціях охолодження пастеризованого молока

Результати. Ступінь завершеності пастеризації визначається критерієм Пастера R_a . Величина його безрозмірна і виражає відношення фактичного часу впливу на молоко температури пастеризації T_{ϕ} до часу $T_{пл}$ її дії, достатнього для успішного завершення пастеризації (для придушення мікрофлори).

Пастеризаційна установка з гідродинамічним нагрівачем складається з власне нагрівача, видержувала і регенератора. На рис 1 наведено спрощений графік зміни температури молока в окремих апаратах пастеризаційної установки. Молоко надходить спочатку в протічетийний регенератор (зона III), нагрівається до температури регенерації $t_{рег}$, далі поступово нагрівається в гідродинамічному нагрівачі (зона I) до температури пастеризації $t_{пас}$, витримується (зона II) при цій температурі протягом часу $\tau_{вит}$ і виходить з регенератора (зона III), де охолоджується потоком зустрічного молока до температури t_k . Далі воно охолоджується водою в водяній секції охолоджувача.

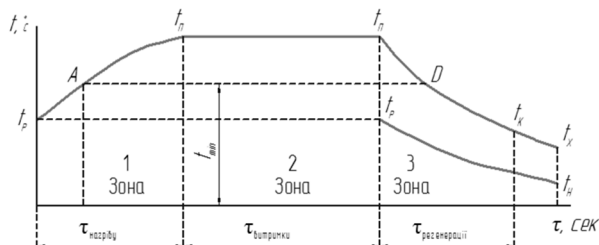


Рис. 1. Температурна схема пастеризації молока в установці з гідродинамічним нагрівачем

При мінімально допустимій температурі пастеризації (пряма AD рисунку) зона температур вище неї є зоною придушення мікрофлори. Інтегральний ефект температурного поля пастеризації знаходиться в межах від до і далі до точки D кривої температур в регенераторі. Зони нижче лінії AD у визначенні критерію R_a не беруть участь і суттєвої ролі в придушенні мікрофлори молока не грають.

Висновки. Збільшити продуктивність ГД нагрівача при постійній частоті обертання ротора зі збереженням встановленої температури пастеризації можливо за рахунок перепаду температур на виході і вході молока в нього з одночасною зміною площі регенератора.

20. Технічне переоснащення лінії переробки сироватки

Дмитро Борей, Оксана Єщенко

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Сепаратори молочної промисловості належать до основного обладнання, що застосовується при переробці молока. Їх використовують для очищення молока від домішок, для одержання вершків, нормалізації та гомогенізації молока, відокремлення білка і жиру від сироватки під час вироблення молочного цукру, відділення білка під час вироблення сиру та в інших технологічних операціях, пов'язаних із поділом дисперсних середовищ.

Матеріали і методи. Сироватка, рідкий побічний продукт, який утворюється при виробництві сиру і казеїну, характеризується високим вмістом харчового білка. Сироватковий білок – дуже цінна харчова добавка у виробництві продуктів дитячого та дієтичного харчування. Для подальшої переробки сироватку очищують на мембранній установці.

Результати. Технічне переоснащення лінії (рис. 1), полягає у встановленні сепаратора після ванни, в якій виділяється сироватка. Для ефективного освітлення, перед подачею на сепаратор її підігрівають на пластинчастому підігрівачі 3. Підігріта до 95 градусів сироватка подається через танк 4 в сепаратор 6, де вона розподіляється тонким шаром між тарілками і рухається до осі барабана. Під дією відцентрових сил із сироватки, як більш важчі, відокремлюються відносно великі частки сирного згустку, які відводяться у бак 5, звідки направляються на подальшу переробку. Мінімальні розміри сирних частинок, які видаляються 2–5 мкм. Звільнена від сирних частинок сироватка стає освітленою. Освітлена сироватка з між тарілкового простору піднімається вгору в камеру кришки барабана, звідки виводиться через диск під напором у танк 7. Далі вона подається на мембранну установку для подальшого концентрування.

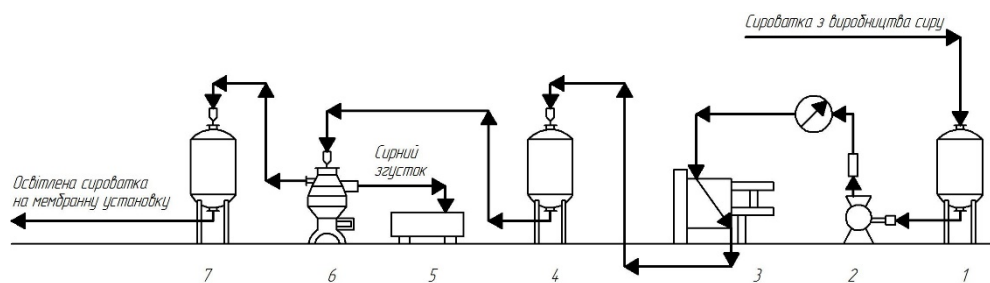


Рис.1. Переоснащення лінії:

1, 4, 7 – танк, 2 – насос, 3 – пластинчастий підігрівач, 5 – бак для збору сирного згустку, 6 – сепаратор

Висновки. Технічне переоснащення лінії переробки сироватки дозволяє повноцінно використовувати її як вторинну сировину не тільки для отримання лактозного цукру чи сухої сироватки, а й отримати додатковий сирний згусток.

21. Удосконалення робочих органів тістомісильної машини безперервної дії

Андрій Кравчук, Оксана Єщенко

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Хлібобулочні вироби займають важливе місце в харчовому раціоні населення. Для підвищення ефективності хлібопекарного виробництва все більш актуальним стає впровадження нових прискорених способів тістототування та впровадження тістомісильних машин з інтенсивним процесом замішування.

Матеріали і методи. Все частіше для проектування обладнання використовується метод математичного моделювання. Для досягнення поставленої мети нами було використано програмний комплекс тривимірного моделювання потоків FlowVision 2.3.

Результати. Для порівняння було проведено моделювання шнекових і кулачкових робочих органів. Результати моделювання показали, що шнекові робочі органи краще переміщують тісто, але гірше його пластифікують. На основі аналізу результатів моделювання нами запропоновано комбіновані робочі органи для тістомісильної машини безперервної дії (рис. 1). Профіль кулачків показано на рис. 2.

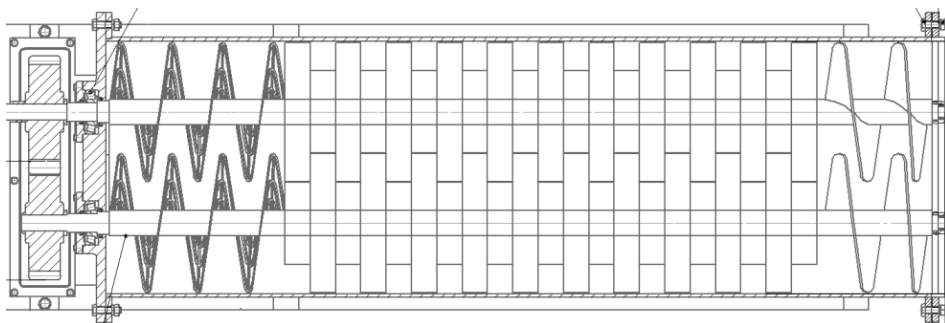


Рис. 1. Модернізований вал з лопатями

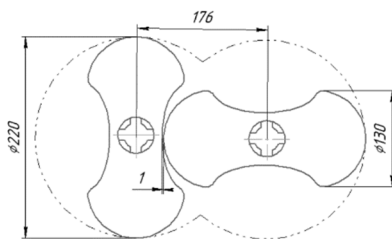


Рис. 2. Профіль кулачків

Висновки. В результаті запропонованої модернізації інтенсифікується процес замішування тіста, підвищується його якість, а й відповідно та якість готової продукції, скорочується тривалість процесу виробництва хліба (зменшення тривалості бродіння за рахунок інтенсивного перемішування). Скорочується кількість обладнання у технологічній лінії (тарою для бродіння тіста), що призводить до скорочення виробничих площ та підвищує економічні показники роботи підприємства.

22. Модернізація варильного котла машини МКУ-40

Андрій Лубешко, Оксана Єщенко

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Кондитерська галузь є однією з найрозвинутіших галузей харчової промисловості України. Щоб зайняти гідне місце серед провідних країн світу у галузі кондитерської торгівлі необхідна розробка і впровадження конкурентно спроможного вітчизняного обладнання для виробництва кондитерських виробів, зокрема заварних напівфабрикатів.

Матеріали і методи. Для наукового обґрунтування інноваційних технічних рішень використовується математичне моделювання. Ця методика дозволяє проводити аналіз та оптимізувати процес роботи обладнання.

Результати. Одне з призначень кондитерської універсальної машини МКУ-40 – приготування заварного тіста. Моделювання процесу нагрівання теплоносія варильного котла проводилось методом скінченних елементів в програмі Autodesk Nastran In-CAD і виявило певні недоліки, а саме нерівномірний прогрів внутрішньої поверхні котла (рис. 1, а). Для усунення цього нами запропонована заміна ТЕНів на спіральні. В обох випадках необхідна температура ($130\text{ }^{\circ}\text{C}$) досягається за час, що не перевищує визначений технологічним регламентом (15 хв.), але варильний котел з модернізованим ТЕНОм прогривається рівномірно (рис. 1, б), включаючи перехід від днища до стінок.

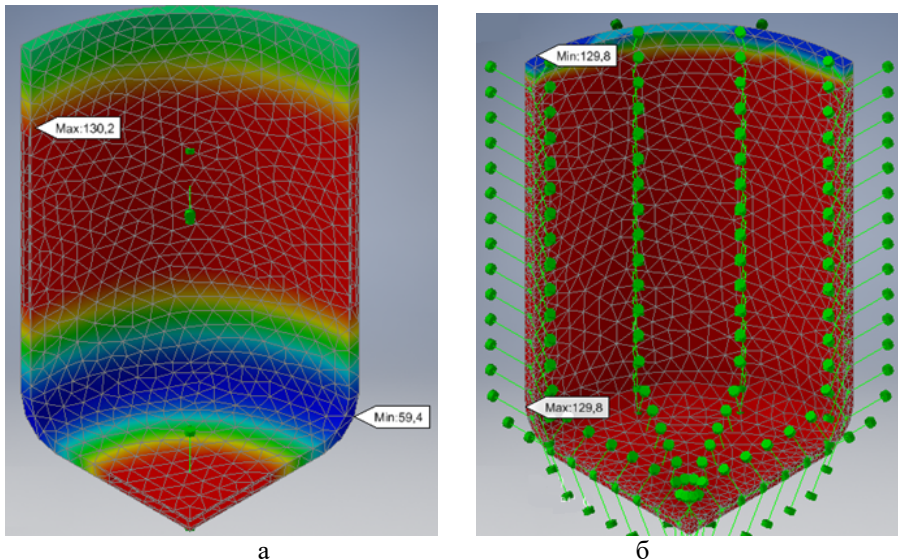


Рис.1. Розподіл температури по стінках варильного котла до (а) та після (б) модернізації

Висновки. Завдяки модернізації варильного котла для заварювання тіста досягається рівномірність підігріву тіста, зменшуються втрати тепла на переході від днища до стінки корпусу, зменшується час на рівномірний первинний прогрів котла.

23. Удосконалення конструкції дозатору тіста для еклерів

Едуард Темченко, Оксана Єщенко

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Кондитерська промисловість є однією з найважливіших галузей харчової індустрії. Її розвиток супроводжується значними капіталовкладеннями в розширення виробництва, придбанням сучасного обладнання, створенням нового асортименту кондитерських виробів. Для підвищення ефективності та якості кондитерського виробництва є сучасний підхід до машинобудування та харчової промисловості в цілому.

Матеріали і методи. Проведено аналіз роботи існуючих дозаторів тіста, виявлено недоліки та вузькі місця цього обладнання в призмі сучасного машинобудування. Спроековано більш інтенсифіковану модель дозатора в сучасних системах автоматизованого проектування.

Результати. Розроблено пневматичний привід дозатора, впроваджено інтелектуальний вузол керування на основі ПЛК. Виконані деякі конструктивні зміни в порівнянні з аналогами, що дає можливість змінювати форму тістової заготовки. Конструкція дозатору зображена на (рис.1).

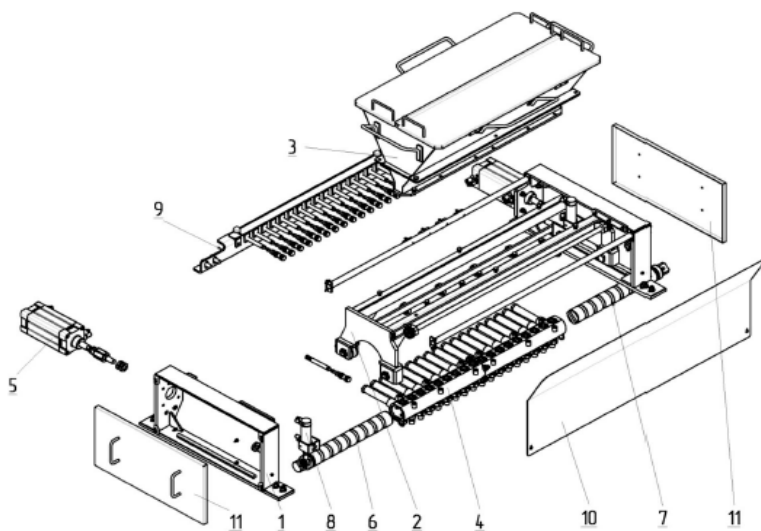


Рис. 1. Конструкція дозатору тіста: 1 – опора дозатора, 2 – супорт, 3 – бункер, 4 – корпус дозатора, 5 – пневмоциліндр привідний, 6 – затвор лівий, 7 – затвор правий, 8 – пневмоциліндр затвору, 9 – плита з поршнями, 10 – захисний кожух, 11 – захисні кришки

Висновок. Модернізація дозатору тіста призводить до зменшення виробничої площі, матеріалоємності та габаритних розмірів, похибки дозування, час на технічне обслуговування. Збільшується варіативність застосування такого обладнання.

24. Удосконалення процесу розливу безалкогольних напоїв

Олександр Степовий, Оксана Єщенко

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. В теперішній час широко розвивається виробництво безалкогольних напоїв. Але випуск високоякісної продукції можливий тільки за умов використання сучасних видів технологічного обладнання.

Матеріали і методи. Оцінку досконалості обладнання забезпечує знання суті фізико-хімічних процесів, які відбуваються на різних стадіях виробництва. Це також сприяє підвищенню довговічності та надійності обладнання, забезпечує правильний вибір режиму його роботи.

Результати. Основними недоліками більшості наповнювачів є: доступ повітря до продукту, який розливається, та втрати рідини під час розливу. Для усунення цих недоліків на пару впускного та випускного клапанів додатково встановлюються конусоподібні рефлекторні кільця і додаткова опора під горловину пляшки.

При виконанні операції заповнення, пляшка спочатку наповнюється CO_2 до вирівнювання тиску в пляшці і баку. Після цього пружина 18 відкриває клапан 15, і відбувається гравітаційне наповнення пляшки напоєм. Кільце 8 на трубі 20 запобігає утворенню турбулентності рідини. По мірі того, як напій заповнює пляшку, газ стікає назад. Наповнення завершується, коли рідина в пляшці досягає горловини вихідної труби 20, блокуючи повернення газу. після наповнення пляшки подаються на коркування.

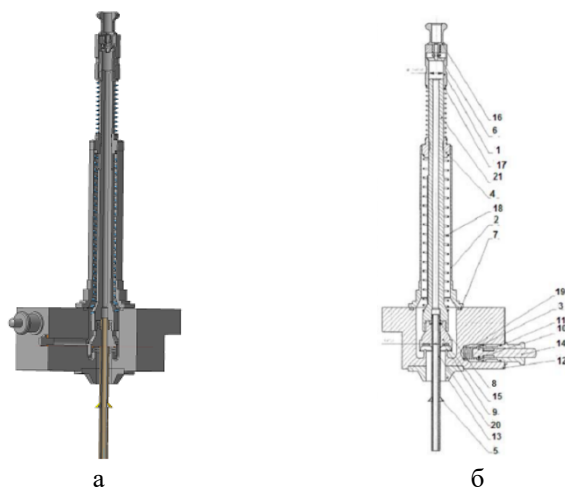


Рис.1. Наповнювач пляшок: а – 3D модель, б – розріз наповнювача; 1-3 – втулки, 4 – гайка, 5 – парасолька, 6-9 – гумові кільця, 10, 11 – ущільнюючі кільця, 12 – корпус, 13 – кришка, 14, 15 – клапани, 16 – корок, 17-19 – пружини, 20 – трубка рівня, 21 – напрямна трубка

Висновки. Проведена модернізація підвищує технічний рівень процесу наповнення пляшок напоєм, збільшує швидкість розливу та зменшує загальні втрати напою.

25. Удосконалення сушильної установки солоду шляхом встановлення модернізованого апарату попереднього підігріву сировини

Максим Ніколишак, Святослав Лементар

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Запропоновано заходи по інтенсифікації процесу сушіння солоду. Цими заходами передбачено встановлення перед сушаркою модернізованого підігрівача солоду. Це дасть змогу підвищити продуктивність установки та якість висушеного солоду.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень є пивний солод. Для визначення раціональних параметрів попереднього підігріву та сушіння солоду використовувалися програмні засоби для обчислення гідродинаміки потоків (CFD).

Результати і обговорення. Відомо, що для зниження витрат теплоти на випаровування вологи при сушінні доцільно подавати на сушку попередньо нагрітий солод. Це є одним із шляхів інтенсифікації вологовидалення при сушінні. Було встановлено [1], що при попередньому підігріві останнього відбувалося значне підвищення швидкості сушіння (у порівнянні зі звичайним проведенням процесу при тих же умовах). Найбільше підвищення інтенсивності вологовидалення спостерігалось на початку процесу сушіння. Рекомендована температура нагрівання солоду перед сушінням становила в межах 40 – 50°C. Для реалізації цієї рекомендації було запропоновано встановлення апарату попереднього підігріву солоду. Він забезпечує нагрів і підсушування солоду в активному гідродинамічному режимі.

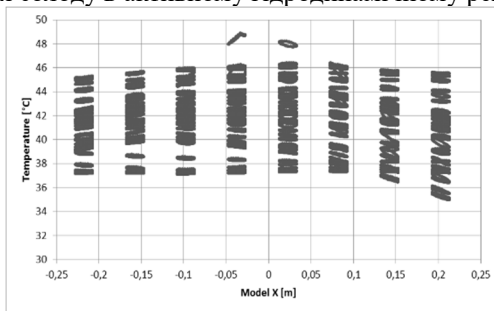


Рис. 1. Розподіл температури солоду в поперечних перерізах підігрівача

Але недоліком запропонованої конструкції є нерівномірність розподілу інтенсивності теплових потоків в матеріалі (в нашому випадку в солоді), тому пропонується удосконалити підігрівач шляхом встановлення удосконаленої системи розподілення теплоносія.

Результати такої модернізації наведено на рис. 1. Видно, що солод рівномірно нагрівається та досягає температури 45 – 46°C в кінцевих перерізах нагрівача, що є достатнім для подачі його в сушарку.

Висновки. Запропонована конструкція підігрівача солоду забезпечує рівномірне підігрівання солоду до необхідної температури, що дає змогу більш ефективно проводити його подальше сушіння.

Література

1. Гавриленков, А.М. Сушка солода и ее интенсификация / А.М. Гавриленков, А.П. Макаров, В.К. Предтеченский. – М.: Пищ. пром-сть, 2003. – 232 с.

26. Удосконалення установки для сушіння зерна пшениці

Максим Буйвал, Святослав Лементар

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведено моделювання процесу охолодження зерна пшениці в виносному охолоджувачі зерна з метою забезпечення необхідних параметрів продукту на виході.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень є зерно пшениці. Для визначення раціональних параметрів охолодження зерна в виносному охолоджувачі використовувалися програмні засоби для обчислення гідродинаміки потоків (CFD).

Результати і обговорення. В типовій технологічній схемі охолодження зерна здійснюється безпосередньо в сушарках. Але експлуатація зерносушарок з вбудованими охолоджувальними камерами, які є продовженням сушильного тракту показала, що вони не забезпечують належного ефекту охолодження просушеного зерна і часто гальмують процес сушіння в цілому. Також відомо, що при використанні виносних охолоджувачів продуктивність сушильної установки можна підвищити до 30% [1].

Тому пропонується встановити виносний охолоджувач зерна з жалюзями для розподілу повітря, який допомагає охолоджувати зерно на етапі вивантаження з сушарки, в результаті чого зерно має більш високі товарні властивості і краще зберігається.

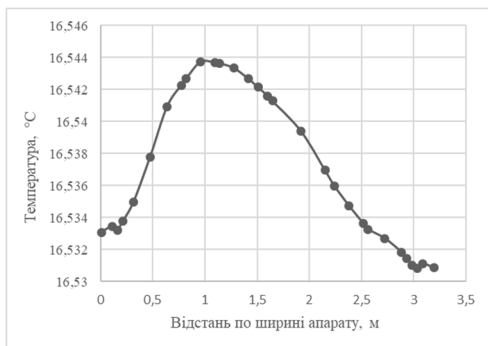


Рис. 1. Розподіл температури зерна пшениці в поперечному перерізі на виході із охолоджувача

В результаті моделювання (рис. 1) виявлено, що в запропонованому охолоджувачі зерна забезпечується рівномірне охолодження зерна до заданої регламентом температури з відхиленням $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ та продуктивністю, яка корелює з продуктивністю сушарки ДСП-32. Дана модернізація не потребує значних капітальних вкладень і може бути рекомендована до впровадження на виробництві.

Висновки. Запропонована конструкція виносного охолоджувача зерна пшениці забезпечує рівномірне охолодження продукту до необхідної температури, що дає змогу підвищити продуктивність сушильної установки в цілому.

Література

1. Сорочинский, В.Ф. Повышение эффективности конвективной сушки зерна на основе интенсификаций тепломассообменных процессов: дис. ... доктора техн. наук : 05.18.12 / В.Ф. Сорочинский. – М.: 2003 – 358 с.

27. Удосконалення конструкції віброохолоджувача сушильної установки А1-ОР2Ч

Андрій Січкарь, Святослав Лементар

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Запропоновано удосконалену конструкцію віброохолоджувача для установки А1-ОР2Ч, яка дає змогу змінювати параметри руху охолоджуючого агенту та продукту.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень є сухе молоко. Для визначення раціональних параметрів досушування та охолодження сухого молока в віброохолоджувачі використовувалися програмні засоби для обчислення гідродинаміки потоків (CFD).

Результати і обговорення. Встановлення віброохолоджувачів в розпилювальні сушильні установки дає змогу досягти збільшення їх продуктивності та підвищення якості продукту.

Віброохолоджувач призначений для досушування та охолодження порошку при транспортуванні його в умовах віброкиплячого шару. Являє собою закриту камеру на пружній підвісці, встановлену на рамі. Камера виконана у вигляді короба, вздовж якого змонтована решітка, знизу якої подається повітря, а зверху порошок. Для зручності обслуговування камера забезпечена люками і оглядовими вікнами.

У поздовжньому відношенні камера поділена на два відділення – для порошку і для підведення повітря. Під камерою змонтований електровібратор, що створює зусилля для вібрації. У процесі роботи віброохолоджувача камера вібрує, порошок у зваженому стані рухається в потоці повітря, досушуючись і охолоджуючись.

Віброохолоджувачі добре зарекомендували себе в дво- та трьохстадійних сушильних установках [1], але все ж можуть бути удосконалені. Недоліком їх роботи є нерівномірність полів швидкостей та температур в різних частинах апарату, наявність застійних зон та зон підвищеної турбулентності. Все це часто не дозволяє отримувати продукт стабільно високої якості.

Для вирішення вищенаведених проблем і розробки удосконаленої конструкції віброохолоджувача, ми за допомогою програмного забезпечення, яке базується на використанні CFD методів, визначали розподіл полів швидкостей потоків та температур теплоносія і продукту по об'єму камери апарату.

Було виявлено, що в на початку камери апарату існує застійна зона, а в центральній частині камери – зона підвищеної турбулентності, що пояснюється розміщенням патрубку подачі повітря та конструкцією розподільувача повітря. Далі була запропонована конструкція розподільувача повітря зі змінним кутом нахилу лопатей, що дає змогу зменшити об'єм застійної зони та змінювати параметри віброкиплячого шару в випадку зміни параметрів вхідної сировини чи вимог до кінцевого продукту.

Висновки. Запропонована конструкція віброохолоджувача забезпечує рівномірне охолодження та в разі необхідності зміну швидкості переміщення продукту в апараті.

Література

1. Saleh S. N. (2010), Prediction of air flow, temperature and humidity patterns in a pilot plant spray dryer, Nahrain University, *College of Engineering Journal (NUCEJ)*, 13, pp. 55-65.

28. Інтенсифікація процесу центрифугування цукрових утфелів в центрифугах безперервної дії

Ігор Дем'яненко, Дмитро Люлька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Уварений утфель, який уварюється у вакуум апаратах потрапляє на центрифугування у центрифуги. Для цього використовують автоматизовані центрифуги. Центрифугування відбувається під дією відцентрової сили. На поверхні кристалів цукру залишається тонка плівочка, що надає кристалам жовтуватого кольору. Щоб видалити її, тут в центрифугу, ведуть очищення артезіанською водою (витрати 0,5-3,5% до маси утфелю).

Відомий спосіб центрифугування утфелю в фільтруючій центрифугу, що передбачає його подачу в ротор, поділ на відтік і кристали, їх відведення з корпусу центрифуги. Кольоровість одержуваного цукру регулюють кількістю води (0,5-3,5%) і її температурою (80-900С), що подається в ротор центрифуги для зниження в'язкості міжкристального розчину.

Матеріали і методи. Оптимізація роботи, і як наслідок, підвищення ефективності фільтрування утфелю у відцентровій центрифугу, а саме завантаження утфелю в завантажуючий пристрій і розподілення утфелю на сито за допомогою розподільчого стакану та розподільчої тарілки (ковпак).

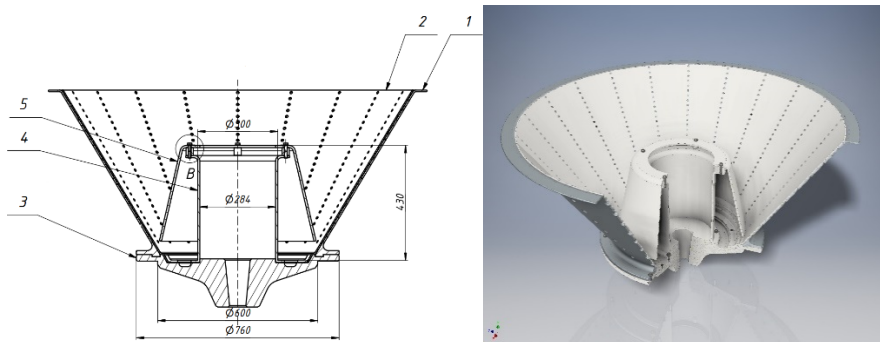


Рис. 1 2D і 3D кресленнями модернізованого вузла (барaban центрифуги).

1) конічний ротор; 2) сито; 3) днище; 4) корпус; 5) ковпак

Висновки. У результаті експериментального дослідження:

- проведено аналіз результатів дослідження розподілення утфелю на сито за допомогою стакану та розподільчої тарілки.
- отримано зображення трасування руху утфелю в завантажуючому пристрої, розподільчому стакані та тарілці (ковпак).

Література

1. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець, М. М. Пушанко. – «Нова книга» Вінниця 2004 р.
2. Пушанко, Н.Н. Наладка, експлуатація и ремонт центрифуг. / Н.Н. Пушанко, В.Ф. Пушанко, А.С. Дмитраш. – К.: Техника, 1982. – 192 с.

29. Інтенсифікація процесу теплової обробки бурякової стружки в ошпарювачах дифузійних апаратів

Богдан Германов, Дмитро Люлька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Україна є однією з провідних держав у виробництві цукру з буряків. Цьому сприяють кліматичні умови, географічне положення, наявність якісних ґрунтів.

Перспективами в цукровій промисловості є наявність потужності українських цукрових заводів дозволяють щорічно виробляти із цукрових буряків понад 3 млн т цукру

Важливою складовою подальшого розвитку виробництва цукру є модернізації систем енергоспоживання переробних підприємств. Виробництво цукру потребує значних витрат енергії, тому на підприємствах переходять на застосування сучасної інженерної інфраструктури та запровадження альтернативної енергетики.

Матеріали й методи: Розподіл тиску та швидкості, трасування протитоку у робочій зоні ошпарювача, завихрення потоку при перемішуванні гарячої води та бурякової стружки та завихрення потоку у місті зіткнення стружки з гарячою водою, розподіл тиску і швидкості на поверхні лопатей та трубовалу ошпарювача, розподіл швидкості у січній площині ошпарювача, розподіл температури. Предметом дослідження є процес теплової обробки бурякової стружки в ошпарювачах дифузійних апаратів. Об'єктом дослідження є ошпарювач бурякової стружки РЗ-ПОД.

Результати: Згідно поставленим завданням розроблені методики та розрахункові схеми моделювання потоку в ошпарювачів.

Розроблено методику та визначені параметри розрахункової схеми для моделювання потоку у середовищі програми AnsysFluent.

Висвітлено заходи охорони праці та охорони довкілля.

Висновки: Проведенні орієнтовані дані по буряко переробному відділенню після впровадження нових засобів автоматизації:

- зменшення коефіцієнта нерівномірності при переробці буряків;
- зниження витрат сахарози в жомі до маси буряків.

Також маркетингове обґрунтування проекту показало, що економічна доцільність і технічна можливість розроблення і впровадження нового апарату очевидна.

Література

1. Методичні рекомендації до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для студентів спеціальності 133«Галузеве машинобудування» спеціалізації «Обладнання переробних і харчових виробництв» ден. Та заоч. Форм навчання [Електронний ресурс] / Уклад. В.Г. Мирончук, С.Ю.Лементар, О.А.Єщенко – К.: НУХТ, 2018. – 41 с.
2. Сергієнко В.І., Очистка стічних вод на цукрових заводах України. / В.І. Сергієнко, В.В. Сергієнко // Журнал “Цукор України”, №7, 2001р.
3. Білостоцький Л.Г. Використання твердих відходів цукрових заводів. / Л.Г. Білостоцький, В.А. Лагода, Т.А. Вдовіна, Т.А. Прокопенко// Журнал “Цукор України” №4, 2004 р.
4. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець, М. М. Пушанко. – «Нова книга» Вінниця 2004 р.

30. Підвищення ефективності відмивання коренеплодів буряків

Калашник Сергій, Люлька Дмитро

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Підвищення ефективності бурякомийок було і залишається актуальною задачею, що обумовлено відносно високою питомою собівартістю такого обладнання та жорсткими вимогами галузі до ефективності інвестицій через високу конкуренцію на ринку. Проте відомі шляхи вирішення цієї задачі не мають необхідної ефективності.

Матеріали та методи. Був проведений збір та аналіз наукових робіт та літератури, в яких описуються недоліки роботи в бурякомийках при експлуатації їх підчас виробництва.

Результати та обговорення. Визначено, що від ефективності роботи обладнання мийного відділення залежать якість та кількість виготовленого цукру, а параметри роботи бурякомийки значною мірою визначаються конструктивним виконанням її робочих органів. Для даного обладнання важливою є мінімізація домішок та покращення відмивання буряку. Виконання цих вимог необхідне для якісного подрібнення буряку, а також для кращої роботи бурякорізків. В той же час до даного обладнання ставляться суворі вимоги щодо забезпечення цілісності коренеплодів буряку. Пошкодження сировини при роботі машини спричиняє до зменшення зменшення виходу кінцевого продукту. Запропонована та обґрунтована система алгебраїчних рівнянь, що описує вплив конструктивних, геометричних та кінематичних параметрів встановленого вловлювача легких домішок. На основі результатів обчислювальних розрахунків запропоновано новий шлях підвищення ефективності відмивання коренеплодів буряків. – використання вловлювача, конструкція якого дозволяє покращити процес відмивання сировини. Встановлено, що вловлювач легких домішок запропонованої будови покращує всі натсупні процеси у виробництві цукру.

Висновки. В результаті модернізації мийного відділення бурякоцукрового заводу, яка полягає в удосконаленні конструкції уловлювача легких домішок бурякомийки Ш1-МПД-3 досягається підвищення ефекту уловлювання та видалення легких домішок з ополіскувача, а також зменшується кількість пошкоджених коренеплодів цукрових буряків на водовідділювачах.

Ці позитивні ефекти забезпечують надходження на бурякорізки більш якісної сировини, що в свою чергу підвищує пружно-механічні властивості бурякової стружки, що в кінцевому результаті підвищує чистоту дифузійного соку після екстракторів.

31. Модернізація м'ясоподрібнювальної машини МП-82 з конструюванням нагнітального пристрою і збільшенням об'єму приймального бункера

Євген Єрмоєнко, Маринін Андрій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вовчок МП-82 призначений для безперервного подрібнення безкісткового жилованого м'яса й м'ясопродуктів при виробництві фаршу для ковбасних та інших м'ясних виробів. Вовчок цієї марки використовується в загальній промисловості.

Матеріали і методи.

В роботі було використано відомі результати експериментальних досліджень подрібнення м'ясопродуктів та патентний пошук раціональних конструкцій м'ясоподрібнювальних машин.

Результати. В результаті модернізації м'ясоподрібнювальної машини МП-82 було забезпечено ефективне подрібнення безкісткового жилованого м'яса для виробництва фаршу ковбасних та інших м'ясних виробів. Метою проекту є підвищення технічного рівня, а саме, ліквідування необхідності порційного завантаження і збільшення об'єму приймального бункера. Недоліком вочка МП-82 є те, що продукт треба подавати в бункер порційно, щоб не допустити зависання продукту, залипання його на стінках корпусу, а також потрапляння прошарків повітря до нагнітального шнеку що частково викликає зворотній рух продукту і зменшує якість продукції.

Вирішенням цього питання є встановлення двошнекового живильника і збільшення розмірів приймального бункера, що забезпечує збільшення площі захвату продукції, а тиск на виході живильника зменшить кількість повітря в нагнітальній частині, що в свою чергу збільшить якість продукції. Збільшення розмірів корпусу дає змогу зменшення трудомісткості процесу завантаження, тобто за один раз можна завантажити в бункер візок місткістю до 50 літрів.

Висновки. В результаті модернізації підвищено продуктивність машини і якість подрібнення фаршу. Дана модернізація дасть можливість покращити показники технічного рівня вовчка МП-82, зокрема: зменшити трудомісткість, покращити технологічні умови протікання процесу, зникне явище аерації в середині вовчка.

32. Модернізація заторного апарата з метою інтенсифікації процесу затирання солоду

Андрій Назаренко, Іван Миколів

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У процесі затирання домагаються максимального екстрагування цінних складових частин солоду, несолоджених матеріалів і хмелю.

Затирання проводять у два етапи: спочатку переводять водорозчинні речовини солоду й несолоджених матеріалів у розчин без участі ферментів, а потім водонерозчинні речовини солоду й несолоджених матеріалів - у розчин за допомогою ферментів солоду або додають спеціально в заторну масу різних мікробних ферментних препаратів.

Результати. Недоліком відомої конструкції заторного апарата є недосконалість конструкції апарата і, як наслідок, нерівномірний прогрів всього об'єму затору, неякісне його перемішування та зниження якості заторної маси. В основу модернізації поставлено задачу підвищення якості заторної маси та ефективності роботи варильного порядку за рахунок комбінування заторного та фільтраційного апаратів, скорочення загального часу проведення процесів затирання та фільтрації, виключивши час на перекачування затору, зменшення кількості енергоємного обладнання та енерговитрат в цілому, скорочення витрат металу та зменшення площі під розташування обладнання.

Ця задача вирішується тим, що додатково має закріплену по центру корпусу апарата циліндричну парову сорочку, в якій встановлено шнековий змішувач, корзини-решітку, вивантажувальні лопаті та механізм підйому. Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та технічним результатом полягає в наступному: використання вертикально встановленого шнекового змішувача в циліндричній паровій сорочці дозволяє проводити процес затирання на високому технологічному рівні та без утворення температурних розмежувань, також забезпечується рівномірне перемішування та заощадження енергії на нагрівання затору.

Встановлення корзини-решітки, вивантажувальних лопатей та механізму підйому дасть змогу проводити процес фільтрації в цій же ємності, що, в свою чергу, надасть можливість спростити конструкцію, підвищити якість кінцевої продукції, заощадити енерговитрати, зменшити виробничу площу приміщення та витрати матеріалу.

Висновок. Технічний результат полягає в тому, що встановлення вертикально шнекового змішувача в трубі з подвійною стінкою, що являє собою парову сорочку, корзини-решітки, вивантажувальних лопатей та механізму підйому корзини забезпечить більш якісне перемішування та нагрівання заторної маси, спрощення конструкції апарата, зменшення енерговитрат, загального часу проведення процесу приготування сусла, виробничої площі під обладнання, що значною мірою знизить собівартість кінцевого продукту.

33. Удосконалення конструкції обладнання для гідротермічної обробки зерна

Ольга Ткачук, Іван Миколів

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес переробки зерна на борошно на великих борошномельних заводах і сільськогосподарських млинах залежить від якості зерна, яке надходить на переробку, досконалості застосовуваної технології, стану технологічного обладнання. Борошномельні властивості зерна виявляються в процесі переробки його на борошно і визначаються загальним виходом борошна та його якістю.

Матеріали і методи. Зерно для виробництва борошна, машина для зволоження зерна марки А1-БШУ-2.

Результати. Підвищенню економічної ефективності виробництва борошна сприятиме збільшення виходу борошна високих сортів при переробці зерна на борошномельних заводах, забезпечивши насамперед максимальне відокремлення від ендосперму оболонок і зародків зерна. Якість борошна значною мірою залежить від сировини. Крім того, треба зважати на те, що властивості зерна, з якого в подальшому буде вироблятися борошно, формуються залежно від багатьох різномірних факторів як у процесі дозрівання зерна в полі, так і при наступному зберіганні та обробці (сушіння, очищення, зволоження тощо). Процес взаємодії зерна з водою поділяють на три етапи: початковий — тривалістю 0,5 — 1 год (відбувається вологонасичення плодових та насінних оболонок алейронового шару і зародка); основний — тривалістю 5 — 12 год (волога проникає в ендосперм); заключний — триває добу і більше (завершується розподілом вологи по всіх частинках зернівки).

Кількість води, яка поглинається зерном, залежить від температури. З підвищенням температури його вбирна здатність збільшується. При підвищенні температури зростає кінетична енергія молекул води і відповідно інтенсивність внутрішнього перерозподілу вологи в зерні. Розрізняють холодне і гаряче кондиціювання зерна. Найпоширенішим способом гідротермічної обробки (ГТО) є холодне кондиціювання, яке може бути без підігрівання зерна і води та з підігріванням. Холодне кондиціювання без підігрівання зерна і води проводять за умови, що температура зерна і води не нижче 18–20 °С

Для зволоження зерна використовують машину А1-БШУ-2, яка має за мету рівномірно розподілити вологу в масі зерна, за короткий час і так, щоб між зерном не залишалось вільної води. Інтенсифікація роботи машини А1-БШУ-2 досягається особливостями конструкції ротора, який складається з 8-ми бичів, на яких закріплено по 21-у гонку на кожному бичі. З метою турбулізації зерна, його кращого перемішування гонки чотирьох бичів закріплено під кутом 60° до осі ротора, а других чотирьох бичів — під кутом — 70°. Зміна кутів дозволяє регулювати транспортуючу і перемішуючу функції.

Висновки. Використання машини інтенсивного зволоження виключимо з технології обробки зерна процеси миття і мокрого лущення зерна, а також операції з відходами при митті зерна. Таким чином, конструктивні рішення дозволили інтенсифікувати процес перемішування зерна з водою.

34. Удосконалення процесу виробництва спиртових дріжджів у зброджувачах

Ростислав Цяпкало, Анастасія Засць, Іван Миколів
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Спиртова промисловість є однією з важливих галузей харчового виробництва, тому для забезпечення максимальності продуктивності і якості продукту при найменших затратах ресурсів створюють та реконструюють вже існуюче технологічне обладнання.

Матеріали і методи. Культура дріжджів має відповідати слідуючим вимогам: швидко й повністю зброджувати цукор, бути стійкою до продуктів метаболізму, а також до зміни складу середовища культивування.

Результат. Зброджування здійснюється періодичним або безперервним способом. На багатьох спиртзаводах процес відбувається в бродильних апаратах (ферментерах) ємністю 50–100 м³, обладнаних змієвиками та патрубками для підведення сусла, дріжджів, води, пари та відведення збродженої маси. Періодичний процес бродіння характеризується низькою продуктивністю апаратури, великою кількістю непродуктивних операцій та іншими вадами. В зброджувачі відбувається накопичення великого об'єму дріжджів з вмістом кліток 100–120 млн/мл. Такий апарат повинен забезпечувати: ріст і розвиток популяцій мікроорганізмів в об'ємі рідкої фази; підведення поживних речовин до клітин мікроорганізмів; відвід від мікробних клітин продуктів їх обміну (речовин метаболізму); відведення з середовища тепла що виділяється клітинами. Застосовують зброджувач для вирощування дріжджів. Це апарат циліндрично-конічної форми з плоскою кришкою в середині вмонтована лопатева мішалка. Вал мішалки приводиться в рух від електродвигуна через редуктор. В середині апарата знаходиться змієвик, котрий використовується при стерилізації сусла і подальшим його охолодженням. Апарат обладнаний люком і штуцерами для відводу сусла, дріжджів, води, кислот, для виходу газів бродіння, виходу води до змієвика, виходу готового продукту і промивочної води. Опори для постановки апарату на проміжних перекриттях. До зброджувача підведені патрубки подачі води і патрубки відводу води. Поверхня корпусу апарата належно покрити тепловою ізоляцією шаром 50–60 мм.

Перемішування — це одна з найбільш розповсюджених виробничих операцій, яка значно впливає на тепло- і масо передачу та на швидкість хімічних процесів у зброджувачах. На виробництві, залежно від мети і умов перемішування, застосовують мішалки різноманітних конструкцій.

Висновок. На основі результатів експерименту досліджено:

- вплив температурних параметрів на тривалість підготовки дріжджів;
- вплив гідродинамічних параметрів роботи зброджувача.

За відомими теоретичним залежностями розраховано ймовірність зміни гідродинамічних і температурних режимів роботи зброджувача при різних концентрації сухих речовин і порівняли експериментальні та розрахункові дані.

35. Визначення впливу встановлення теплообмінника до сушарки з метою економії енергії на нагрів повітря

Максим Толпеко, Валентин Олішевський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Теплова сушка, або просто сушка, є процесом видалення вологи з твердих вологих матеріалів шляхом її випару і відведення пари. Сушка є найбільш поширеним способом видалення вологи з твердих і пастоподібних матеріалів.. У зв'язку з цим, конструкція сушарки повинна, передусім, забезпечувати рівномірний нагрів і сушку матеріалу при надійному контролі температури і вологості його в процесі сушки. При цьому мають бути виключені втрати речовини, пов'язані з його віднесенням з агентом сушки, що відпрацював.

Матеріали і методи. Якщо не вдається застосувати тепле відпрацьоване повітря у межах сушарки, то це повітря втрачається разом з великим об'ємом теплової енергії, особливо якщо врахувати, що відпрацьоване повітря при нагріванні у сушарці має температуру 45-50 ° С, а при відсушці — 80...85 ° С.Свіже повітря, що нагнітається вентилятором у зони сушіння солоду, попередньо нагрівається в скляному теплообміннику, а потім надходить у калорифер або теплогенератор, де доводиться до потрібної температури. Відпрацьований сушильний агент відсмоктуючим вентилятором із сушарки подається в скляний теплообмінник, у якому за рахунок конденсації пари підігріває свіже повітря й тільки після цього викидається в атмосферу.

Результати. Економія енергії шляхом її зворотного використання досить істотна. Приклад наведений у табл. 1.

Таблиця 1— Потреба у теплоті при нагріванні повітря на всіх стадіях процесу сушіння

Стадії сушіння	Нагрів повітря, що подається, °С			Потреба у теплоті кВт·год/т готового солоду	
	Від	До	В середньому	Без теплообмінника	З теплообмінником
Підв'ялювання	18,0	25,0	21,6	837	618
Нагрівання	28,5	41,0	37,6	159	83
Відсушування	35,0	57,0	53,6	94	38
Всього				1091	749
Різниця складає 342 кВт·год					

Таким чином, у нашому прикладі економія становить 32 %.

Висновки. Однією з основних вимог, що пред'являються до сушарок, є забезпечення повного збереження, а в необхідних випадках і поліпшення якості продукту відповідно до його призначення. За допомогою встановлення рекуператора, що дозволяє використовувати нагріте повітря повторно, завдяки чому, значно скорочуються витрати на обігрів.

Література

1. Кунце. В. Технология солода и пива: пер. с нем. /В. Кунце – СПб.: Профессия, 2009. – 1100 с.

36. Визначення раціональних параметрів системи розподілу теплоагента сушильної установки ВС-150

Стрілець Богдан, Погорілий Тарас

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний інтенсивний розвиток промисловості по переробці природних сировинних матеріалів ставить все більш жорсткі вимоги до якості виробів, та продуктивності. Сушіння казеїну складний процес який потребує дотримання певного температурного режиму та швидкості повітря для підтримання псевдозрідженого шару в якому відбувається процес видалення вологи.

Матеріали та методи. Пропонується розглянути сушильну установку ВС-150 з різними типами решітки, та вибрати серед запропонованих варіантів найбільш ефективну з точки зору раціонального та найбільш економічно вигідного процесу сушіння продукту. Передбачається, що проведення досліджень та визначення раціональних параметрів системи розподілу повітря сушильної установки ВС-150 буде проведено за допомогою сучасних чисельних методів та CAD-систем. В процесі дослідження необхідно дослідити градієнт розподілу швидкостей по всьому об'єму сушильної камери, виявити застійні зони, а також визначити градієнт розподілу температур в ній, для запобігання зон перегрівання (пересушування) продукту. Як результат, потрібно виміряти витрати теплоносія при заданих температурах теплоносія на вході в прошарок продукту в сушильній камері, температури теплоносія на виході з даного шару, визначити витрати вологого матеріалу, визначити середню температуру псевдорозрідженого шару та остаточну вологість матеріалу.

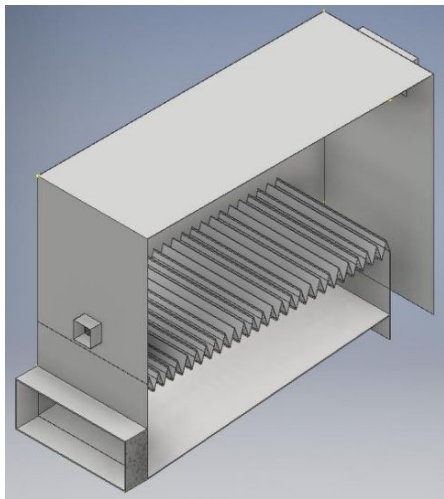


Рис. 1. 3D-модель сушильної установки

Для цього необхідно в першу чергу створити 3D-моделі сушильної установки з різними типами решітки. Один з варіантів з яких подано на рис. 1.

Також, запропоновано методику розрахунку технологічних параметрів різних типів решіток, для вибору серед них на основі проведених досліджень найбільш ефективної з точки зору раціональності проведення процесу сушіння і спрямований на прискорення процесу.

Результати. Розроблена 3D-модель сушильної установки ВС-150 та запропонована методика проведення досліджень надасть підстави для пошуку найбільш раціональних параметрів системи розподілу повітря сушильної установки ВС-150.

Висновки. Розглянуто основні етапи по проведенню досліджень для визначення раціональних параметрів системи розподілу повітря сушильної установки ВС-150.

З цією метою також створено остаточну 3D-модель сушильної установки ВС-150 зі змінними решітками.

37. Інтенсифікація процесу екстрагування в колонній дифузійній установці продуктивністю 3500 тонн переробленого буряку на добу

Олег Уваров, Погорілий Тарас

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В новому столітті ставиться завдання прискорити технічне переозброєння виробництва. Поворот до ефективності і якості виробництва пов'язаний з роботою по вдосконаленню виробництва на базі сучасної науки і техніки.

Метою даного дослідження являється модернізація колонного дифузійного апарату шляхом створення більш рівномірного прогріву сокостружкової суміші у нижній частині пустотілого трубовалу, що в подальшому призведе до зменшення втрат цукрози.

Результати. Аналіз отриманих даних свідчить, що при контамінації дифузійних апаратів сумарні втрати цукру від дії мікроорганізмів, розраховані за змістом молочної кислоти, становлять приблизно 0,1% до маси буряка, при сильній — вони досягають 1,0%. При стабілізації прогріву сокостружкової суміші, можна впевнено казати, що втрати цукрози зменшаться вчетверо.

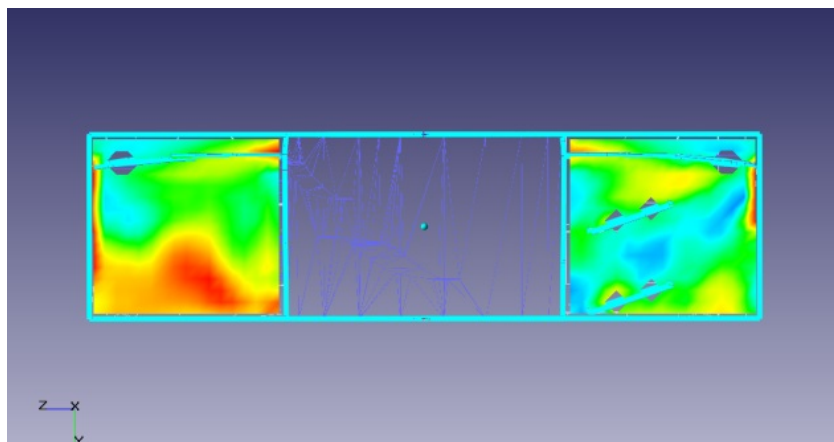


Рис. 1. Розподіл температур в поперечному перерізі дифузійного апарата

Отриманий розподіл температур (рис. 1) показує, що зони максимальної температури сокостружкової суміші розподіляються не по всьому об'єму екстрагування, а лише біля трубовалу та передньої частини лопатей. Тому, для того щоб підігріти до необхідної температури недогрітий об'єм сокостружкової суміші необхідно встановити додатково парову камеру ззовні апарата, а з неї подавати гарячу пару в контропаті.

Висновки. Технічний результат полягає в зменшенні втрат цукрози з жомом, стабілізації потрібної температури всередині апарата, збільшенні ефективності процесу екстрагування та збільшенні продуктивності колонного дифузійного апарату вцілому.

Література.

1. Пушанко, М.М., Гидродинамические процессы в колонных диффузионных установках / Пушанко М.М., Верхола Л.А. – Цукор України №2 ,2008. – 492 с.

38. Підвищення продуктивності та якості бурякової стружки дванадцятирамних бурякорізок

Шейко Владислав, Пономаренко Віталій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Підвищення продуктивності та якості бурякової стружки було і залишається актуальною задачею. На цукрових заводах найбільшого розповсюдження набули відцентрові бурякорізки, в яких можуть бути установлені різні види ножів, що дозволяє отримати різну форму бурякової стружки, що є найбільш оптимальна для екстракції буряків різної якості.

Матеріали та методи. Був проведений збір наукових робіт та проаналізовано роботу різних типів бурякорізальних ножів на якість стружки, яка отримується в бурякорізках. Виявлені недоліки та запропонована нова конструкція ножів та їх кріплення в ножових рамах їх під час виробництва.

Результати. За мету було поставлено розробити вузол різання, який би дав змогу зменшити металоємкість та збільшити тривалість роботи ножів, підвищити якість бурякової стружки, збільшити продуктивність бурякорізки. За мету було поставлено розробити вузол різання, який би дав змогу зменшити металоємкість та збільшити тривалість роботи ножів, підвищити якість бурякової стружки, збільшити продуктивність бурякорізки. В запропонованій конструкції ножів відсутня перехідна та кріпильна частини. Змінено кріплення ножів в ножову раму по торцям ножів. За рахунок цього металоємкість таких ножів майже в два рази менша за типовий. Ножі для бурякорізки мають лише ребристу робочу частину, причому заточуються обидві сторони робочої частини. При затупленні однієї ріжучої кромки ножа достатньо повернути його на 180° і продовжувати роботу другою різальною кромкою ножа. При ремонті заточується теж обидві ріжучі кромки робочої частини. Так як ніж має ширину в два рази меншу, то в типову ножову раму можливо встановити послідовно вже два ножі. Для цього змінюється кріплення їх в ножовій рамі. По торцях ребристої робочої частини встановили плоскі пластини, за допомогою яких ножі кріпляться в ножових рамах. Після їх встановлення, вони фіксуються в ножових рамах прижимними планками. Встановлення ножів послідовно один за одним в одній ножовій рамі забезпечить їх точне взаємне регулювання та дотримання незмінної кругової траєкторії руху буряка від першого ножа до другого. Таким чином буде нарізатися бурякова стружка високої якості заданого профілю. За рахунок зміни кріплення ножів в типовій ножовій рамі встановлюються два ряди ножів, що призводить до збільшення кількості ножів у бурякорізці в два рази. Таким чином, продуктивність бурякорізки теж збільшується в два рази.

Висновки: Тобто, з технічної точки зору, виконання відцентрової бурякорізки з двохрядними ножовими рамами в яких встановлено в два рази більше двосторонніх ножів запропонованої конструкції досягається: двократне збільшення продуктивності бурякорізки, покращення якості бурякової стружки, збільшення довговічності роботи ножів, зменшення металоємкості ножів.

Покращення якості бурякової стружки дозволить покращити роботу дифузійного апарата, що в свою чергу збільшить вихід товарного цукру.

З економічної точки зору ми також спостерігаємо доцільність запропонованого дипломного проекту, а саме: збільшення обсягу виробництва цукру, зменшення собівартості 1 т цукру, отримання додаткового прибутку.

39. Модернізація котла – нагрівача сирної маси при виробництві плавлених сирів

Едуард Кіменко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сир – це біологічно повноцінний, легкозасвоюваний та поживний харчовий продукт з унікальними органолептичними характеристиками, суха речовина якого складається, головним чином, з білку та жиру. Плавлені сири мають властивості твердих сирів, але своєрідну консистенцію. Вони достатньо довго зберігаються, що збільшує термін реалізації.

Матеріали і методи. Використані методи аналітичного огляду конструкцій обладнання та властивостей перемішувачих пристроїв.

Результати. Як основне обладнання для виробництва плавлених сирів використовують котли – нагрівачі сирної маси. Плавлення сирної маси – основна і найбільш важлива операція в технології плавлених сирів – полягає в нагріванні і перемішуванні сирної маси в присутності солей-плавників. Під дією хімічного та фізичного факторів і відбувається плавлення сирної маси та змішування компонентів відповідно до рецептур. Більшість сучасних конструкцій котлів – нагрівачів – це апарати періодичної дії з інтенсивною механічною і тепловою обробкою, яка забезпечується відповідними змішувальними органами та додатковим підведенням пари в камеру з продуктом.

Одним із сучасних апаратів для плавлення сирної маси є котел – нагрівач марки Doni@Hotmix. Він призначений для малих харчових підприємств. Є обладнанням періодичної дії, але зі слабкою механічною обробкою. Перемішування сирної маси в середині апарату забезпечується лише циркуляційним шкребком, який в основному забезпечує відвід розплавленої сирної маси від стінок гріючої камери та інтенсифікує процес остаточного вивантаження зішкрябуванням залишків сирної маси зі стінок апарату. Недоліком такого апарату є те, що внаслідок низького механічного впливу мішалки на сирний продукт він попередньо потребує тонкого подрібнення сирної маси, тобто встановлення додаткового обладнання для подрібнення. Сама сирна маса в котлі перемішується недостатньо інтенсивно, що збільшує час обробки та приводить до низької якості продукту.

Пропонується модернізація даного котла – нагрівача сирної маси шляхом встановлення на існуючому валу шкребка додаткового змішувального органу, призначеного для пластичних мас. Таким чином суттєво не змінюючи конструкцію апарату, можна значно покращити якість готового виробу.

Висновки.Інтенсифікація процесу змішування дозволить:

- по-перше, скоротити час циклу виробництва однієї партії продукції та збільшити продуктивність апарату;
- по-друге, при інтенсивному перемішуванні буде досягатись більш однорідна консистенція, що підвищить якість готової продукції;
- по-третє, зникає потреба у встановленні перед апаратом додаткового обладнання для подрібнення сиру.

40. Вібраційно-ситовий сепаратор PVT-1000

Тарасенко Володимир, Якобчук Роман

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальною задачею в харчовій промисловості є збільшення продуктивності, надійності роботи обладнання для сортування зерна та покращення якості готового продукту. Тому перспективним напрямом – удосконалення конструкцій вібраційних ситових сепараторів для зернових культур, а саме PVT-1000.

Матеріали і методи. Проведений аналіз конструктивних та технологічних особливостей вібраційно-ситових сепараторів для очищення та сортування зернових культур. Встановлені недоліки та переваги сепаратора PVT-1000.

Результати. Провівши аналіз роботи вібраційно-ситового сепаратора PVT-1000, встановлено, що основним недолік його роботи є великі вібраційні коливання, які впливають на конструкцію сепаратора та фундамент будівлі.

Запропонована удосконалена конструкція вібраційних опор сепаратора, що дозволяє зменшити вплив вібрації сит на раму машини та збільшити термін її експлуатації.

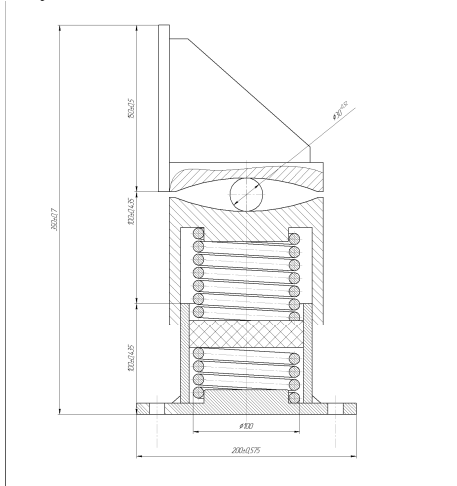


Рис. 1 – Вібраційна опора сепаратора

механізмом, в той час як нижня пружина гасить ці коливання, не дозволяючи їм створювати негативний вплив на раму сепаратора.

Висновки. Удосконалено конструкцію пружинних опор сепаратора, які значно зменшать коливання і вібрації обладнання, що значно збільшить продуктивність обладнання і зменшить витрати на його ремонт.

Література

1. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв [Текст] : навч. посіб. / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, О.В. Гвоздев та ін. ; ред. О. В. Дацишин. – Вінниця : Нова Книга, 2009. –488 с.

2. PVT Tasolajittelija. – Режим доступу: WWW. URL: http://www.kytolanmylly.fi/files/8014/5708/2371/PVT_1000_sarja_Tasolajittelijat.pdf

Section 13

Machines and technologies for packaging

Chairperson – professor Anatolii Sokolenko

Secretary – V.S. Kostjuk

Секція 13

Машини та технології пакування

Голова – професор Анатолій Соколенко

Секретар – В.С. Костюк

1. Укладальна машина для пляшок

Дмитро Дудко, Геннадій Валіулін, Володимир Костюк
Національний університет харчових технологій. Київ. Україна

Вступ. В харчовій промисловості існує певна кількість видів продукції, для якої не дивлячись на широке впровадження полімерних видів пакування знаходить своє усталене місце фасування продуктів у скляну тару різноманітної ємкості. Можливості механізації та автоматизації таких виробництв в повній мірі можуть бути реалізовані за якісного виконання кінцевих операцій по вкладанню такої продукції в транспортну тару.

Матеріали і методи. Конструктивні рішення укладальних машин дозволяють використовувати різні типи конструкцій приводів, що забезпечує великий діапазон зміни динаміки характерних технологічних процесів. Для дослідження була використана система побудована на базі електропривода, з можливістю регулювати вихідні параметри технічної системи. У зв'язку з тим, що перевага в більшості конструктивних систем надається використанню групового переміщення масивів склотарної продукції було обрано дослідну конструкцію з використанням, як найбільш розповсюдженою за способом горизонтального вкладання склотарної продукції в транспортну тару і ефективної з точки зору продуктивності.

Результати. Запропонована схема укладальних машин [2 , 3], де поступальний рух захоплювальної головки для горизонтального укладання за певною траєкторією замінено попередньою переорієнтацією пляшки з вертикального положення в горизонтальне і подальше їх знімання з підтримуючої решітки, перенос і укладання їх в тару. Зрівноваження несучих вил здійснюється демпферною пружиною за допомогою гнучкого елемента.

Висновки. Описаний варіант принципового влаштування укладального пристрою надає можливість спростити виконавчий механізм укладальної машини конструктивно, зменшити динамічні складові навантаження шляхом оптимізації траєкторії руху масиву пляшок.

Література. 1. Безпалько А.П., Валіулін Г.Р. Пристрої для вкладання пляшок в транспортну тару // Упаковка. – 2008. № 4 – с. 44-46.

2. А.С. СССР № 929497 бюл. № 19 від 23.05.82 р.

3. Патент України 112330, бюл. № 23, 2016.

2. Перспективи рекуперації кінетичної енергії в технологічних машинах

Альбіна Терехова, Анатолій Соколенко, Костянтин Васильківський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Відомо, що енергетичні витрати в технологічних та інших машинах пов'язані з необхідністю подолання опорів переміщенню рухомих ланок, у тому числі опорів корисних і шкідливих. Окрім того в перехідних процесах розгону необхідно долати сили інерції, а в режимах вибігу або гальмування виникають проблеми у відповідності з їх циклограмами та величинами вибігу і забезпечення точності позиціонування.

Матеріали і методи. Дослідження виконано на основі феноменологічних міркувань.

Результати. Енергетичні витрати, пов'язані з подоланням сил корисних і шкідливих опорів, визначаються на певних переміщеннях і задля інтересів рекуперації вони є незворотними з точки зору законів термодинаміки. Ця незворотність пояснюється присутністю зовнішнього і внутрішнього тертя і енергетичною дисипацією.

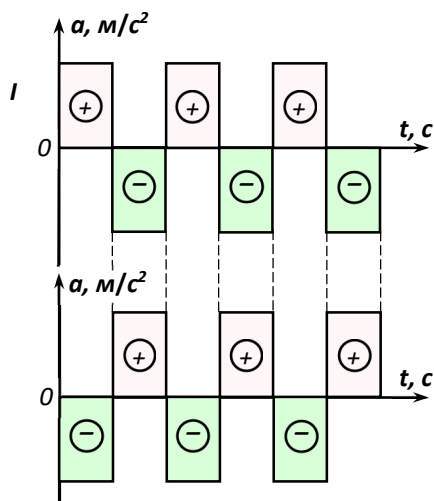


Рис. 1. Графіки прискорення руху робочих органів I і II технологічної

протифазі здійснюється за рахунок кінематичних зв'язків. Закономірності у змінах прискорень можуть бути різними, але з синхронізованими кінематичними параметрами і масовими характеристиками.

Література. 1. Енергоматеріальні потоки харчових і мікробіологічних виробництв: монографія / А. І. Соколенко, В. А. Піддубний, К. В. Васильківський та ін.; за ред. д-ра техн. наук, проф. Соколенка А.І. К.: Кондор-Видавництво, 2016. 326 с.

2. Соколенко А. І., Васильківський К. В., Степанець О. І. Рекуперація кінетичної енергії в технологічних машинах // Харчова промисловість. 2016. № 20. С. 138-145.

В цьому дослідженні показано, що енергетичні витрати, пов'язані з подоланням сил інерції в перехідних процесах, визначаються показниками кінетичної енергії. Особливістю цієї складової енергетичних витрат є можливість їх рекуперації в режимах вибігу без примусового гальмування або за рахунок створення паралельних потоків в технологічних процесах в асинхронних режимах симетричних процесів. Поняття асинхронності означає співпадіння в часі режимів розгону в одній частині системи і режимів вибігу в іншій. Останнє може стосуватися окремих ланок або навіть в цілому машини. На рисунку (рис. 1) наведено випадок графіків прискорень з їх синхронізацією в протифазі.

Висновки. Особливо вагомими такі випадки можуть бути у циклічно діючих машин і механізмів, синхронізація яких в

3. Особливості динаміки технологічних машин циклічної дії

Артем Лапін, Анатолій Соколенко, Юлія Ступак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Динаміка машин циклічної дії характеризується наявністю перехідних процесів, яким підлягають робочі органи, або сукупність робочих органів і частини ланок, або ж всіх рухомих ланок включно з двигуном. До числа перехідних відносяться процеси розгону сукупностей рухомих ланок до номінальних значень швидкостей і процеси вибігу або гальмування.

Матеріали і методи. Дослідження виконано на основі феноменологічних міркувань.

Результати. Між перехідними процесами розгону і гальмування може бути режим зі стабілізованими кінематичними параметрами або ж він відсутній. Тоді цикл складається з двох процесів, а саме: процес розгону і процес гальмування. Цикли можуть бути розділені вистоями з різними співвідношеннями часу їх виконання.

В дослідженнях динаміки машин здійснюють перехід до еквівалентних розрахункових схем (рис. 1) на основі визначення приведених мас (приведених моментів інерції),

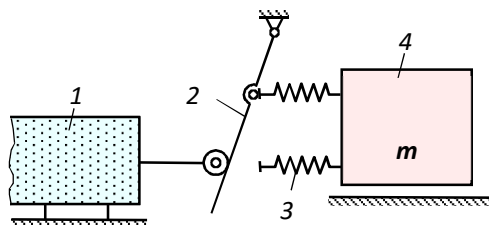


Рис. 1. Схема механізму з пасивним елементом: 1 – двигун; 2 – пасивний елемент; 3 – пружний елемент; 4 – ведена маса

приведених сил або моментів сил і приведених жорсткостей. Всі приведені параметри в методиках розрахунків ґрунтуються на законі збереження енергії у формі принципів еквівалентності кінетичної енергії, миттєвої потужності і потенціальної енергії деформації пружних зв'язків.

Динамічні навантаження в цих процесах визначаються співвідношеннями мас і різницями рушійних факторів і факторів опору. Останні представлені силами корисних і шкідливих опорів, і їх

присутність є обов'язковою і такою, яка вимагає відповідних енергетичних витрат. У виконаному дослідженні визначено особливості динамічних взаємодій між ведучими і веденими масами, які відповідають різним рівням циклічності технологічних машин. Так для випадку коли в циклічних переміщеннях задіяні тільки робочі органи, а ведучі маси знаходяться в режимах зі стабілізованими кінематичними параметрами, показана загроза існування ударних режимів навантажень з амплітудою пружних сил $P_{\text{пр}} = v \sqrt{cm}$, де v – швидкість переміщення ведучих мас; c – жорсткість пружного зв'язку між ведучою і веденою масами; m – приведена ведена маса. При цьому показано, що величина ведучої маси на величину пружного навантаження не впливає, а обмеження в значення $P_{\text{пр}}$ слід визначати за рахунок параметрів v , c та m . Запропоновано один з прийомів такого обмеження ступінчастого послідовного розгону ведених несущіх мас або за рахунок змінних значень v і власне відновлення режимів ударних навантажень з застосуванням проміжних пасивних елементів.

Висновок. В даному випадку реалізуються етапи двоступеневої дії з обмеженням швидкості контактування на першому етапі. При цьому очевидно, що співвідношення швидкостей на двох етапах визначається геометричними параметрами пасивного елемента.

Література. 1. Соколенко А. І., Васильківський К. В., Степанець О. І. Рекуперація кінетичної енергії в технологічних машинах // Харчова промисловість. 2016. № 20. С. 138-145.

4. Дослідження процесу формоутворення плівкової повітряної захисної упаковки

Анастасія Деренівська, Людмила Кривопляс-Володіна, Сергій Токарчук
Національний університет харчових продуктів, м.Київ, Україна

Вступ. Проведений аналіз технічного оснащення пакувальної галузі довів можливість розширення сфери використання повітряної захисної упаковки для пакування харчових продуктів.

Матеріали і методи. Матеріал дослідження – повітряна захисна упаковка різної геометрії та режими її формоутворення. *Предмет дослідження* – розподіл значень тиску та швидкості переміщення повітря в каналах та комірках упаковки. *Початкові умови:* навіколишні умови – температура повітря 297 K та тиск 101000 Па, тиск на вході у канал для подачі повітря становить 225000 Па, ширина полотна повітряної захисної упаковки $L = 0,167$ м.

Результати. Під час дослідження встановлено: при формоутворенні повітряної упаковки за допомогою стисненого повітря виникають значні зусилля, існує можливість розтягування або розриву плівки. Для уникнення цих явищ визначено розподіл значень тиску та швидкості повітря в каналах та комірках упаковки.

Дослідження процесу формоутворення упаковки під дією стисненого повітря базувалось на використанні теорії гідрогазодинаміки: закону нерозривності струмину потоку повітря, закону Бернуллі. Дослідження проводилось в програмному імітаційному комплексі FlowVision CFD [1]. Результати проведеного моделювання представлено на рис. 1.

на початковому етапі

на завершальному етапі

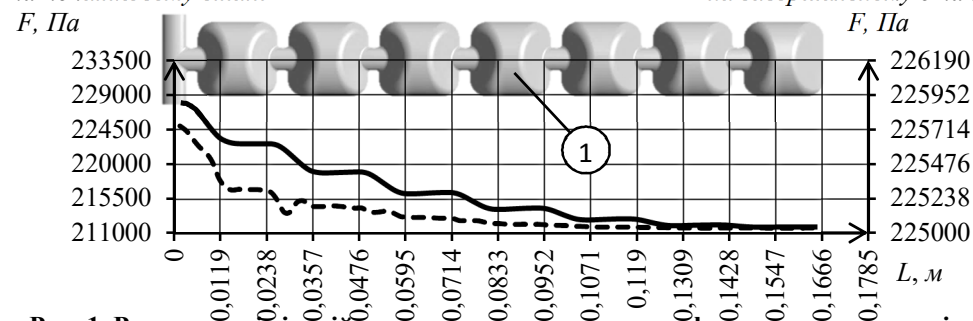


Рис. 1. Результати імітаційного моделювання процесу формоутворення повітряної захисної упаковки розподіл тиску $F, \text{Па}$ вздовж осі симетрії на початковому (—) та на завершальному (---) етапах формоутворення; 1- загальний вигляд структурного елемента упаковки

Висновок. Результати моделювання показали наявність чіткого розподілу тиску по зонам під час формоутворення на початковому етапі. Середнє значення тиску формоутворення на цьому етапі, при тривалості заповнення внутрішнього об'єму комірок упаковки 0,00096 с, становить 216196 Па. На завершальному етапі, при тривалості заповнення внутрішнього об'єму комірок упаковки 0,00514 с, – 225138 Па.

Дана методика дослідження процесу формоутворення повітряної захисної упаковки дає змогу, відповідно до геометрії комірок: 1 - визначити максимальне навантаження на плівку, підібрати вид пакувального матеріалу; 2 - знайти оптимальні режими роботи пристроїв для виготовлення такої упаковки та геометрію комірок.

Література. 1. Karnopp D.C., Margolis D.L., Rosenberg R.C. System Dynamics, Modeling and Simulation of Dynamic Systems, third ed. Wiley Interscience, 2000.

5. Аналіз конструкцій механізмів укупорювання скляної тари

Олександр Семена, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Важливим процесом, що забезпечує зберігання і транспортування харчової продукції розфасованої у склотару є укупорювання, яке виконується великою різноманітністю відповідних способів та механізмів.

Матеріали та методи. Сьогодні обладнання для герметичного укупорювання продуктів у тару – скляні банки та пляшки, використовується у м'ясній, рибній, овочево-консервній, пивоварній, молочній та інших галузях харчової промисловості. Більшість способів герметизації скляної тари базується на деформації кришок, розміщених на горловинах банок. Метою роботи є дослідження механізмів укупорювання скляної тари та пошук шляхів їх вдосконалення.

Результати. Широке розповсюдження герметизації скляної тари має використання металевих кришок, в завитий фланець яких розміщено гумове кільце. Обтисканням або обкачуванням периферійної частини кришки, її деформують разом з кільцем, яке виявляється щільно зажатим між горловиною скляної банки і кришкою. В існуючих машинах використовують механізми для обертання банки навколо її геометричної осі або механізми для обертання закаточних роликів навколо нерухомої банки. У першому випадку закаточному ролику надають тільки поступальний рух до центру банки, в другому випадку ролику надають два рухи: обертальний навколо нерухомої банки і поступальний до центру банки.

Особливістю іншого сучасного способу закупорювання, при якому використовуються так звані кришки «твіст-офф», є наявність чотирьох або більшої кількості виступів на горловині банки. Кришка накладається на горловину банки і повертається на деякий кут (до 90°). При цьому завдяки нахилу виступів краї кришки відтягуються до низу, прокладка ущільнюється і банки герметизуються. Деформація кришки не відбувається. В цьому випадку використовують відповідні укупорювальні патрони або інші конструкції, що забезпечують надання кришці обертального руху відносно нерухомої зафіксованої банки, з використанням жорстких та гнучких робочих органів різної геометричної форми та матеріалів виготовлення.

В результаті проведеного аналізу механізмів які знаходять використання в серійному обладнанні для укупорювання скляної тари визначено їх недоліки в експлуатації та шляхи вдосконалення. Встановлено можливості сучасного конструювання механізму укупорювання який має спрощене влаштування та можливість використання мінімального індивідуального власного приводу.

Висновки. Запропоновано конструкцію закупорювального пристрою для тари способом «твіст-офф», що має у своєму складі специфічно розміщені гнучкі елементи оснащені спеціальними патронами. Таке влаштування має більшу надійність в роботі, легке переналаштування на інший вид тари.

6. Ущільнюючі прокладки важливий елемент технологій пакування

Олексій Жиговець, Олександр Семена, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для пакувань склотарної продукції, заповненої харчовими продуктами, використовуються ущільнюючі прокладки, які виготовляються із різних матеріалів - із спеціальної пасти.

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження особливостей використання ущільнюючих прокладок як засобів зберігання та транспортування харчової продукції, в тому числі їх утилізації. Дослідження проводились з використанням теоретичного методу аналізу інформації.

Результати. Ущільнюючі прокладки виконують герметизуючу функцію. Найбільше використання вони знаходять для закриття скляних пляшок, та банок різних місткостей та форм виготовлення. Для герметизації вузькогогорлої тари (пляшок) застосовують корончасті кришки з пробковою або поліетиленовою прокладкою. Наприклад, кронен-пробка оснащується герметизуючою прокладкою і використовується переважно для укупорювання пляшок з пивом, соком та іншими безалкогольними напоями. В країнах СНД, Франції та інших кронен-пробка застосовується також для укупорки тиражних пляшок із ігристим вином. Самі герметизуючі прокладки можуть бути коркові (цільні або композиційні), іноді покриті інертною плівкою (поліхлорвініл, поліетилен, пластизол, целофан) або із блоксополімеру. Застосовуються також вкладиші із пресованого картону, покритого поліетиленовою плівкою.

Загальними для всіх способів герметизації скляної консервної споживчої тари також є наявність ущільнювальної прокладки між металевою кришкою і горловиною скляної банки. Ущільнювальні прокладки можуть розташовуватися як на торцевій, так і на бічній поверхні горловини банки. В консервній промисловості для герметизації широкогорлої тари застосовують гумове кільце яке ущільнюється, щільно притискається до горловини банки.

Перспективним є спосіб герметизації СКН (скляна тара, закупорена за рахунок значного натискання кришки із вкладеним в неї гумовим кільцем). В Німеччині широко застосовується спосіб закупорювання Imga за яким ущільнювальна прокладка має форму кільця і розташована на торцевій частині горловини банки. Кришка фіксується на горловині шляхом її деформації.

Сьогодні промисловість пропонує розширення зручностей для споживача – закупорювання банок способом «твіст-офф» за яким ущільнення здійснюється по торцевій поверхні горловини кільцеподібною прокладкою або пластизолом.

Високоякісні товарні пластизолі готують з ПВХ з порівняно однорідним гранулометричним складом (середній розмір частинок 0,3...2,5 мкм). Властивості пластизолів залежать від властивостей ПВХ, співвідношення різних добавок. Так, для стабілізації в'язкості (підвищення "живучості") в пластизолі часто вводять рідкі полімери, так звані вторинні пластифікатори (наприклад, хлоровані парафіни). Вони мають найбільше промислове використання.

Висновки. Історія розвитку та використання ущільнюючих прокладок свідчить про перехід у використанні до монолітної багатокомпонентної конструкції і технології їх виготовлення так і видів матеріалу, з поєднанням універсальності використання і наслідком більших проблем при утилізації. Разом з тим широке використання полівінілхлоридного пластизолу викликає незрозуміле нехтування проголошеної заборони ПВХ Європейським парламентом ще у квітні 2001 року.

7. Порівняльний аналіз зрівнювальних механізмів регулювання швидкості тягового органу ланцюгового конвеєра

Марія Аліпатова, Богдан Ротаєнко, Володимир Костін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Транспортувальні машини застосовуються для переміщення сипких і штучних вантажів для подачі окремих об'єктів зазвичай на невеликій відстані, в межах однієї або декількох, зв'язаних між собою виробничих майданчиків.

Їх використовують для подачі матеріалів від місця видобування чи отримання до місця завантажування на транспортні засоби, а також для переміщення матеріалів, напівфабрикатів і готових виробів по всій трасі технологічного процесу, починаючи від складу сировини до місця призначення готової продукції.

Результати. В конвеєрах з тяговим органом ланцюгового типу застосовують пластинчасті втулкові ланцюги, котрі підбирають за навантаженням яке їх руйнує. Ланцюги беруть з запасом міцності в залежності від умов його експлуатації і розмірів. Приводні зірочки мають від 4 – х до 8-и зубів. Тягове зусилля, що передається приводом, дорівнює різниці між зусиллям в гілці, що набігає на зірочку і гілки, яка збігає з неї. Параметри зусиль розраховують методом обходу по контуру замкненої траєкторії руху ланцюга конвеєра.

При постійній кутовій швидкості обертання зірочки лінійна швидкість тягового елемента виявляється змінною величиною, котра залежить від положення зірочки, оскільки відстань від шарніра ланцюга, що знаходиться в зачепленні, до центра обертання при повороті зірочки – змінюється.

Нерівномірність руху тягового органу призводить до виникнення додаткових динамічних навантажень, які періодично змінюють натяг ланцюга. Загальний натяг тягового органу буде складатись з різниці між зусиллям набігання ланцюга на зірочку і зусиллям збігання ланцюга з неї, а також зусиль, що періодично змінюються в наслідок нерівномірності руху тягового органу.

Висновок. Наступні завдання полягають в необхідності проведення досліджень явищ, що виникають в результаті динамічних навантажень в конвеєрних приводах до складу яких входять зрівнювальні механізми в порівнянні з тими, що не мають таких.

Терміни. Ланка, кінематична пара, кінематичний ланцюг, транспортер (конвеєр), привод, механізм, зрівнювальний механізм

Література. 1. Вайнсон А.А. Подъёмно – транспортные машины, государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, Москва – 1959.

2. Головин Г.З. К динамическому расчёту цепных транспортёров, сборник «Вопросы машиноведения и прочности машиностроении», вып.

3. Академиздат УССР, 1955. 3. Кожевников С.Н., Есипенко Я.И., Раскин Я.М. Механизмы издательство «Машиностроение», Москва 1965.

4. Кошкин Л.Н., Роторные и роторно – конвейерные линии. – М.: Машиностроение, 1982. – 336 с.

8. Обмеження коливань ПЕТ – пляшок під час руху вдовж напрямних пневмоконвеєра

Данило Самусенко, Андрій Кушнір, Олександр Ковальов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При переміщенні пляшок вздовж напрямних пневмоконвеєра кут їх коливань часто перевищує допустимі значення. Тоді відбувається додатковий контакт конічної частини пляшки з напрямними знизу. Це збільшує силу тертя в процесі транспортування пляшок та підвищує витрати повітря. Простим способом виключення цього небажаного контакту при русі обмеження тиску повітря у зовнішній повітряній камері, що дозволяє зменшити амплітуду коливань пляшок.

Матеріали і методи. В роботі виконано математичне моделювання рів-номірного руху і визначення умови обмеження тиску, який впливає на кут коливання.

Результати. Умова при виконанні якої пляшка не буде додатково контактувати з напрямними при коливанні своєю конусною частиною, може бути представлена як:

$$G(c+y) \geq F_p \cdot h \cos \beta, \quad (1)$$

де G – вага порожньої пляшки; F_p – рушійна сила яка створюється тиском повітря;

c, y, h – відстані до ліній дії сил; β – кут нахилу пляшки.

Якщо припустити, що на кожну горловину пляшки припадає не менше ніж дві прямокутних щілини розмірами ($a \times b$), через які під кутом α подаються направлені струмені повітря, то рушійну силу, що діє на горловину, можна визначити як:

$$F_p = 2p \cdot (a \cdot b) \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

де p – тиск повітря (МПа); a, b – розміри щілини для подачі повітря, мм.

Залежність (2) дозволяє визначити рушійну силу за спрощеною схемою, для якої вважається, що тиск розподіляється по прямокутнику з площиною $S = b \cdot (a \cdot \cos \alpha)$. В дійсності струмені повітря контактують з часткою горловини пляшки, а це криво-лінійна поверхня. В цьому випадку рушійна сила визначається згідно іншої залежності, а саме:

$$F_p = P \cdot \frac{\pi b \cdot dr}{360} \cdot \arcsin\left(\frac{a}{dr} \cdot \sin \alpha\right) \quad (3)$$

Після нахилу пляшки точка її контакту з горизонтальними напрямними зміщується відносно центральної осі на відстань:

$$y = \frac{\sqrt{d\phi^2 - l_n^2}}{2} \quad (4)$$

Максимальне значення кута нахилу (β) пляшки від вертикального положення, при якому ще не буде контакту нижньої конічної частини пляшки з напрямними:

$$\beta = \arctg\left(\frac{2 \cdot h_n}{\sqrt{d\phi^2 - l_n^2} + d_n}\right). \quad (5)$$

З врахуванням отриманих значень (y, β, F_p) згідно (2, 3, 4) умова (1) перепишеться у вигляді:

$$P_{\max} \leq \frac{G \cdot \left\{ l_m \cdot \sin \left[\arctg \left(\frac{2h_n}{\sqrt{d\phi^2 - l_n^2} + d_n} \right) \right] + \frac{\sqrt{d\phi^2 - l_n^2}}{2} \right\}}{2(a \cdot b) \cdot \cos \alpha \cdot \cos \left[\arctg \left(\frac{2h_n}{\sqrt{d\phi^2 - l_n^2} + d_n} \right) \right]} \quad (6)$$

Висновки. Отримані залежності дозволяють, при відомих величинах ваги та розмірів горловини пляшки, а також геометричних параметрів повітряного конвеєра визначити допустимий тиск повітря в основній повітряної камері і обмежити кут коливання пляшки.

9. Прискорений рух ПЕТ-пляшок на горизонтальній ділянці пневмоконвеєра

Вадим Мирошніченко, Микита Трегуб, Олександр Ковальов, Володимир Костін
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Низька ефективність роботи повітряних конвеєрів (збільшені витрати повітря, заклинювання та ін.), часто пов'язано з невеликою точністю методів їх розрахунку.

Матеріали і методи. Досліджено процес переміщення порожніх ПЕТ – пляшок вздовж горизонтальних напрямних повітряного конвеєра методами аналітичної механіки.

Результати. Система рівнянь яка описує процес прискореного руху пляшок на горизонтальній ділянці має вид:

$$\begin{cases} \Sigma F_x = -F_{in} - F_t + F_x = 0; \\ \Sigma F_y = N - F_y - G = 0; \\ \Sigma M_a = G \cdot l_{MQ} + F_y \cdot l_{B3} \geq F_x \cdot l_{A3} + F_{in} \cdot l_{AQ}. \end{cases} \quad (1)$$

де F_{in} – сила інерції яка виникає у випадку прискореного руху; F_t – сила тертя пляшки по напрямних; N – сила нормального тиску. Силу направленою струменя повітря можна визначити з другого рівняння системи (1):

$$N = GF_y = G + p \frac{\pi d_r b}{90} \left[\arcsin\left(\frac{a}{d_r} \cdot \sin \alpha\right) \right] \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$N = GF_y = G + p \frac{\pi d_r b}{90} \left[\arcsin\left(\frac{a}{d_r} \cdot \sin \alpha\right) \right] \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta \quad (2)$$

Сила тертя згідно відомих положень буде рівнятися:

$$F_t = f \cdot G + p \cdot f \cdot \frac{\pi d_r b}{90} \left[\arcsin\left(\frac{a}{d_r} \cdot \sin \alpha\right) \right] \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta,$$

$$F_t = f \cdot G + p \cdot f \cdot \frac{\pi d_r b}{90} \left[\arcsin\left(\frac{a}{d_r} \cdot \sin \alpha\right) \right] \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta, \quad (3)$$

де f – коефіцієнт тертя між пляшкою та спеціальними накладками на горизонтальних напрямних.

Рис 1. Схема діючих сил при прискореному русі ПЕТ – пляшок

Сила інерції визначається згідно залежності:

$$F_{in} = m \cdot \ddot{x} = \frac{G}{q} \ddot{x}, \quad (4)$$

де q – прискорення вільного падіння, m/c^2 ;
 G – вага пляшки.

Перше рівняння системи (1) можна після відповідних заміन, привести до виду:

$$\ddot{x} = \frac{q}{G} \cdot F_p (\cos \beta - f \sin \beta) - f \cdot q. \quad (5)$$

Рішення (5), як рівняння які характеризують кінематичні характеристики руху пляшки в період прискорення можна записати як залежності:

$$x = \frac{(A \cdot t + V_0)^2 - V_0^2}{2A}; \quad V_x = A \left(t + \frac{V_0}{A} \right); \quad \ddot{x} \leq \frac{q(l_1 \sin \beta \cos \beta + x_0) \cos \beta + \frac{F_p q}{G} \left[x_0 \cos \beta - h_0 + \frac{2x_0(h_t - t_H)}{(2x_0 + d_H)} \right]}{l_1(1 - \sin \beta) \cos \beta - x_0}, \quad (6) \text{ де}$$

параметр A визначається: $A = \frac{q}{G} \cdot F_p (\cos \beta - f \sin \beta) - f \cdot q$, m/c^2 (7) Остання залежність в (6) дозволяє визначити та обмежити прискорення руху пляшки.

Висновки. Приведені аналітичні залежності дозволяють визначити кінематичні характеристики руху ПЕТ пляшок, а також діючі сили та вплив на них геометричних параметрів конвеєра (отворів, через які у внутрішню камеру проникає повітря, кута під яким повітря подається та ін.). Це дозволить уточнити методику розрахунку горизонтальних ділянок повітряних конвеєрів.

10. Практичні аспекти динамічного аналізу роботи маніпулятора

Дмитро Іващенко, Олександр Вітюк,
Людмила Кривопляс-Володіна, Генадій Валіулін,
Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. В пакувальній галузі широко використовуються робото-технічні комплекси для типових технологічних операцій. Зокрема, маніпулятори із високою гнучкістю керування, можливістю переналагоджування на різні об'єкти обробки, компактністю, енергоощадністю – дозволяють реалізовувати різні алгоритми для виконання технологічних операцій для пакування як споживчих так і групових упаковок.

Матеріали і методи дослідження. Вихідними даними моделювання обрано: кінематичну схему маніпулятора; геометричні розміри робочих ланок; необхідний закон руху захвата маніпулятора, зв'язаної із точкою Р; початкове положення ланок; інформація про навантаження. Ланки маніпулятора зв'язані із декартовою системою координат O_i, X_i, Y_i, Z_i , початок відліку якої O_i розташовано в центрі шарніра рис.1. Рух роботи маніпулятора визначається зміною в часі узагальнених координат $q_i(t)$, якими є кути повороту – в обертових, і поступальних кінематичних парах. Вирішуємо задачу руху вихідної ланки робота за кінематичною схемою маніпулятора. Відомі положення і орієнтація захвата для моменту часу t в системі координат, пов'язаної з роботом. Визначити значення узагальнених координат $q_i(t_m), i = 1, 2, \dots, n$, задані положенням захвата $\vec{r}_p^0$. За положенням захвата можна в системі трьох лінійних координат $x(t), y(t), z(t)$ визначити кутові координати $\alpha(t), \beta(t), \gamma(t)$, обчислити $q_i(t_m), i = 1, 2, \dots, n$ за формулою: $\vec{r}_p^0 = (T_n)^{-1} \cdot \vec{r}_p^0$, визначити прискорення руху точки Р захвата маніпулятора, виконуючи операцію символічного диференціювання вектора координат.

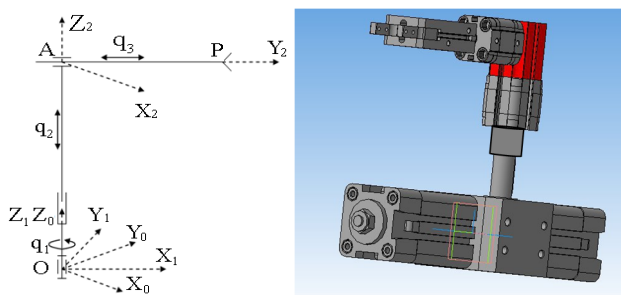


Рис. 1. Загальний вид та розрахункова схема дослідного робота маніпулятора

Висновки. Спроековано і досліджено за допомогою ПП MathCAD кінематичні характеристики нової запропонованої конструкції робота-маніпулятора. Розроблено алгоритм розрахунку кінематики і динаміки заданої точки Р маніпулятора, з метою вибору кінцевої ланки – захвату. Формалізовані етапи переміщення точки Р маніпулятора в системі координат пов'язаної з маніпулятором. Відповідно до етапів вирішення задачі виконано перебір матриць за допомогою вбудованих функцій пакета прикладних програм MathCAD. Промодельовано переміщення точки Р маніпулятора в закритій системі координат, з метою оцінки зовнішнього навантаження на захват.

11. Створення транспортно-накопичувальних ліній робототехнічних комплексів пакування із застосуванням конвеєрних системи ARB (Actuated Roller Belts)

Іван Глущенко, Микола Якимчук, Анатолій Беспалько
Національний університет харчових технологій

Вступ. Застосування робототехнічних систем на заключних операціях укрупнення дрібноштучних одиниць з пакованою продукцією з подальшим формуванням групової упаковки та транспортного пакету є важливою складовою розвитку сучасного пакувального обладнання. Як правило робототехнічний комплекс для виконання таких операцій складається з робота маніпулятора та системи конвеєрів для подачі вантажної одиниці, конвеєрів для подачі порожньої тари та відповідного конвеєра заповненої транспортної тари. Одним із об'єктів модернізації робототехнічних систем пакування є пристрої для подачі та формування структурних елементів групової упаковки (ряду, шару, стопи). Ефективність роботи таких пристроїв може бути досягнута шляхом створенням гнучких ліній транспортування, які забезпечать швидке переналагоджування робототехнічної системи у випадку зміни розмірів вантажних одиниць, технологічної схеми укладання тощо.

Матеріали та методи. В транспортно-накопичувальну систему робототехнічних комплексів входять конвеєри, що виконують активні функції з транспортування або зміни просторової орієнтації вантажної одиниці та конвеєри, що виконують пасивні функції зі зберігання упаковок і напівфабрикатів (накопичувачі). Перша група конвеєрів може мати додаткові активні або пасивні механізми, які забезпечують задане просторове положення вантажній одиниці шляхом її примусового переміщення, орієнтування, формування ряду, шару тощо.

Для створення гнучких ліній транспортування були досліджені конвеєрні системи ARB компанії INTRALOX. На основі відомих методик розрахунку типових транспортних систем та результатів дослідження конвеєрних системи ARB були виведені основні залежності для розрахунку силових та кінематичних параметрів впливу активних та пасивних пристроїв орієнтування на вантажну одиницю, визначені раціональні геометричні та кінематичні характеристики конвеєрів ARB з різними вантажонесучими конструкціями.

Результати. За результатами досліджень було з'ясовано, що застосування додаткових приводів, які передають рух через рухомі ролики на вантажну одиницю, що транспортується дає змогу забезпечити зміну траєкторії її руху. Застосування сучасних комплектуючих в конструкціях конвеєрних системи ARB дозволяє суттєво зменшувати габарити лінії транспортування та оптимізувати кількість робочих органів, що формують структурні елементи. Застосування електронної системи керування приводами конвеєрних системи ARB та систем слідування зі зворотніми зв'язками за рухом вантажної одиниці дозволяє швидко переналагоджувати конвеєрну систему відповідно до потреб виробництва.

Висновки. Встановлено, що використання конвеєрних системи ARB в робототехнічних лініях пакування дає змогу досягнути високої продуктивності пакувального комплексу, забезпечити гнучкість та швидке переналагодження, оптимізувати динамічні характеристики взаємодії пристроїв орієнтування на вантажну одиницю, зменшити енергетичні витрати на формування структурних елементів упаковки.

12. Дослідження силових та кінематичних характеристик серводвигуна в розробці робота-трипода

Андрій Ткачук, Олексій Корсун, Микола Якимчук, Ольга Горчакова
Національний університет харчових технологій

Вступ. На сучасних підприємствах пакувальної галузі все більше використовують роботизовані лінії пакування. Визначено, що в типових схемах компоновки таких ліній застосовуються маніпулятори паралельної структури (МПС) (рис. 1). Одними з найпоширеніших видів МПС є роботи – триподи. Основним елементом, який регулює швидкість руху робочих органів трипода, є серводвигун. Використання серводвигунів в комплексі з механізмом перетворення обертального руху валу двигуна на зворотно-поступальний рух каретки (такий пристрій називається «віссю») щодо точності регулювання швидкості та позиціонування малодосліджене.

Матеріали та методи. Для дослідження було розглянуто керування серводвигуном каретки осі трипода. Переміщення каретки відбувалось за допомогою зубчастого паса (рис. 2). Метою дослідження є аналіз показників силових та кінематичних характеристик серводвигуна при різних режимах роботи трипода. Під час дослідження було визначено вплив зміни кута каретки осі в просторі на вантажопідйомність трипода.

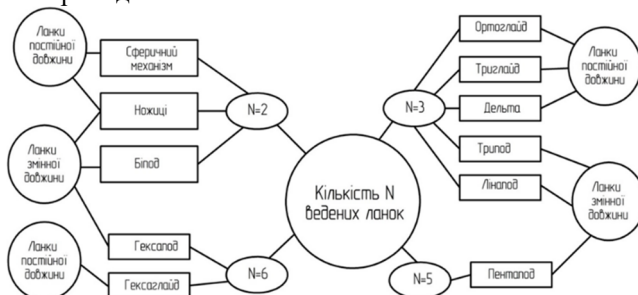


Рис. 1. Класифікація маніпуляторів паралельної структури

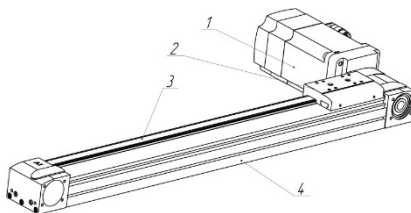


Рис. 2. Сервопривод із віссю EGC-80-600-TB-KF-0H-GK:
1 – серводвигун; 2 – каретка; 3 – зубчастий пас; 4 – корпус.

Результати. За результатами дослідження було з'ясовано, що зміна кута каретки осі суттєво впливає на навантаження серводвигуна. Чим більший кут між віссю та горизонтом, тим більші навантаження буде сприймати серводвигун під час роботи.

Висновки. Визначення раціонального кута нахилу осі в конструкції трипода дозволило збільшити його навантаження та оптимізувати кінематичні та динамічні характеристики на серводвигун.

13. Створення захоплювального пристрою для напівжорстких споживчих упаковок з функцією автоматичного переналагодження.

Денис Шмагайло, Марина Прийма, Микола Якимчук, Світлана Мироненко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Захоплення пакувальних одиниць або транспортних упаковок - складне завдання для промислових роботів. Сучасна роборука не може контролювати силу притискання і захоплення для різних матеріалів упаковок, як людина. Їй потрібно задавати окремий режим для кожної нової упаковки. Такий режим утримання є особливо актуальним для пакувальних одиниць в напівжорстку упаковку, адже занадто велика сила захоплення може їх пошкодити.

Мета роботи. створення універсального захоплювального пристрою для напівжорстких споживчих упаковок з функцією автоматичного переналагодження.

Матеріали та методи. Такі захоплювальні пристрої класифікуються за формою пальців і допоміжних елементів конструкції: із прямими пальцями ; із зігнутими пальцями ; із пальцями, які з'єднанні між собою гумовою стрічкою тощо.

Запропонований захоплювальний пристрій зроблений з м'якого полімерного матеріалу і забезпечений пневматичним приводом (рис.1).

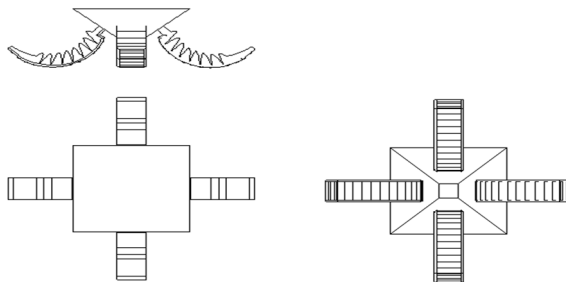


Рис. 1. Конструкція захоплювального пристрою

Коли захоплювальний пристрій займе положення над пакувальною одиницею, повітря наповнює «пальці», і вони стискаються, надійно охоплюючи упаковку. Після переміщення упаковки в задану координату, повітря з захоплювального пристрою скидається в атмосферу і «пальці» розтискається, звільнюючи упаковку. Зовнішня сторона захоплювального пристрою виконана ребристою. Така конструкція дозволяє згинати пальці в середину шляхом збільшення об'єму ребер при подачі стисненого в порожнину захоплювального пристрою.

Пропонується, що захоплювальний пристрій буде виготовлений із силікона. Силікон, один з небагатьох матеріалів, які можуть контактувати з харчовим продуктом і є достатньо пружним. Передбачається, що такий захоплювальний пристрій автоматично сформує форму пальців під структуру пакувальної одиниці, яка буде транспортуватись.

Висновок. Запропонована конструкція універсального захоплювального пристрою для напівжорстких споживчих упаковок з функцією автоматичного переналагодження дозволить контролювати силу притискання та розширити функціональну можливість робототехнічних комплексів пакування.

14. Дослідження процесу миття матеріалів під час вторинної переробки

Юрій Кравець, Владислав Королевич, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток пакувальної галузі, в умовах ринкової конкуренції, характеризується все більшим використанням ефективних технологій та нових видів пакувальних матеріалів. В значній мірі цьому сприяє попит виробників, споживачів та можливості технічних досягнень.

Матеріали і методи. Етап розвитку суспільства показує, що в переважній більшості виробництва продукції харчової промисловості, причому і будь-якого, використовується пакування із залученням різноманітних матеріалів як для транспортної тари, так і особливо для споживчої упаковки. Такі матеріали мають дуже короткий життєвий цикл і швидко переходять у розряд непотрібних і потребують утилізації.

Результати. Активне нагромадження використаних пакувальних матеріалів як відходів на полігонах викликає використання відповідних земельних ресурсів і веде до глобального забруднення навколишнього середовища і екологічної кризи. Економія, звана рециклінгом, дозволила вторинним матеріалам стати одними з важливих ресурсів галузі в якості сировини. Все важливіші і все більш новітніші застосування показали, що ринок рециклінгу є високоавтоматизованим обладнанням, оснащеним високою енергоефективністю, високою якістю і сучасною технологією. Досить важливим процесом в технологічному ланцюгу вторинної переробки використаних пакувальних матеріалів є миття, що відноситься до підготовчих процесів вторинної переробки. Можливість та якість проведення усіх подальших процесів рециклінгу напряду залежить від стану забруднення використаних пакувальних матеріалів та рівня їх очищення. Ступінь забруднення таких матеріалів різноманітний і залежить від характеру продукту який мав контакт із ними, умов і тривалості зберігання та транспортування, впливу сонячного випромінювання тощо. Основною технологічною вимогою, що пред'являється до процесу миття таких матеріалів є відповідна чистота, яка забезпечить можливість отримати в кінцевому результаті якісну вторинну сировину та вироби з неї, а також економія матеріальних та енергетичних ресурсів що задіяні на проведення процесу миття.

Проведений аналіз процесів миття показує, що для його реалізації служить різноманітне обладнання, що має універсальне призначення, наприклад, лінія мийки та сушки відходів полімерів МП-500, яка використовується для переробки брудних матеріалів, таких як плівка теплична, полігонна, пакети, біг-беги та ПП мішки, подрібнені каністри та акумулятори, а також інших полімерних матеріалів. На виході з обладнання виходять чисті, сухі пластівці, придатні для подальшого гранулювання або агломерування. Важливою особливістю даної мийки є можливість переробляти матеріал подрібнений на сітці з осередком 50 мм. Застосування великої сітки на подрібнювачі дозволяє підвищувати продуктивність дроблення, збільшує ресурс ножів. Суттєві проблеми миття виникають внаслідок подачі матеріалів неоднорідних за своїми розмірами і особливо тих, що мають мінімальні значення товщини, що ставить більш жорсткі вимоги до процесу їх попередньої класифікації та розділення.

Висновок. Виконано пошук резервів процесу миття в умовах багаторазового використання та очистки миючого середовища для відмивання усіх видів полімерних відходів як твердих, так і плівкових, з метою створення нових підходів технології енергозбереження, подовження терміну роботи обладнання, покращення умов роботи елементів обладнання.

15. Дослідження характеристик приводу ножової дробарки для подрібнення полімерної тари

Євген Скуйбіда, Микола Якимчук, Анатолій Соколенко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Полімерна тара суттєво продовжує термін зберігання та транспортування харчових продуктів, що є однією із важливих складових вимог споживачів. Для її переробки традиційно використовуються ножові та молоткові дробарки. Серед основного недоліку переробки полімерної тари, таким типом обладнання, є великі енергетичні затрати. Для розробки нових конструкцій дробарок, важливим завданням є зменшення енерговитрат та дослідження впливу конструкції ножів на якість подрібнення полімерних виробів.

Матеріали та методи. Дослідження характеристик навантаження на двигун ножової дробарки з використанням різних типів ножів.

Результати. Вплив конструкції ножів на зусилля різання полімерної тари суттєво впливає на миттєву потужність приводу дробарки. Потужність, що витрачається на процес різання, N , Вт, залежить від числа різів в секунду $n \cdot z$ і визначається:

$$N = \frac{A * \omega * z}{2\pi * \eta}$$

де A - робота різання, що здійснюється за один раз, Дж; ω - кутова швидкість дискових ножів, $\omega = 2\pi * n$, c^{-1} ; n - кількість оборотів дискових ножів, об / с; z - число зубів дискового ножа; η - коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,75$

Зміна стану полімерного матеріалу у вигляді величини напруження на розрив σ_p , Па, становить:

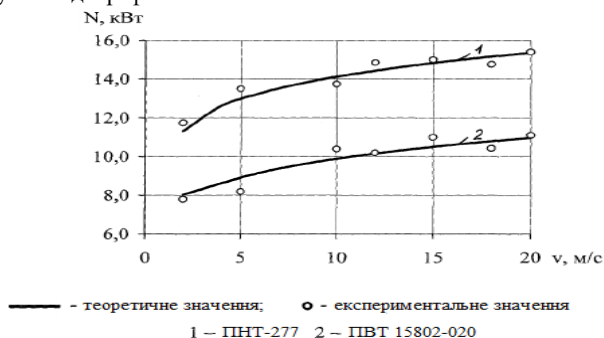
$$\sigma_p = K * v^{\frac{1}{m}} * \exp \left[\frac{U}{(m * R * T)} \right]$$

де K , m - постійні, що залежать від виду полімеру; v - швидкість деформації розтягування, м/с; U - енергія активації процесу руйнування; кДж/моль; R - універсальна газова постійна, $R = 8,31$ Дж / К моль; T - абсолютна температура, К.

Остаточна потужність ножової дробарки з урахуванням геометричних і кінематичних параметрів ротора, зміни фізико-механічних властивостей полімерного матеріалу тари визначається за формулою:

$$N = \frac{K_3 * K * v^{\frac{1}{m}} * \exp \left[\frac{U}{(m * R * T)} \right] * (h + b) * z_n * \delta^2 * \omega * z}{2 * \pi * \eta}$$

Результати аналітичних та експериментальних досліджень зміни потужності від швидкості обертання показано у вигляді графіка.



Висновки. Розроблена математична модель визначення характеристик навантаження на двигун ножової дробарки з використанням різних типів ножів. Отримані математичні залежності механічних властивостей матеріалу від технологічних параметрів процесу подрібнення. Результати дослідження можуть бути використані для інженерних розрахунків при проектуванні такого типу обладнання.

16. Разработка системы автоматического контроля работы насосного агрегата

Озодов Эъзоз Ойбек ўғли, Газиева Раъно Тешабаевна,
Нигматов Азиз Махкамович,

*Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,
Ташкент, Узбекистан*

Введение. Современные системы автоматического управления насосных станций требуют минимального вмешательства обслуживающего персонала. Например, при исчезновении напряжения работа насосного агрегата останавливается, а при появлении напряжения включения происходит только по команде оператора. Среди наиболее частых причин вызывающих неустойчивую подачу электрического питания для работы насоса есть схлёстывание проводов при сильном ветре, замыкание линии или шин различными предметами, отключение линии или трансформаторов в следствие кратковременных перегрузок. Очень часто время отсутствия электрического питания насоса малое и измеряется от одной до нескольких секунд. Но независимо от времени такие системы требуют постоянного присутствия обслуживающего персонала, который должен выполнить быстрое повторное включение насоса в ручную. При этом, как показывает практика «человеческий фактор» существенно влияет на качество работы насосных станций.

Постановка задачи. Для уменьшения влияния «человеческого фактора» на работу насосных станций предлагается в систему автоматического управления насосного агрегата дополнительно включить схему автоматического повторного включения. Сущность автоматического повторного включения состоит в том, что насосный агрегат, отключившийся под действием средств релейной защиты, вновь включается под напряжение (если нет запрета на повторное включение) и если причина, вызвавшая отключение элемента исчезла. Основным преимуществом такой системы управления есть безперебойная подача воды потребителям.

Методы решения. Решение этой проблемы – это схема которая автоматически повторно включает насосный агрегат. При этом постоянное присутствие персонала рядом с насосным агрегатом становится не обязательным. Предлагаемая схема проста, совместно со схемой обычного нереверсивного пускателя. Это схема как дополнение к схеме управление насосного агрегата, не требующее нарушения существующих электрических связей. При исчезновении напряжения в электрической сети 380 В. Отключается пускатель КМ1. Конденсатор медленно разряжается через резистор R5. При восстановлении напряжения транзистор VT1 открывается, конденсатор разряжается через его переход К-Э и управляющий переход тиристора VS1 который включается во время управляющих полупериодов, и сам включает пускатель КМ1 насосного агрегата.

17. Разработка системы управления насосной станцией с помощью датчика Холла

Абдуганиев Азиз Абдугани ўгли, Усманов Азиз Магдалиевич,
Нигматов Азиз Махкамovich,

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Введение. Для подачи воды к потребителям большое распространение получили небольшие, локальные системы водоснабжения, когда одна насосная установка откачивает воду из скважины и подает её в напорный резервуар, водонапорную башню или в закрытую сеть. Для регулирования режима работы насоса используются схемы автоматизированного управления уровнем воды. Один из распространённых методов является электродные датчики, которое имеет ряд недостатков в процессе работы.

Постановка задачи. Надежная работа системы управления насосом в станции водоснабжения зависит от структуры обратной связи. Основная задача обратной связи контролировать уровень воды или ее расход в системе реального времени. Как правило в качестве обратной связи используются разные датчики. Основные требования к таким датчикам – большая скорость обработки информации, малая погрешность измерений и устойчивость работы при воздействии внешних факторов

Методы решения. Один из вариантов оптимального решение для реализации обратной связи в системах управления насосом является применение датчика Холла. Эффект Холла основан на использовании кинетических явлений, возникающие в твердых телах при совместном действии на них электрического и магнитного полей, которые называются гальваномагнитными явлениями. В настоящее время на основе эффекта Холла работают датчики Холла: приборы, измеряющие напряжённость магнитного поля. На рисунке 1, а. изображена предлагаемая функциональная схема управления уровнем воды с помощью датчика Холла. Предлагается, что электродный элемент, в основе работы которого лежит эффект Холла и который представляет собой полупроводниковую пластину с выводами и защитной оболочкой погружается в бак с водой и в зависимости от ее уровня передает сигнал обратной связи. На рисунке 1,б. изображена принципиальная схема системы управления с датчиком Холла.

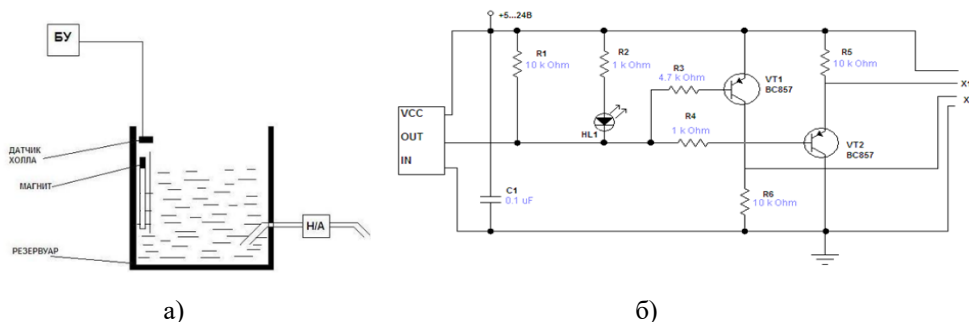


Рис. 1. а) Функциональная схема управления уровня воды с помощью датчика Холла; б) Принципиальная схема датчика Холла

Вывод. Установлено, что стабильная и надежная работа системы управления насосом в станции водоснабжения возможна при использовании датчика Холла, который в таких системах управления имеет ряд преимуществ: экономичен, удобен при эксплуатации, не проявляется процесс коррозии.

18. Modeling of pneumonozzle system work

Kateryna Rivna., Oleksandr Gavva, Ludmyla Kryvoplias-Volodina L.
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The purpose of the study is to develop a formalized approach to the simulation of kinematic and dynamic analysis of a pneumatic blower unit of the ejection type in the environment of PP FluidSim with CFD modeling.

Materials and methods of research. Outgoing long-time simulations are selected: conical pneumatic hook with different sections of the confuser; restriction of the input pressure in the range from 3 to 6 bars; conditions for the arrangement of the nozzle - a variable angle of the confuser in the range from 30 to 60 degrees, the length of the nozzle from 5 to 25 mm. The mathematical model is constructed taking into account the laws of ultraviolet body transference, the motion of Newtonian fluid and gas through a nozzle; the law of continuity of the work flow. Adiabatic leakage velocity was determined as:

$$C_{ad} = \sqrt{\frac{2k}{k-1} RT_0 \left[1 - \left(\frac{P_c}{P_0} \right)^{\frac{k}{k-1}} \right]},$$

where T_0 — absolute temperature in the nozzle, K; P_c/P_0 — relation of pressure at the entrance and at the experimental section of the nozzle, Pa; k – coefficient of adiabatic, R – gas constant.

Result and discussion. Changing the velocity flux across the pneumatic nozzle, assuming assumptions about the working environment, is depicted in Fig. 1.

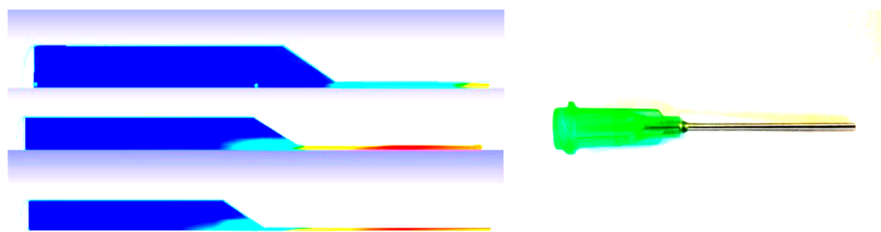


Fig. 1. a – Distribution of the flow rate of the stream in the flow of the experimental working environment at an angle of confusion 60°; b – real nozzle.

Conclusions. The research was carried out to determine the sufficient number of nodes of the design grid of the experimental pneumatic tube. The value of maximum and minimum possible pressure change inside the confuser section when using different working media is obtained. During the irregularization of the data of the physical and simulation experiment, the error of the pressure change at the outlet of the nozzle was within 1.5%. The obtained results allowed to choose the design of a pneumatic molding with minimum destructive properties under pressure at the exit for a length of 15 mm.

19. Особенности мониторинга уровня воды в открытых водоёмах

Бахтиёр Турсунов, Дилбарой Абдуллаева

*Научно-технический центр АО «Узбекэнерго», Ташкентский институт
инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Ташкент, Узбекистан*

Вступление. Водные ресурсы являются основой жизни и деятельности человечества и обеспечивают его экономическое, социальное благополучие, существование животного и растительного мира. Одним из путей удовлетворения потребностей населения и объектов экономики в водных ресурсах является модернизация, реконструкция и строительство водохозяйственных систем, водохранилищ, гидротехнических сооружений и других водохозяйственных объектов, обеспечивающих сохранение и прирост водных ресурсов.

Материалы и методы. Безопасность гидротехнических сооружений гидроузла, населения и хозяйственных объектов, расположенных в долине реки ниже по течению, окружающей среды, а также надежность функционирования электроэнергетического объекта в значительной мере определяются режимом работы водохранилища. В процессе длительной эксплуатации водохранилища возможно возникновение явлений, не предусмотренных проектом и оказывающих негативное воздействие на надежность и безопасность функционирования гидротехнических сооружений, при появлении которых возникает необходимость наложения определенных ограничений на режим работы водохранилища.

Одним из основных параметров режима работы водохранилища, к которому может быть применено ограничение является характеристика динамики изменения уровня воды в водохранилище - скорость повышения или снижения горизонта в расчетном интервале времени, которая в диспетчерских графиках не учитывается, однако, она имеет важное и часто определяющее значение для безопасности и надежности гидротехнических сооружений. При наложении ограничений на скорость изменения уровня воды в водохранилище изменяется режим работы водохранилища, что может оказать влияние на эффективность использования водных ресурсов водохранилища и привести к изменению энергетических показателей работы построенной при нем гидроэлектростанции. Также известно, что заполнение и опорожнение водохранилищ, бассейнов, каналов и напорных водоводов, а также изменение уровней воды должны производиться постепенно, со скоростями, исключающими появление недопустимо больших давлений за облицовкой плотины (сооружения), оползание откосов, возникновение вакуума и ударных явлений в водоводах. Допустимые скорости опорожнения и наполнения должны быть указаны в местной инструкции.

Динамика изменения уровня воды в водохранилище можно будет отслеживать путем непрерывного мониторинга уровня воды в нем, что является возможным при создании автоматизированных систем мониторинга уровня воды в открытых водоемах на основе применения новых телеуправляемых уровнемеров и современных информационно-коммуникационных технологий.

Результаты. Вопросы изучения путей построения системы дистанционного мониторинга уровня воды в открытых водоемах являются актуальными, так как только автоматизированные системы мониторинга и прогнозирования могут с достаточной заблаговременностью оповестить население, экстренные и оперативные службы и другие заинтересованные субъекты о вероятности наступления опасного явления.

Под мониторингом понимаем процедуру отслеживания за контролируемым объектом или процессом через организацию системы контроля, сбора, обработки информации, представляющей собой совокупность показателей для анализа, прогноза и моделирования состояния объекта контроля или процесса, направленного на достижение поставленных целей (рис.1).

Для мониторинга и измерения положения объекта управления в заданном пользователем пространстве координат, необходимо:

1. Задать пространство координат (набор параметров).
2. Сформировать методики (формулы) измерения (расчета) значений по каждой координате (параметру).

Получение своевременной информации о ходе протекания контролируемого процесса позволяет лучше понять его сущность, а если возникают отклонения, оперативно вносить коррективы.

Выводы. Предлагаемые шаги для создания автоматизированной системы дистанционного мониторинга и прогнозирования уровня воды в открытых водоёмах могут с достаточной точностью в режиме реального времени проводить контроль состояния экосистемы, мониторить ее показатели и проводить сбор и обработку информации с целью выявления и устранения отклонений.

Section 14

Processes and apparatus of food productions

Chairperson – professor Oleksandr Shevchenko

Secretary – associate professor Yuliia Zaporozhets

Секція 14

Процеси та апарати харчових виробництв

Голова – професор Олександр Шевченко

Секретар – доцент Юлія Запорожець

1. Особливості анаеробних процесів бродіння

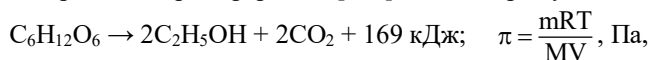
Інна Вінніченко, Олександр Шевченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. До числа сучасних задач в технологіях анаеробного зброджування цукровмісних середовищ відносять активізацію процесу і підвищення концентрації розчиненого C_2H_5OH .

Матеріали і методи представлені феноменологічними і лабораторними дослідженнями.

Результати. Виконання названих завдань означають не тільки підвищення продуктивності бродильних апаратів, а і зменшення енергетичних витрат на процеси перегонки [1]. Ці дві вимоги в певній мірі взаємопов'язані показниками термодинамічних параметрів, гідродинамічними режимами культуральних середовищ і навіть співвідношеннями геометричних параметрів апаратів. Названі впливи мають місце як в режимах перехідних процесів, так і в усталених режимах і важливою ознакою інтенсивності перебігу процесів є рівень газоутримувальної здатності. Однак за наближення концентрацій спирту до 6 % об. має місце обмеження динаміки бродіння навіть за присутності в розчині цукру як елемента живлення, що є ознакою наростання осмотичного тиску в результаті ендогенного процесу. У відповідності до законів Гей-Люссака і Вант-Гоффа збільшення осмотичного тиску є відгуком системи на матеріальні і енергетичні трансформації [2, 3], що відображаються залежностями:



де m – маса розчиненого спирту; M – молекулярна маса спирту; R – універсальна газова стала; T – абсолютна температура середовища; V – об'єм середовища.

До числа важливих чинників, які впливають на динаміку процесів бродіння і на їх кінцевий результат за показником концентрації цільової речовини, відносяться осмотичні тиски розчинів CO_2 і C_2H_5OH з особливими режимами впливів. Останнє пов'язано з їх різними граничними розчинностями в рідинній фазі середовища, оскільки етиловий спирт з водними розчинами таких обмежень не має, на відміну від CO_2 .

Максимальні осмотичні тиски розчинів CO_2 виникають в обмеженому часі бродіння у зв'язку з досягненням рівня насичення відповідно до закону Генрі. Після цього вони залишаються на посередньому рівні на фоні постійно зростаючих рівнів концентрацій осмотичного тиску C_2H_5OH .

Висновки. Виконані дослідження привели до висновку про доцільність застосування технології бродіння в докритичних режимах по осмотичних тисках і $\pi \leq \pi_{кр}$. Визначено критичні значення $\pi_{кр}$ і запропоновано методи стабілізації культуральних середовищ за цим показником.

Література.

1. Енергоматеріальні трансформації в бродильних технологіях / Шевченко О.Ю. та ін. // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2017. Т. 23, № 4. С. 89-98.
2. Особливості трансформацій матеріальних і енергетичних потоків у бродильних середовищах / Шевченко О.Ю. та ін. // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2017. Т. 23, № 3. С. 107-115.
3. Енергетичні потенціали газорідинних середовищ / Соколенко А.І. та ін. // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2018. Т. 24, № 1. С. 108-118.

2. Динаміка процесів бродіння

Інна Вінніченко, Олександр Шевченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Перехідні процеси динаміки газорідних середовищ є найменш вивченими, тому об'єктом дослідження обрано газорідні середовища бродильних виробництв.

Матеріали і методи. Дослідження виконано з використанням законів Гей-Люссака, Генрі, Архімеда.

Мета дослідження – створення математичної формалізації взаємозв'язків сукупності параметрів бродильних середовищ.

Результати. Важливою особливістю анаеробного бродіння є різні рівні розчинностей етилового спирту і діоксиду вуглецю, що синтезуються дріжджами в ендогенних процесах. Зростання їх концентрацій приводить до їх сумарного впливу на дріжджі через осмотичний тиск.

Таким чином, мають місце дві складові впливу на загальний результат анаеробного бродіння, а саме розчинений спирт і розчинений діоксид вуглецю. Оскільки обидва компоненти утворюються в ендогенних процесах, то їх успішний перебіг можливий лише за сприятливих умов по масообміну між мікроорганізмами і середовищем. Зростання концентрацій спирту і діоксиду вуглецю приводить до їх сумарного впливу на дріжджі у формі осмотичного тиску. За їх близьких молекулярних мас (46 і 44 одиниці відповідно) обмеження розчинності CO_2 (при концентраціях спирту в культуральних середовищах до 8...10 %) осмотичні тиски $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ більші на порядок. Однак фізичний стан насичення середовища на CO_2 є визначальним в обмеженні рівнів масопередачі. Від початку бродіння осмотичні складові тисків діоксиду вуглецю і спирту близькі, однак за досягнення стану насичення ситуація різко змінюється [1].

Разом з тим самоплинний процес бродіння продовжується з утворенням диспергованої в середовищі газової фази, яка видаляється в надрідинний об'єм. За випадку його герметичного стану створюються умови зростання тиску в системі, що поновлює показники розчинності CO_2 і, чим менші надрідинні об'єми, тим динамічнішим є зростання сталих насичення.

Однак в наведених міркуваннях присутнє протиріччя. Воно полягає в тому, що диспергована газова фаза утворюється за умови насичення рідинної фази на CO_2 , проте останнє має обмежити або припинити масообмін на поверхнях поділу фаз. Пояснення такій розбіжності можливе у зв'язку з присутністю двох чинників впливу на розчинність діоксиду вуглецю. Перший з них – це тиск газової фази в надрідинному об'ємі, а у випадку негерметичного апарата – це атмосферний тиск. Другим чинником виступає гідростатичний тиск. Зміна його по висоті рідинної фази є причиною створення концентраційного градієнта.

Висновки. Наведені теоретичні узагальнення стосуються самопливних процесів бродіння і ролі циркуляційних контурів в створенні локальних зон сатурації і десатурації рідинної фази. Особливості існування таких процесів за теоретичну базу мають закони Гей-Люссака, Паскаля, Генрі та Архімеда.

Підвищення тисків в об'ємі газової фази приводить до зростання розчинності CO_2 в рідинній фазі та її внутрішнього енергетичного потенціалу.

Література. 1. Особливості трансформацій матеріальних і енергетичних потоків у бродильних середовищах / О.Ю. Шевченко, І.М. Вінніченко, О.І. Степанець та ін. // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2017. Т. 23, № 3. С. 107-115.

3. Вібраційні екстрактори періодичної дії та перспективи їх промислового використання

Валентин Чорний, Тарас Мисюра, Наталія Попова, Володимир Зав'ялов
Національний університет харчових технологій

Вступ. Масштаби сучасного харчового виробництва на основі екстрактів і існуюча проблема найбільш повного вилучення цільових компонентів з рослинної сировини вимагають створення нового екстракційного обладнання, здатного ефективно її переробляти. Найбільш перспективними у цьому відношенні є екстрактори з вібраційною системою перемішування, які забезпечують інтенсивні гідродинамічні умови протікання процесу, сприяють зменшенню зовнішнього дифузійного опору і наближають активну поверхню взаємодіючих фаз до 100%.

Матеріали і методи. Розглянуто обладнання, що відноситься до віброекстракційної техніки періодичної дії і може бути використане у харчовій та фармацевтичній промисловості для екстрагування цільових компонентів з подрібненої рослинної сировини плодово-ягідного, кореневого та трав'яного походження.

Результати. В основу представлених апаратів закладена ідея такої конструкції віброекстрактора, яка забезпечить його придатність для малотоннажних виробництв, безперервне в усьому робочому об'ємі оновлення поверхні фазового контакту системи екстрагент-сировина і, як наслідок, збільшення продуктивності по вилученню водорозчинних сухих речовин при виробництві екстрактів.

Ці задачі вирішуються шляхом розроблення оригінальних конструкцій робочих органів (виконання їх гнучкими і наявність в них транспортуючих каналів), а також можливість регулювання в достатній діапазоні амплітуди і частоти коливань мембран (від електроmechanічного приводу).

У всіх запропонованих моделях застосовуються коливальні механізми, які при зворотно-поступальному русі верхньої частини контейнера створюють турбулентні пульсуючі потоки, спрямовані як до периферії апарату, так і до центральної його частини, усувають застійні зони і сприяють інтенсифікації процесу екстрагування на мікро-та макрорівні. Удосконалення коливального механізму, що забезпечує складний коливальний зворотно-поступальний рух контейнера "вгору-вниз", створюють турбулентний рух екстрагента і відповідно інтенсифікує процес. Представлені апарати забезпечують комбіновані фізичні ефекти з одночасною активізацією зовнішньої і внутрішньої дифузії. Серед них розглянуто екстрактор, в якому одночасно реалізується накладення на робоче середовище поля низькочастотних механічних коливань, поля високочастотних механічних коливань від електроmechanічного випромінювача і розрідження в робочому об'ємі апарату від вакуум-насоса. Ще в одній конструкції вакуум-віброекстрактора періодичної дії з дефлегмацією реалізується вплив на робоче середовище вібрації і розрідження з подальшою можливістю концентрування і відведення з апарату екстрагента і сконденсованих ароматичних речовин.

Висновки. Виконано огляд існуючих віброекстракторів, що дозволяє систематизувати їх. Аналіз сучасного стану віброекстракційного обладнання дає можливість передбачати шляхи підвищення ефективності конструкцій екстракторів з урахуванням потреб промисловості. Разом з тим, слід зазначити, що широке використання віброекстракторів в різних галузях харчової, фармацевтичної і хімічної промисловості стримується складністю гідродинаміки і недостатньою вивченістю їх масообмінних характеристик, що ускладнює конструювання і масштабування нових апаратів.

4. Особливості екстрагування бурштину та перспективи промислової реалізації процесу

Валентин Чорний, Тарас Мисюра, Володимир Зав'ялов

Національний університет харчових технологій

Вступ. Бурштин – природна скам'яніла викопна смола хвойних дерев у вигляді темних, прозорих і напівпрозорих каменів. Вилучені цільові компоненти з нього в невеликих кількостях використовують у парфумерії, фармацевтичній, харчовій та хімічній промисловості як лікувальний засіб, харчова добавка тощо. Разом з тим, на сьогодні не існує традиційних способів вилучення цільових компонентів з бурштину, а існуюче екстракційне обладнання має ряд суттєвих недоліків, пов'язаних з неможливістю працювати на сировині з низькою поруватістю шару твердої фази, необхідного для ефективного ведення процесу.

Матеріали і методи. Теорії масопередачі, оновлення поверхні фазової взаємодії, типові методики визначення якісних показників екстрактів. Пошукові електронні системи Google Scholar, Scopus, Web of Science, Research Gate, Science Direct.

Результати. Відомо, що бурштин складається з летючої ароматичної олії, двох розчинних фракцій смоли, бурштинової кислоти і 90% нерозчинного залишку. Вміст янтарної кислоти в бурштині коливається від 3 до 8%. Янтарна кислота (двохосновна карбонова кислота) – речовина, вперше отримана в XVII столітті методом перегонки бурштину. В подальшому почали отримувати штучну бурштинову кислоту (як побічний продукт при виробництві адипінової кислоти або методом гідрування малеїнового ангідриду), що дозволило значно розширити сфери її застосування: в харчовій промисловості, в рослинництві, птахівництві та тваринництві. В харчовій промисловості використовується в якості регулятора кислотності (Е363). Бурштинова кислота добре розчиняється у воді та спирті, погано в ефірі, нерозчинна в бензолі, бензині, хлороформі. Іншим природним медичним препаратом з бурштину є бурштинова олія, що відноситься до ряду ефірних та має антисептичну, імуностимулюючу дію, антивірусні властивості, володіє потужним збудливим ефектом, загоює рани. Важливим є здатність бурштину розбухати у воді. За досить короткий термін обсяг подрібненого бурштину збільшується на 8%. Раніше вважали, що вода проникає в бурштин по тріщинах, проте доведено про дифузійне насичення структури бурштину водою. Отже, враховуючи фізико-хімічні та морфологічні характеристики цієї сировини для вилучення розчинних сухих речовин перспективним може бути використання вакуум-віброекстрактора періодичної дії з дефлегмацією, розробленого на кафедрі ПАХВ НУХТ [1]. В основі цієї моделі лежить можливість забезпечення сумісної реалізації більшої кількості фізичних ефектів, які в комбінації, під час роботи апарата, активізують внутрішнє дифузійне переміщення цільових компонентів та поверхню контакту фаз і, як результат, поглиблене вилучення цільових компонентів із сировини з одночасним вловлюванням та подальшим виділенням ароматичних речовин, за рахунок дефлегмації.

Висновки. Аналіз літературних джерел свідчить про доцільність вилучення органічних кислот та ефірних олій віброекстрагуванням з дефлегмацією.

Література. 1. Пат. 131658 України на корисну модель, МПК В01Д 11/02(2006.01). Вакуум-віброекстрактор періодичної дії з дефлегмацією / Зав'ялов В. Л., Мисюра Т. Г., Попова Н. В., Рибачок А. В. — № у 2018 07954; заявл. 17.07.2018; опубл. 25.01.2019, Бюл. № 2

5. Дослідження кінетики екстрагування розчинних речовин з рослинної сировини та математичний опис процесу

Валентин Подолянчук, Валентин Чорний, Валерія Бондарук, Богдан Стефанюк,
Володимир Зав'ялов, Тарас Мисюра

Національний університет харчових технологій

Вступ. Основною стадією виробництва фітопрепаратів є екстрагування рослинної сировини, обумовлене загальними законами масопередачі, властивостями рослинної клітини й фізико-хімічною спорідненістю екстрагенту й речовин, що вилучаються. При цьому, конструювання екстракційної апаратури завжди було пов'язано з пошуком нових способів та форм забезпечення ефективної взаємодії фаз, але для малотонажного фармацевтичного виробництва зазвичай використовують періодичні методи екстрагування, але чіткого наукового обґрунтування вибраного способу немає. Тому нами зроблена спроба порівняти ефективність таких періодичних процесів (мацерація, перколяція, дегерування, настоювання) та виконати їх єдиний математичний опис.

Матеріали і методи. Лабораторний ротаційний випарювач, апарат Сокслета, перколятор, рефрактометр; теорії: масопередачі, оновлення поверхні фазової взаємодії; типові методики визначення якісних показників екстрактів. Оброблення експериментальних даних та розрахунки виконувались із застосуванням інтегрованих систем MathCAD, OriginPro 8.6.

Результати. Для досліджень використовувалась шипшина, липа, безсмертник і овес, які є поширеними на території України. Як екстрагент використовувалась вода. Співвідношення твердої фази та рідини становило 1:20 для всіх чотирьох видів сировини, температурний діапазон від 50 до 80 °С. Результати показали, що з підвищенням температури вміст розчинних сухих речовин в екстрагенті для плодів шипшини збільшується до 3,2 %, до 4,0 % для липи, до 4,0 % для безсмертнику та до 2,7% для вівса. Встановлено, що для усіх видів сировини після 76 °С не відбувається збільшення вмісту розчинних сухих речовин в екстрактах. Слід зазначити, що рівноважний стан настає після 100 хвилин при температурі 80 °С. При однакових умовах процесу безсмертник та квіти липи мають кращі екстракційні властивості. Мацерацію проводили при температурі 70 °С протягом двох діб. Тривалість процесу, великі втрати екстрагенту, неповне вилучення РСР, та низька якість екстрагенту відмічається як недолік методу. Перколяція виконувалась при температурі 70 °С з попереднім настоюванням в екстрагенті (4 год). При цьому, переважною була можливість максимального вилучення РСР при незначних витратах екстрагенту та часу на процес. Екстрагування в апараті Сокслета виконувалось на дистильованій воді при температурі 70° С з відбором відпрацьованої пари у вигляді конденсату в екстрактор. Результати дослідів узагальнювались екстракційними кривими, їх аналізом та математичним описом процесу з врахуванням основних положень теорії оновлення поверхні контакту фаз, що надавало можливість глибше осмислити і проаналізувати закономірності масообміну в умовах твердофазного екстрагування.

Висновки. Отримані результати свідчать про більшу інтенсивність зовнішнього масообміну на користь перколятора, в якому створюються умови відносного руху фаз. Цей факт підтверджує теорію оновлення поверхні контакту фаз за рахунок створення відповідних умов конвективної дифузії. Тобто вирішальну роль в процесі масопередачі відіграє не загальна, а заново утворена поверхня контакту фаз. Отримана математична модель перевірена на адекватність.

6. Математичне моделювання оптимальних розмірів обладнання для сатурації у цукровому виробництві

Павло Юшук, Інна Юшук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Викиди CO_2 промисловими підприємствами кожний рік збільшуються на 2,7 % і на 2015 вони на 60 % більші рівня 1990 року — базового року для Кіотського протоколу [1].

Матеріали і методи. На кафедрі інформатики (НУХТ, м. Київ) проведено роботу по оптимізації процесу розрахунку обладнання, що призначене для поглинання діоксиду вуглецю з метою нейтралізації гідроксиду кальцію при очищенні дифузійного соку в цукровому виробництві.

З цією метою була розроблена математична модель розрахунку технологічного процесу сатурації. На математичній моделі першої сатурації досліджувався вплив конструктивних розмірів апарату: діаметра апарату, висоти соку в апараті, і технологічних параметрів: вмісту CO_2 в сатураційному газі, витрат вапна на очищення, температури соку в апараті, швидкості спливання газових бульбашок на швидкість поглинання CO_2 лужним соком.

Результати. Результатом роботи є визначення того, що теоретичний розмір сатуратора менший від тих апаратів, що використовуються на цукрових заводах і змінюється від 2,5 до 2,1 метрів із збільшенням вмісту діоксиду вуглецю в сатураційному газі. Насичення діоксидом вуглецю сатураційного газу негативно впливає на коефіцієнт його використання. Із збільшенням вмісту CO_2 у газі у два рази ефективність його використання зменшується на 25%.

Так збільшення вмісту CO_2 в сатураційному газі з 20 до 36% приводить до практично пропорційного збільшення швидкості поглинання CO_2 сатураційним газом з $6,0 \cdot 10^{-4}$ до $9,0 \cdot 10^{-4}$ кмоль/с м³. При цьому збільшення діаметра апарату з 2-х до 3-х метрів дало лише незначний приріст швидкості поглинання на 2 - 3 % (рис. 1).

Так для заводу потужністю по переробці 3000 тисяч тон буряків на добу, з витратами на очищення 2,5% СаО до маси буряків і висотою соку в сатураторі 3,5 метри зменшення діаметра апарату з трьох до двох метрів і зменшення швидкості спливання бульбашок сатураційного газу від 0,3 до 0,1 м/с приводить до зростання швидкості поглинання CO_2 .

Висновки. Збільшення рівня соку в апараті від 3-х до 4-х метрів, при решті сталих параметрів, приводить до незначного збільшення, на $0,2 \cdot 10^{-4}$ кмоль/см³, а збільшення температури процесу від 65 до 75 °С до збільшення на $0,75 \cdot 10^{-4}$ кмоль/см³ швидкості поглинання CO_2 .

Література:

1. Разладин, Ю. С. Справочное пособие по экономии топливных энергоресурсов на предприятиях пищевой промышленности [Текст] / Ю. С. Разладин, С. Ю. Разладин. — К., 2016. — 582 с.
2. Fairbairn, E. M. R. Cement replacement by sugar cane bagasse ash: CO₂ emissions reduction and potential for carbon credits [Text] / E. M. R. Fairbairn, B. B. Americano, G. C. Cordeiro, T. P. Paula, R. D. Toledo Filho, M. M. Silvoso // Journal of Environmental Management. — 2015. — Vol. 91, № 9. — P. 1864–1871. doi:10.1016/j.jenvman.2015.04.008.

7. Вилучення біологічно активних речовин із рослинної сировини екстрагуванням

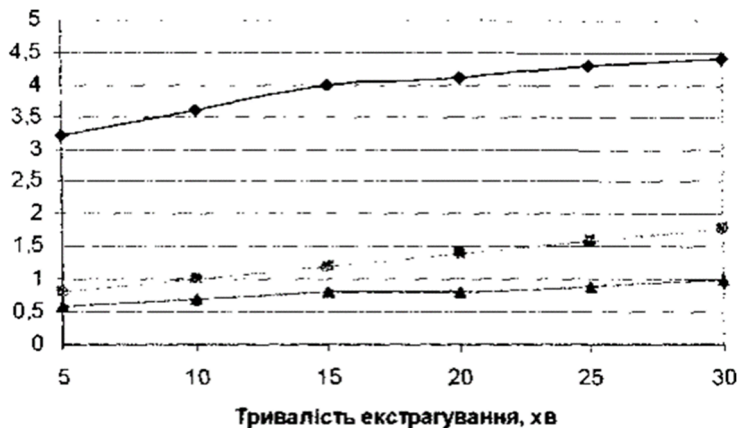
Ліліана Михальська, Лариса Зоткіна, Юлія Запорожець
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Екстрагування біологічно активних сполук із рослинної сировини є важливим технологічним процесом, підвищення ефективності якого впливає на техніко-економічні показники виробництва цілого ряду галузей промисловості. В роботі досліджено процес екстрагування біологічно активних речовин зі свіжого гарбуза.

Матеріали і методи. Матеріалом досліджень був свіжий гарбуз. Визначались залежності вмісту сухих речовин від температури, тривалості екстрагування, ступеня подрібнення та співвідношення кількості екстрагенту до кількості сировини.

Результати. Під час досліджень екстрагентом було вибрано воду, оскільки цільові компоненти гарбуза є водорозчинними сполуками.

Співвідношення екстрагенту і сировини «гідромодуль» варіювали як 1 : 1; 1,5 : 1; 2 : 1. Температуру екстрагенту змінювали від 30 до 60 °С. Протягом 30 хв через кожні 5 хв відбирали проби і визначали вміст сухих речовин (СР) в екстракті. Аналіз одержаних результатів (рис. 1) свідчить, що найприйнятнішим є подрібнення гарбуза на терці. Це зумовлено ступеням пошкодження клітин і збільшенням площі поверхні частинок.



◆ подрібнення на терці; ■ - кубики розміром 5 мм; ▲ - кубики розміром 10 мм

Рис. 1 - Найприйнятніші параметри процесу екстрагування (перехід екстрактивних речовин; 50 °С; гідромодуль 1,5:1,0)

На швидкість переходу екстрактивних речовин (СР) в екстракт впливає температура екстрагенту. Під час визначення потрібної температури екстрагування враховували доцільність енергетичних затрат, а також термочутливість цільових компонентів гарбуза, особливо вітамінів.

Література

1. Овочі і фрукти в нашому харчуванні. – Ужгород : Карпати, 1988. – 197 с.

8. Вилучення біологічно активних речовин із рослинної сировини екстрагуванням

Іван Дмитренко, Лариса Зоткіна, Юлія Запорожець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В роботі досліджено оптимальні параметри процесу екстрагування з лікарських трав біологічно активних речовин, які можна використовувати як компоненти при виробництві напоїв профілактичного призначення.

Матеріали і методи. Матеріалами для досліджень використовували лікарські трави, а саме меліса та календула. Процес контролювали за зміною вмісту сухих речовин в екстрагенті й твердій фазі, які визначали відповідно рефрактометричним методом і прямим інтервально-ітераційним розрахунком.

Результати. Під час досліджень як екстрагент використовували 20 % – ий водно-спиртовий розчин. Співвідношення фаз змінювали (1:1; 1:1,5; 1:2; 1:2,5). Використання водно-спиртової суміші зумовлено тим, що в календулі знаходиться значна кількість β – каротину, який є жиророзчинним вітаміном, тому його краще вилучати з сировини в екстракт, де екстрагентом є водно-спиртовий розчин, а не вода.

Отже з отриманих результатів можна вважати оптимальним режимом екстрагування меліси і календули 20 % водно-спиртовим розчином при модулі 1:1 і температурі процесу 60 °С. Для меліси – тривалість процесу 90 хв., для календули – 120 хв.

Нами проведені дослідження по визначенню таких макро- та мікроелементів як Са, Na, Fe, Cu.

Таблиця 1. Кількість макро- та мікроелементів у екстрактах календули і меліси.

Елементи	Кількість елемента, мг/мл			
	Тривалість екстрагування, хв.			
	30	60	90	120
Са	20/15,5	20/15,7	20/15,7	21/15,7
Na	0,28/0,13	0,285/0,148	0,288/0,15	0,28/0,155
Fe	3,7/0,32	3,8/0,34	3,8/0,34	4,1/0,47
Cu	0,68/0,18	0,77/0,18	0,74/0,18	0,67/0,18

В чисельнику кількість елемента в екстракті з календули, а в знаменнику – кількість елемента в екстракті з меліси.

Подальшим дослідженням було визначення вітаміну С у водно-спиртових екстрактах. Встановлено, що кількість вітаміну у екстракті становить 4,2 мг/100 г і не збільшується після 60 хв. екстрагування, а в водно-спиртовому екстракті календули 2,7 мг/100 г. В самій календулі міститься менше вітаміну С ніж у меліси і тому в екстракт з календули переходить менша кількість цього вітаміну.

Виходячи з отриманих результатів можна зробити висновок, що отримані екстракти з меліси та календули доцільно додавати до соків і отримати нові напої профілактичного призначення.

Література

1. Екстракція рослинної сировини / Ю.І. Сидоров, І.І. Губицька, Р.Т. Конечна, В.П. Новіков. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. – 336 с.

9. Удосконалення колонних абсорбційних апаратів із ситчастими тарілками

Дмитро Волошко, Олександр Марценюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ситчасті тарілки використовують для проведення процесів тепломасообміну в сорбційних і перегонних колонах. Вони можуть бути з переливними пристроями або без них, коли підвід газів в зону контактів з рідиною і відведення рідини з цієї зони здійснюється через одні й ті ж отвори.

Матеріали і методи. Зменшення витрати газової фази призводить до провалу рідини крізь отвори, що знижує ефективність роботи тарілок та викликає необхідність у повторному налагодженні режиму роботи колон. Тому, для ефективного контактування фаз під час утворення шару піни на тарілках необхідно ретельно дотримуватись відповідних витрат обох фаз.

Результати. Була проаналізована робота ситчастих тарілок та комбінованих ситчастих тарілок з двома зонами контакту фаз із переливними пристроями та бризкоуловлювальними пристроями над тарілками. Під час проходження газу крізь отвори на тарілках утворюється шар піни, висота якого залежить від ряду факторів і значною мірою від висоти зливного порогу.

Встановлено, що вільний переріз ситчастих тарілок регулюється кількістю отворів для проходження газу і може змінюватись від 5 до 15 % в залежності від вільного перерізу колон. Висота шару рідини в неспіненому стані коливається в межах від 50 до 70 мм.

Рівномірний розподіл рідини по ширині тарілок забезпечують за допомогою зливних планок. Застосування переливних пристроїв спрощує регулювання шару піни на тарілках і сприяє збільшенню діапазону їх стійкої роботи. Крім того, злив рідини дозволяє працювати в ширшому діапазоні навантажень.

Для удосконалення конструкції нами було запропоновано на полотні ситчастих тарілок розмістити насипну насадку спеціально підібраної форми, яка у разі припинення подачі газу щільно закриє отвори тарілок. Таким чином, насадка буде перешкоджати провалу рідини, що забезпечить більш стійку роботу даного апарата у ширшому діапазоні навантажень.

Висновки. Використання насипної насадки підвищує ефективність контакту фаз внаслідок розбивання частинок газорідної суміші і співударів між тілами насадки і одночасно запобігає провалу рідини під час зниження або припинення подачі парогазової фази.

Література

1. Коливання, пульсації і нестационарні режими у сорбційних процесах: монографія / О. С. Марценюк, О. Ю. Шевченко, Н. А. Ткачук, А. І. Маринін. - Київ: Кондор, 2017. - 472 с.

10. Оптимізація сумішей за симплекс-гатчастими планами Шаффе

Вікторія Христенко, Валентин Чорний, Тарас Мисюра, Наталія Попова
Національний університет харчових технологій

Вступ. Актуальним є використання рослинної сировини та продуктів її переробки в якості збагачувачів та визначення залежності властивостей глазурованих сирків від вмісту компонентів суміші з метою отримання максимальних вмісту вітаміну С та β -каротину. При цьому необхідно розглянути такі властивості багатокомпонентних систем, як функції складу, перехід до симплексної системи координат за допомогою діаграм. Для цього застосовуються симплекс-гатчасті плани Шаффе програми STATISTICA.

Матеріали і методи. У дослідженні була побудована матриця планування гратчастого плану Шаффе – симплекс вершинний план третього степеню за допомогою програми STATISTICA. Слід зазначити, що основною метою реалізації даної матриці планування експериментів є визначення співвідношення вмісту компонентів начинки глазурованого сирка, що забезпечує максимально високий вміст вихідних речовин у складі.

Результати. Для трифакторного експерименту симплекс-вершинного плану була побудована матриця на десять експериментів. Для чого обрано три компоненти складу начинки x, y, z , а саме лимонно-імбирний, брусничний та обліпиховий джеми та чотири вихідних параметрів експерименту, а саме вміст вітаміну С, β -каротину, титрована кислотність та органолептична оцінка – C, B, T, O відповідно. За підсумками проведених експериментів були побудовані області факторного простору по повній кубічній моделі залежності вмісту вітаміну С, β -каротину, титрованої кислотності та органолептичної оцінки. За допомогою рівнянь регресії повної кубічної моделі, математичним шляхом знайдено оптимальне співвідношення джемів для забезпечення максимальних вихідних параметрів. З метою знаходження оптимального співвідношення компонентного складу було розглянуто і знайдено локальні оптимуми за кожним вихідним параметром суміші. Було побудовано систему рівнянь, вирішення якої дозволило встановити наступні оптимальні параметри, що забезпечить оптимальні значення вмісту вітаміну С: $C = 90,85$, оптимальні значення вмісту β -каротину: $B = 112,03$, оптимальні значення титрованої кислотності: $T = 1,801$. При сумісному вирішенні багатокритеріальної задачі побудовано систему вирішення якої дозволило встановити наступні оптимальні параметри: $x = 0,11, y = 0,35, z = 0,54$, що забезпечить оптимальні значення вмісту вітаміну С, β -каротину, титрованої кислотності та органолептичної оцінки відповідно: $C = 46, B = 60,652, T = 1,552, O = 37$.

Висновки. Застосовано математико-статистичні методи аналізу з метою отриманих рівнянь регресії та діаграм залежностей вмісту вихідних параметрів, а саме вмісту вітаміну С, β -каротину, титрованої кислотності та органолептичної оцінки від співвідношень джемів шляхом симплексної системи координат. Математичним шляхом вирішено рівняння регресії оптимального співвідношення складу начинки для отримання максимального вмісту вихідних параметрів в готовому глазурованому сирку.

11. Утворення коливань в технологічних системах

Валентина Гущик, Олександр Марценюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розрізняють два основні способи інтенсифікації (збільшення швидкості перебігу) технологічних процесів: характерний для стаціонарних процесів спосіб підвищення рушійної сили і зменшення опорів процесам перенесення кількості руху, теплоти, маси; спосіб зміни стаціонарності процесів внесенням у систему збурень за допомогою зміни окремих параметрів системи.

Матеріали і методи. Порушення стаціонарності перебігу процесу можна досягти за допомогою будь-яких способів впливу на систему: механічних (вібрації апаратів та їх частин, пульсації середовищ), фізичних (електричного і магнітного поля, акустичних коливань), фізико-хімічних (температура, в'язкість, тиск).

Результати. Технічні системи, в яких відбуваються процеси характеризуються нерозривними зв'язками між усіма параметрами, така зміна величини будь-якого параметра, згідно з принципом Ле-Шательє, призводить до перебудови всіх інших параметрів і встановлення їх на інших значеннях, які відповідають новим умовам термодинамічної рівноваги. Наприклад, зміна температури процесу супроводжується зміною тиску, густини і в'язкості продуктів, закономірностей фазової рівноваги, об'єму і характеру течії середовища, турбулізації потоків і як наслідок приводить до більш інтенсивного тепло-масообміну під час перебудови параметрів.

Оскільки всі технологічні системи мають пружні та інерційні властивості, то змінені характеристики системи, прямуючи до нових значень виконують коливання, витрачаючи на це енергію, раніше накопичену системою. Тобто, на інтенсифікацію процесів за допомогою коливань значною мірою використовується енергія самої системи. Інтенсивність зміни параметрів залежить від амплітуди коливань. Накладаючи на систему додаткові збурення в періоди наростання амплітуди коливань, можна тривалий час підтримувати коливальні процеси і забезпечувати високий рівень технологічних перетворень.

Для накладання коливань можна використовувати будь-які характеристики системи, але зручно використовувати більш доступні, які швидко поширюються на весь об'єм середовища, наприклад, зміни тиску або напрямку руху продуктів.

Висновки. Накладання коливань внесенням порівняно невеликої кількості додаткової енергії в періоди наростання амплітуди коливальних явищ дозволяє зменшити енергетичні витрати на інтенсифікацію процесів порівняно зі способом постійного підвищення рушійних сил у стаціонарних процесах.

Література

1. Коливання, пульсації і нестаціонарні режими у сорбційних процесах: монографія / Марценюк О.С. та ін.-К.:Кондор-Видавництво, 2017.-472с.

12. Механізм фільтрування з використанням допоміжних фільтрувальних речовин

Ігор Пастушенко, Олександр Марценюк

*Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

Вступ. Фільтрування широко поширене в харчовій промисловості і полягає в розділенні суспензій крізь пористі фільтрувальні перегородки, які затримують тверді частинки.

Матеріали і методи. Залежно від типу фільтрувальних перегородок і властивостей твердих частинок суспензій розрізняють фільтрування з утворенням осаду на поверхні фільтрувальних перегородок і фільтрування з поступовим закупорюванням пор фільтрувальних перегородок.

Якщо концентрація частинок у суспензії менша 0,5 % мас і частинки дуже дрібні, вони можуть не затримуватись перегородками; сильно стисливі частинки можуть швидко закупорювати пори або утворювати над перегородками щільний осад, який перекриває доступ суспензії до фільтрувальних перегородок. У таких випадках використовують фільтрувальні допоміжні речовини (ФДР).

Результати. Використання ФДР збільшує концентрацію і розмір домішок суспензії, збільшує пористість і зменшує опір осаду, підвищуючи у кілька разів продуктивність фільтрувальних установок. До основних ФДР відносяться діатоміт (кизельгур) перліт, целюлоза, азбест, вугілля. Найбільш поширений діатоміт – скам'янілі рештки панцирів мікроскопічно малих морських одноклітинних організмів – діатомей. Основною складовою очищеного обробленого діатоміту є дрібні голчасті та ланцетоподібні частинки, які утворюють осади з високою пористістю – до 70 % у вітчизняних і до 85...90 % у американських ФДР. Нижча пористість європейських діатомітів пояснюється більшою кількістю в них домішок, переважно у вигляді дископодібних бляшок.

Використовують два основні методи застосування ФДР.

1 – нанесення попереднього шару допоміжної речовини товщиною 0,5...1,5 мм на фільтрувальну перегородку з метою запобігання її закупорювання домішками суспензії; 2 – додавання ФДР у суспензію при ретельному перемішуванні з метою розподілу частинок суспензії у порах каркасу осаду допоміжної речовини, при якому в осаді залишаються пори для проходження очищеної рідини. Часто обидва методи комбінують.

Висновки. Чим більше проявлена нестислива голчаста структура ФДР, тим ефективніше їх використання в процесах фільтрування цукрових сиропів, пива, вина, рослинних олій, фруктових соків.

Література

1. Лейккос И.М. Фильтрование с применением вспомогательных веществ. – К.: Техніка, 1975. – 192 с.

13. Розроблення високоефективних способів сушіння рослинної сировини

Тетяна Бурлака, Іван Малежик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сушіння є одним з найпоширеніших і найстаріших методів збереження високовологих матеріалів. В розвинених країнах сушіння потребує значних витрат енергії: 10-25 % від загальних витрат усієї виробленої енергії використовується у всіх галузях промисловості, з яких 20-25% використовується харчовою промисловістю. Отже, енергія разом з тимчасовою ефективністю є однією з найбільш значущих конструктивних і експлуатаційних параметрів у харчовій промисловості.

Матеріали і методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів сушіння високовологих матеріалів.

Результати. Відомо, що промислові сушарки споживають близько 12 % від загальних витрат усієї виробленої енергії. Джерела енергії, що базуються на викопних видах палива, використання яких різко зросло протягом останніх трьох десятиліть, особливо в розвинених країнах, не є відновлюваними ресурсами. В зв'язку з цим, з часом, вартість сушіння може зрости на 60-70 %. Ця проблема актуальна і для харчової промисловості, на всіх етапах виробництва продуктів харчування.

У зв'язку з цим одним із перспективних і економічно доцільних напрямів отримання зневоднених продуктів вважається спосіб комбінованого сушіння та розробка нових сушильних установок з комбінованими режимами, які будуть більш економічно ефективними та менш шкідливими для навколишнього середовища.

Впровадження екологічно безпечних способів сушіння є повільним через багато факторів, але найчастіше причиною цього є короткострокова економічна прибутковість. Одним з конструктивних рішень для реалізації способу комбінованого сушіння є використання теплових насосів, що забезпечить економічні та екологічні переваги та дозволить контролювати вміст вологи і температуру нагрітого повітря, а також забезпечуватиме відновлення прихованої теплоти випаровування вологи з потоку відпрацьованого повітря, що втрачається при відведенні з сушарки у навколишнє середовище.

Висновки. Вдосконалення технології та розробка нових сушильних установок комбінованого типу сушіння високовологих матеріалів є актуальною задачею харчової промисловості. Розробка нових сушильних установок з комбінованими режимами дозволить збільшити рушійну силу процесу сушінням.

Література

1. Пат. 112348 України, МПК А 23 В 7/02 (2006.01). Радіаційно-конвективна сушильна установка / І. В. Дубковецький, І. Ф. Малежик Т. В. Бурлака, Л. В. Стрельченко — № U 2014 11435, заявл. 20.10.14; опубл. 25.08.16, Бюл. №16.

2. Малежик І. Ф. Дослідження кінетики комбінованого методу сушіння грибів глива / І. Ф. Малежик, І. В. Дубковецький, Т. В. Бурлака, Л. В. Стрельченко // ОНАХТ, Наукові праці, —2014. —№ 45. —Т.2. —С. 46-50.

14. Математичне моделювання конвективно - терморадіаційного сушіння рослинної сировини

Тетяна Бурлака, Іван Малежик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Теплофізичний процес сушіння визначає переміщення тепла й вологи крізь товщину продукту, в той час коли технологічний являє собою сукупність процесів переміщення вологи й тепла, що супроводжуються хімічними, біохімічними й структурно-механічними змінами. Питання математичного моделювання процесу сушіння на сьогоднішній час є актуальним, так як визначає терміни їх тривалого зберігання.

Матеріали і методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів сушіння високовологих матеріалів.

Результати. Математична модель процесу сушіння формулюється на основі узагальненого закону переміщення вологи, що враховує потік вологи, як у вигляді пари, так і у вигляді рідини, викликаний наявністю у вологому матеріалі градієнта вологості і градієнта температури.

Загальний потік вологи в середині матеріалу дорівнює:

$$j = -a_m \rho_0 \nabla W - a_m^T \rho_0 \nabla T - a_m^P \rho_0 c_p^a \nabla P \quad (1)$$

де ρ_0 - густина вологи, кг/м³; a_m - коефіцієнт дифузії, м²/с; a_m^T - коефіцієнт термодифузії, м²/с · 1/К; a_m^P - коефіцієнт бародифузії, м²/с · 1/Па; ∇W - градієнт вологовмісту, 1/м; ∇T - градієнт температури, К/м; ∇P - градієнт тиску, Па/м.

У цьому рівнянні кожний із членів описує внесок у результуючий потік маси окремих фізичних явищ: молекулярної дифузії, термодифузії, конвекційного масоперенесення за рахунок внутрішнього тиску газу та конвекційного перенесення вологи, викликаного зміною форми та об'єму тіла внаслідок деформації, спричинених зсіданням або набряканням.

В рівнянні теплопереносу необхідно додати доданок, що відповідає за інфрачервоний нагрів. Коефіцієнт поглинання будемо позначати A .

$$q(\tau) = Aq(\tau) \exp(k(R-r))$$

де r – поточний радіус, м; q_0 – густина теплового потоку, яка направлена на (сприймається) поверхню, Дж/(м²·с); μ – коефіцієнт послаблення, ω – коефіцієнт відбивання.

Висновки. Внаслідок залежності характеристичного розміру області перенесення теплоти і маси від часу до цього типу завдань в загальному випадку не застосовуються класичні методи розділення змінних та інтегральних перетворень Фур'є, тому що в рамках математичної фізики не вдається узгодити рішення рівнянь тепло- і масопровідності з рухомою межею. Одним з методів, які можна застосувати до такого класу задач, є метод функціональних перетворень або, як його називають, метод перекладу крайової задачі узагальненого типу в класичну задачу.

Література

1. Пат. 112348 України, МПК А 23 В 7/02 (2006.01). Радіаційно-конвективна сушильна установка / І. В. Дубковецький, І. Ф. Малежик Т. В. Бурлака, Л. В. Стрельченко — № U 2014 11435, заявл. 20.10.14; опубл. 25.08.16, Бюл. №16.

15. Перспективи використання сушильних установок комбінованої дії як джерела збереження енергії

Тетяна Бурлака, Іван Малежик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сушіння - це процес, який вимагає високої енергії через високу приховану теплоту випаровування води та відносно низьку енергоефективність промислових сушарок. В останні роки було багато досягнень пов'язаних з промисловим сушінням матеріалів. Це чинить позитивний вплив як з точки зору покращення якості продукції, так і з точки зору підвищення енергоефективності. Виникають нові способи, що використовують різні фізичні явища для поліпшення вже відомих способів сушіння

Матеріали і методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів сушіння високовологих матеріалів.

Результати. Швидкі темпи розвитку науки і техніки, у поєднанні з постійною зміною вимог до життя сучасного суспільства, створили необхідність збереження природних ресурсів. Вимоги сучасної цивілізації задовольняються за рахунок скінчених запасів викопного палива, активний видобуток яких може мати катастрофічні наслідки. В даний час акцент поступово зміщується у напрямку пошуку змін, які не впливають на екологію і є менш вагомими для соціальної свідомості.

На сьогодні понад 85% всіх промислових сушарок мають конвективний тип. Спільною особливістю цих сушарок є високі витрати енергії. Більшість конвективних сушарок нераціонально використовують нагріте і відпрацьоване повітря, яке просто викидається безпосередньо в навколишнє середовище, що призводить до погіршення енергоефективності системи і в кінцевому рахунку, до підвищення вартості висушених продуктів. Деякі системи дозволяють утилізувати відпрацьоване тепло, що може істотно підвищити загальну енергетичну ефективність сушарки. У порівнянні з сушінням за допомогою нагрітого повітря, неконвективні способи сушіння ще не внесли значних результатів у промисловість з різних причин.

Хоча фундаментальні знання про процес сушіння, тобто, теорії тепло- і масообміну, і термодинамічні та теплофізичні властивості робочих рідин добре досліджені, але поєднання різних додаткових фізичних ефектів ускладнює взаємодію між ними і призводить до утворення складних систем які потребують подальших досліджень.

Висновки. Впровадження екологічно безпечних способів сушіння є повільним через багато факторів, але найчастіше причиною цього є короткострокова економічна прибутковість. Створення та впровадження в промислове виробництво установок комбінованої дії дозволять підвищити ефективність процесу сушіння і знизити питомі витрати теплової енергії на одиницю продукції, що випускається

Література

1. Пат. 112348 України, МПК А 23 В 7/02 (2006.01). Радіаційно-конвективна сушильна установка / І. В. Дубковецький, І. Ф. Малежик Т. В. Бурлака, Л. В. Стрельченко — № U 2014 11435, заявл. 20.10.14; опубл. 25.08.16, Бюл. №16.
2. Малежик І. Ф. Дослідження кінетики комбінованого методу сушіння грибів глива / І. Ф. Малежик, І. В. Дубковецький, Т. В. Бурлака, Л. В. Стрельченко // ОНАХТ, Наукові праці, —2014. —№ 45. —Т.2. —С. 46-50.

16. Збільшення терміну придатності яблучних снєків

Людмила Стрельченко, Ігор Дубковецький, Іван Малєжик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Підвищення якості яблучних снєків в процесі зберігання готового продукту та подовження його терміну придатності завдяки штучно створеним умовам в упаковці.

Матеріали і методи. Матеріалом досліджень були яблучні снєки, упаковка для снєків та газова середовище, яке за допомогою вакуумної машини створюється в упаковці з метою збереження хімічного складу продукту.

Результати. Упакування яблучних снєків здійснювалось в у комбіновану плівку з трьох шарів, кожен з яких має певну функцію, і в цілому при таких умовах подовжується термін придатності продукту. Комбінована плівка складається з шару поліетилентерефталату (PET), шару алюмінію та шару цілофану.

Шар поліетилентерефталату (PET) забезпечує високу ударостійкість та міцність упаковки на розрив, що робить тару практичною у використанні. Дана складова упаковки виступає лише зовнішнім (захисним) шаром.

Присутність в комбінованій плівці шару алюмінію (Al) виконує бар'єрні функції – забезпечує світлонепроникність, цим самим оберігаючи вміст вітаміну С в продукті від руйнування сонячним світлом; вологонепроникність виключає можливість проникнення вологості, яка міститься в навколишньому середовищі потрапляти в середину упаковки, дана бар'єрна функція забезпечує відповідність зберігання гігроскопічних продуктів, якими є яблучні снєки; газонепроникність виключає можливість проникнення сторонніх запахів та смаків в середину упаковки, які б могли вплинути на погіршення якості упакованих яблучних снєків.

Присутність шару поліетилену (PE) забезпечує внутрішній шар, в якому безпосередньо знаходиться продукт і виконує функцію формування упаковки та зварювання з зовнішніми шарами плівки з всіма шарами упаковки. Даний шар є безпечним для харчових продуктів і не вступає в реакції з готовим продуктом.

Яблучні снєки масою 30 г пакували в комбіновану плівку, поміщали у вакуумну машину та за допомогою вакууму видаляли повітря з об'єму упаковки, після цього вакуумна машина наповнювала об'єм упаковки харчовою газовою сумішшю $\text{CO}_2 : \text{N}_2$ при співвідношенні 30 : 70 %. Така концентрація суміші обумовлена оптимальними параметрами зберігання яблучних снєків. CO_2 та N_2 при таких концентраціях недопускають розвитку більшості шкідливих мікроорганізмів, зокрема аеробних. Тому виключається можливість розвитку гнилісних та пліснявих мікроорганізмів, які б могли негативно вплинути на якість готового продукту. Дана харчова суміш сприяє збереженню харчової цінності яблучних снєків, оскільки направлена на нейтралізацію кисню (O_2) в упаковці, що значно уповільнює процеси дихання та старіння продукту. Завдяки цьому зберігається хімічний склад яблучних снєків та подовжується їх термін зберігання.

Висновок. На подовження терміну зберігання снєків впливає їх вихідна якість (вологість, %), упаковка та умови, які створюються в упаковці на період терміну зберігання, завдяки цьому термін споживання продукту подовжується до 18 місяців.

Література

1. Спосіб виробництва яблучних снєків Патент на винахід України № 113587 МПК A23L 19/8, A23B 7/02 [Текст] / Малєжик І.Ф., Дубковецький І.В., Бандуренко Г.М., Стрельченко Л.В. – а 201511035; заявл. 11.11.2015 ; опубл. 10.02.17, Бюл. № 3.

17. Зберігання яблучних снеків в прогресивній тарі

Людмила Стрельченко, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Яблучні снеки відносяться до гігроскопічних продуктів харчування, і в процесі неправильного зберігання можуть вбирати в себе вологу з навколишнього середовища, що призведе до зміни хімічного складу продукту (тьмяність кольору, втрати запаху, можливість виникнення сторонніх запахів та присмаків), тому виникає необхідність збереження продукту в процесі зберігання.

Матеріали і методи. Матеріалами досліджень виступали яблучні снеки та деякі варіанти упаковок: упаковка з комбінованих матеріалів папір та поліетилен, ламінована упаковка та картонна упаковка.

Результати. В процесі досліджень пов'язаних з упакуванням яблучних снеків було обрано декілька варіантів упаковок, серед яких обирали упаковку, яка сприяє максимальному збереженню хімічного складу продуктів. Після наповнення упаковок яблучними снеками масою 30 г здійснювали термозапаювання (для ламінованої упаковки та комбінованої упаковки з паперу та поліетилену) та періодично паралельно для всіх снеків запакованих в різних упаковках проводили дослідження. В ході досліджень снеки упаковані в картонну коробку мали значно вищу активність води, ніж при їх упакуванні на зберігання. Тому упаковка для зберігання яблучних снеків має відповідати певним характеристикам, які забезпечать збереження продукту.

Упаковка, яка має використовуватися для упакування яблучних снеків повинна бути виконана з світло-, газо-, вологонепроникного матеріалу, завдяки цим характеристикам зберігається хімічний склад продукту в процесі зберігання та подовжується термін його зберігання. Світлонепроникність в упаковці забезпечує збереження вітаміну С, який є нестійким в присутності світла, це в свою чергу сприяє збереженню хімічного складу продукту в процесі зберігання. Газонепроникний шар в упаковці також забезпечує збереження вихідного хімічного складу продукту, оскільки гази з зовнішнього середовища можуть потрапити в середину і спричинити сторонній запах або смак в продукті, що вважається браком. При неправильних умовах зберігання газ, що потрапив до упаковки може бути шкідливим і це може призвести до харчових отруєнь, тому щоб уникнути даних ризиків в упаковці має бути газонепроникний шар. Вологонепроникний шар упаковки виконує бар'єрну функцію і виключає можливість потрапляння вологи в середину. Це є вкрай важливо, оскільки надмірна вологість може призвести до псування продукту. Розвиток плісняви або гнилісних мікроорганізмів на окремому шматочку снеку спричиняють цілковите зараження всієї упаковки з продуктом, що є браком і така продукція не допускається до реалізації.

Прогресивна тара має складатися з декількох шарів, які володіють світло-, газо-, вологонепроникністю. Окрім цього, тара має володіти міцністю і стійкістю до зовнішніх факторів з метою мінімізації розриву упаковки, так як пошкодження цілісності упаковки є браком продукції.

Висновок. Яблучні снеки мають упакуватися в упаковку, яка забезпечить відповідні умови зберігання для даного виду продукту та сприятиме збереженню хімічного складу в процесі зберігання.

Література:

1. Спосіб виробництва яблучних снеків Патент на винахід України № 113587 МПК A23L 19/8, A23B 7/02 [Текст] / Малежик І.Ф., Дубковецький І.В., Бандуренко Г.М., Стрельченко Л.В. – а 201511035; заявл. 11.11.2015 ; опубл. 10.02.17, Бюл. № 3.

18. Проектування радіаційно-конвективної сушильної установки з тепловим насосом

Ігор Дубковецький, Людмила Стрельченко, Ярослав Черніснко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Підвищення ефективності промислових виробництв та його технічне переоснащення є однією із важливих умов успішної реалізації програми розвитку нашої держави.

Матеріали і методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів інтенсифікації процесу сушіння рослинної сировини.

Результати. При висушуванні високовологих матеріалів при одночасному конвективному (що підігрівастся у конденсаторі) і ІЧ-енергопідведенні в імпульсному режимі нагрів-охолодження не відбувається розтріскування і деформація матеріалу і зменшується в поверхневому і приповерхневому шарах термодифузія, спрямована всередину нарізаного шматочками продукту, що поліпшує умови переміщення вологи з внутрішніх шарів до зовнішніх. Що призводить до підвищення якості кінцевого продукту, скорочення енерговитрат і прискорення процесу сушіння. Встановлені контактні датчики на вході і виході сушарки, дозволяють забезпечити по температурі повітря включення в імпульсному режимі конденсатор теплового насосу і інфрачервоні випромінювачі. При взаємодії енергії інфрачервоного випромінювання і теплоти конденсатора теплового насосу прискорюється процес сушіння і зменшуються енерговитрати. Встановлені термопари, що занурені в продукт, які направляють сигнал на регулятор температури і через реле включають по температурі продукту в імпульсному режимі «нагрів – охолодження» конденсатор теплового насосу і інфрачервоні випромінювачі, дозволяють не допускати перегрівання продукту і підвищують якість кінцевого продукту. Встановлені датчики вологості повітря, які направляють сигнали на регулятор відносної вологості повітря і через реле відбувається включення і виключення в імпульсному режимі «нагрів – охолодження» подачу в конденсатор теплового насоса нагрітого холодоагенту і інфрачервоні випромінювачі разом чи окремо з різною відносною вологістю повітря, дозволяють здійснювати контроль за зміною кількості вологи не тільки в продукті, а й в теплоносії, що призводить до підвищення якості кінцевого продукту.

Для зменшення енерговитрат відпрацьований теплоносієм направляється в циркуляційну трубу, а потім потрапляє до розподільчого механізму повітря, який може бути виконаний у вигляді шибера для часткового перекривання труб чи іншої конфігурації. При проходженні через розподільчий механізм частина відпрацьованого теплоносія всмоктується відцентровим вентилятором і охолоджує конденсатор теплового насоса, а інша засмоктується у випарник теплового насоса осьовим вентилятором. Для уникнення застійних зон і рівномірного розподілу повітря передбачені технологічні канали для додаткової подачі і відведення повітря, що розміщені в бокових стінках сушарки. Канали дозволяють забезпечувати крім поздовжнього руху (знизу вгору), ще й поперечний рух. Розміщення каналів повітря знизу і зверху вузлів терморадіаційних випромінювачів із одночасною подачею знизу вгору повітря призводить до турбулізації потоків повітря при незначних швидкостях. Утворення турбулентних потоків над поверхнею висушуваного продукту призводить до інтенсивнішого видалення з прилежового шару продукту вологи. При цьому прискорюється процес сушіння і зменшуються енерговитрати. Передбачене чотирьохстороннє опромінення продукту в центрі лотка від випромінювачів, закріплених на різних бокових стінках сушарки, і опромінюють лоток знизу і зверху в найдаальших кутках рефлектора, призводить до підвищення якості кінцевого продукту, за рахунок рівномірного опромінення продукту по всій поверхні лотка.

Таким чином, створення науково-технічних основ конвективно-терморадіаційного сушіння з метою вдосконалення технології та техніки сушіння є актуальною задачею, яка має важливе народногосподарське значення для інтенсифікації процесів сушіння.

Висновки. Запропонований конвективно-терморадіаційний спосіб відкриває перспективну можливість для проектування та впровадження промислового вискоефективного сушильного агрегату з подальшою заміною застарілих сушильних установок на заводах харчової промисловості.

Література.

1. Пат. 112348 України, МПК А 23 В 7/02 (2006.01). Радіаційно-конвективна сушильна установка / І. В. Дубковецький, І. Ф. Малезик Т. В. Бурлака, Л. В. Стрель-ченко — № U 2014 11435, заявл. 20.10.14; опубл. 25.08.16, Бюл. №16.

Section 15

**Physical and mathematical
principles of technological
processes**

Секція 15

**Фізико-математичні основи
технологічних процесів**

15.1.

Physics

Chairperson – associate professor Svitlana Litvynchuk

Secretary – associate professor Mykhailo Lazarenko

15.1.

Фізика

Голова – доцент Світлана Літвинчук

Секретар – доцент Михайло Лазаренко

1. Фотодіоди

Валентина Жовтюк, Олексій Іщенко, Нікіта Шумкін, Михайло Лазаренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фотодіоди використовуються в побутових електронних пристроях, зокрема програвачах компакт-дисків, детектори диму, приймачах для пультів дистанційного управління. Фотодіоди часто використовуються для точного вимірювання інтенсивності світла в науці та промисловості.

Матеріали і методи. Фотодіод — це приймач оптичного випромінювання, який перетворює падаюче на його фоточутливу область світла в електричний заряд за рахунок процесів в p-n-переході. Структура будь-якого фотодіода містить монокристал напівпровідника, що має один або кілька електричних переходів, де присутня збіднена область з сильним електричним полем, в якій здійснюється поділ електронно-доручених пар, народжених оптичним випромінюванням.

Результати. Фотодіод можна класифікувати як напівпровідниковий діод, в якому використовується залежність його вольт-амперної характеристики від освітленості. Конструкція діодів виконується таким чином, щоб їх активна область була здатна ефективно сприймати оптичне випромінювання. Для цього в корпусі діода є прозоре вікно, за яким поміщається світлочутлива область напівпровідникового кристала. Фотодіод може працювати в двох режимах:

- фотогальванічний - без зовнішньої напруги
- фотодіодний - із зовнішньою зворотною напругою

Фотодіоди зазвичай включаються в зворотному напрямку, при цьому напруга зсуву не така велика, щоб викликати лавинний пробій.

Принцип дії. Коли фотон, що має достатню енергію, потрапляє на фотодіод, в останньому відбувається внутрішній фотоефект: фотон збуджує електрон з матеріалу діода, таким чином створюючи пару носіїв заряду: вільний електрон і позитивно заряджену дірку. Якщо поглинання відбувається в області збіднення напівпровідника, ці нові носії виносяться з області її власним електричним полем. Завдяки цьому дірки рухаються до анода, а електрони до катода, і виникає фотострум. Струм фотодіода визначається струмом неосновних носіїв (дрейфовий струм).

Найбільш важливими параметрами фотодіодів як фотоприймачів є: квантова ефективність, монохроматична чутливість, час ФОТОвідповідь і шуми, що визначають чутливість приймачів.

Переваги фотодіодів: простота технології виготовлення і структурне поєднання високої фоточутливості та швидкодії; малий опір бази; мала інерційність.

Недоліки фотодіодів: складність виготовлення і висока вартість; великі робочі напруги і велика (марно витрачається) потужність; робота лише в режимі посилення малих сигналів; жорстка стабілізація робочої напруги і температури.

Висновки. Фотодіоди володіють малими темновими струмами, досягнутими за рахунок мінімізації площі зворотного контакту і забезпечують величину чутливості, близьку до чутливості звичайного, стандартного фотодіода, виготовленого за стандартною технологією, з суцільною металізацією зворотного боку кристала.

Література

<https://stud.com.ua/83163/tovarovnavstvo/fotodiodi>

2. Полярне сяйво

Олександр Соловйов, Олексій Михайловський, Михайло Лазаренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Полярне сяйво – одне з найгарніших, найграндіозніших і найвеличніших явищ природи. Дехто думає, що воно виникає лише на півночі і називають його “північне сяйво”. Але це неправильно тому, що воно спостерігається як в північних, так і в південних полярних та приполярних районах.

Матеріали і методи. спробуємо, розглянути більш докладно процес виникнення полярного сяйва. Весь процес починається всередині зірки нашої галактики - Сонце. Як відомо, воно являє собою «вируючий казан», в якому безперервно протікає термоядерний синтез. Періодично з поверхні Сонця відбуваються викиди заряджених частинок, що називаються сонячними спалахами. Деякі з таких викидів бувають дуже сильними і подорожують крізь нашу галактику, і, іноді, на шляху їх переміщення виявляється наша планета.

Результати. Частота, розміри і тривалість полярного сяйва безпосередньо залежать від активності на Сонці, яка в свою чергу підпорядковується декільком циклами. Перший з них - річний, через який сяйва найбільш часто трапляються в кінці осені і початку весни. 11 річний цикл був причиною підвищеної сонячної активності в 1990 і 2001 роках, а 23-річний в 2000 році. Також існують 87, 210, 2300 і навіть 6000-річний цикли, які також здійснюють свій вплив.

Наша планета являє собою великий магніт з північним і південним полюсами. Як і будь-який магніт, Земля володіє магнітним полем, лінії якого виходять з південного полюса і входять в північний. Коли сонячні частинки досягають її магнітного поля, то магнітне поле представляється бар'єром для них.

Тому частина сонячних частинок обтікають Землю, а частина пробивають захист у найбільш уразливих місцях - північному і південному полюсах, поширюючись вздовж ліній магнітного поля, і проникають в іоносферу. В результаті їх взаємодії з магнітним полем виникають ті барвисті ефекти, які ми називаємо полярним сяйвом.

Висота в свою чергу визначає атмосферний склад, тобто процентне співвідношення газів, що входять до неї. Кисень викликає появу жовтого і червоного кольорів. Іони азоту викликають появу червоного, блакитного та фіолетового кольорів. Якщо атмосфера містить суміш кисню та азоту, то ми бачимо зелене полярне сяйво.

У рідкісних випадках, полярне сяйво можна спостерігати і далеко від полярного кола. Це відбувається в період піку сонячної активності. Також причиною цьому може послужити неоднорідність магнітного поля Землі, тобто області земної поверхні, де спостерігається слабке або зворотне по полярності поле.

Висновок. Ескімоси вважають, що північне сяйво – це світло, що падає з вікон незримого палацу. Його населяють душі померлих мисливців, а внизу палацу палає полярна зірка. Насправді ж полярне сяйво – фізичне явище, що утворюється в атмосфері під дією магнітного поля і зберігає життя на Землі.

Література

1. <https://dovidka.biz.ua/polyarne-syayvo-yak-fizichne-yavishhe/http://tsikave.ostriv.in.ua/publication/code-45F99A6569CB9/list-22AE31EDF27>
2. <https://procikave.com/shho-take-pivnichne-syayvo>

3. Регульоване газове середовище для зберігання овочів і фруктів

Максим Кропотов, Іван Бондаренко, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Регульоване газове середовище (РГС) - це штучно створена атмосфера, де концентрація газів відрізняється від природного (кисень: 21%, азот: 78%, вуглекислий газ: 0,03% і т.д.). Вид технології і склад газового середовища вибирається в залежності від виду овоча або фрукта, від поставлених завдань зберігання, температурного режиму, відносної вологості, і інших чинників. РГС вирішує основне завдання збільшення періоду збереження плодової продукції.

Матеріали і методи. Найбільш популярні кілька технологій застосування регульованої атмосфери для зберігання:

Регульована атмосфера з традиційним вмістом кисню (3-4%) і вуглекислого газу (3-5%) (Traditional Controlled Atmosphere - TCA). При зберіганні в атмосфері з таким низьким вмістом кисню, овочі та фрукти зберігаються твердими і свіжими. Поразка плодів засмагою виключена.

Регульована атмосфера з над швидким зниженням рівня кисню (Initial Low Oxygen Stress - ILOS). Зниження рівня кисню відбувається за короткий час, з нормальною концентрації до 5%. Регульована газове середовище з ультранизьким вмістом кисню (менше 1-1,5%) (Ultra Low Oxygen - ULO), і з вмістом вуглекислого газу (0-2%). При зберіганні в атмосфері з таким низьким вмістом кисню, овочі фрукти зберігаються твердими і свіжими. Поразка плодів засмагою виключена.

Результати. При використанні камер з регульованим газовим середовищем, фізіологічні процеси в зберігається продукції сповільнюються, в результаті чого збільшується її термін придатності. Продукт впадає в сплячку, так би мовити. Необхідні умови досягаються шляхом створення і підтримки спеціальної захисної атмосфери в камері.

Зниження рівня кисню в повітрі уповільнює дихання і знижує метаболізм важливих поживних речовин. При створенні регульованого газового середовища метою є підтримка кисню на максимально низькому рівні для того, щоб зберегти ці поживні речовини, а, отже, і якість продукції.

Експериментальними дослідженнями і виробничим досвідом доведена економічна ефективність зберігання плодів і овочів в умовах і РГС в порівнянні зі звичайним холодильним зберіганням. В середньому ж в порівнянні зі звичайним холодильним зберіганням плоди і овочі в умовах модифікованої і регульованої атмосфери зберігаються на 40-90 днів довше при одночасному зниженні природних втрат в 1,5-3 рази і збільшенні виходу стандартної продукції на 10-35%.

Висновок. Регульована газове середовище сприяє збільшенню тривалості зберігання і, відповідно, більш високих цін реалізації, досягається суттєвий економічний ефект (40-60% додаткового прибутку). Терміни окупності капітальних вкладень становлять 3-4 роки, а при великих обсягах закладки - менше двох років. РГС сприяє продовженню термінів зберігання на 3-4 і більше місяців.

Література

1. isolcell.com - ControlledAtmosphere

4. Successful use of modern nanotechnologies in physiological optics

Andrii Opanasenko, Denis Anufriyev, Oleksii Kozka, Svitlana Litvynchuk,
Volodymyr Nosenko
National University of food technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The visible light that can be perceived by human's natural vision occupies just a very small fraction of the electromagnetic spectrum. Electromagnetic waves longer or shorter than visible light carry lots of information.

Materials and methods. Mice with vision enhanced by nanotechnology were able to see infrared light as well as visible light. A single injection of nanoparticles in the mice's eyes gives infrared vision for up to 10 weeks with minimal side effects, allowing them to see infrared light even during the day and with enough specificity to distinguish between different shapes. These findings could lead to advances in human infrared vision technologies, including potential applications in civilian encryption, security, and military operations.

Results. When light enters the eye and hits the retina, the rods and cones-or photoreceptor cells-absorb the photons with visible light wavelengths and send corresponding electric signals to the brain "Say Han. "Because infrared wavelengths are too long to be absorbed by photoreceptors, we are not able to perceive them."

In this study, the scientists made nanoparticles that can anchor tightly to photoreceptor cells and act as tiny infrared light transducers. When infrared light hits the retina, the nanoparticles capture the longer infrared wavelengths and emit shorter wavelengths within the visible light range. The nearby rod or cone then absorbs the shorter wavelength and sends a normal signal to the brain, as if visible light had hit the retina.

Nanoparticles absorbed infrared light around 980 nm in wavelength and converted it into light peaked at 535 nm, which made the infrared light appear as the color green.

The researchers tested the nanoparticles in mice, which, like humans, cannot see infrared naturally. Mice that received the injections showed unconscious physical signs that they were detecting infrared light, such as their pupils constricting, while mice injected with only the buffer solution didn't respond to infrared light.

To test whether the mice could make sense of the infrared light, the researchers set up a series of maze tasks to show the mice could see infrared in daylight conditions simultaneously with visible light.

In rare cases, side effects from the injections such as cloudy corneas occurred but disappeared within less than a week. This may have been caused by the injection process alone because mice that only received injections of the buffer solution had a similar rate of these side effects. Other tests found no damage to the retina's structure following the sub-retinal injections.

Conclusion. In our study, we have shown that both rods and cones bind these nanoparticles and were activated by the near infrared light. So we believe this technology will.

Literature

1. <https://phys.org/news/2019-02-nanotechnology-mice-infrared.html>

5. Науковий внесок Олександра Смакули у розвиток сучасної оптики

Костянтин Федорченко, Станіслав Литвиненко, Світлана Літвинчук,
Володимир Носенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Важко переоцінити внесок українських вчених у розвиток сучасної фізики. Одним з таких вчених був Олександр Смакула, винахідник «просвітлення оптики». Суть цього явища полягає в зменшенні відбиття світла від об'єктів сучасних оптичних приладів.

Матеріали і методи. Олександр Смакула ще 1934 році зробив відкриття і отримав вперший в світі патент на спосіб виготовлення просвітленої оптики, що дозволило суттєво покращити яскравість і якість оптичних зображень. Цей метод спричинив справжню революцію в оптичній промисловості при виготовленні мікроскопів, телескопів, теодолітів та інших оптичних приладів, а також в фото і кінематографічній галузях при виготовленні фотоапаратів, кінокамер тощо. Промислове виробництво просвітлювального покриття оптичних поверхонь було розпочато у 1936 році.

Результати. Для розуміння значення цього відкриття ми проведемо, такий приклад. Так, при показнику заломлення скла $n_{ск}=1,5$ втрати при відбиванні світла становлять 4% при перпендикулярному падінні світла на одну плоску поверхню. Оскільки в складних оптичних приладах таких поверхонь буває досить багато, то й втрати на відбивання світла можуть бути дуже великими. Наприклад, при 10 поверхнях з $n_{ск}=1,5$ вони складають 40%, а при 30 поверхнях вже 80%. Реальні втрати можуть бути ще більшими, оскільки світло віпромені падають, як правило, на поверхні під кутами падіння, відмінними від нуля, тобто не перпендикулярно відбиваючий поверхні.

О. Смакула, розглядаючи умови інтерференції, які призводять до гасіння відбитих від різних поверхонь світлових променів, довів, що гасіння двох хвиль відбувається тоді, коли амплітуди хвиль однакові (*умова амплітуд*) і коли ці хвилі мають різницю ходу $\lambda/2$ або різницю фаз, що дорівнює π (*умова фаз*). Умова амплітуд буде виконана, якщо показник заломлення прозорої металевої плівки $n_{пл}$ буде пов'язаний з показником заломлення скляної поверхні простим співвідношенням: $n_{пл} = \sqrt{n_{ск}}$. Друга умова – умова фаз - буде виконана, якщо оптична товщина плівки, тобто добуток її показника заломлення $n_{пл}$ на геометричну товщину, і $d_{пл}$ буде задовольняти такій умові:

$$n_{пл} d_{пл} = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}, \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

Слід відзначити, що О. Смакула широко відомий в світовій науковій спільноті як спеціаліст по виготовленню монокристалів для оптичних цілей. Саме він був один із перших науковців, який почав займатися органічними напівпровідниками програмовані тонкоплівкові технології, гетеролакери, надчисті («космічні») кристали, однокристалні мікропроцесори – до всіх сучасних, актуальних і перспективних напрямів долучився український фізик.

Висновки. Наукова спадщина О. Смакули становить понад 100 праць. Крім вищезгаданого просвітлення оптики він зробив великий вклад у фізику напівпровідників, фізику лазерів та мазорів, радіаційну фізику твердотільних матеріалів, модерної сенсорики тощо.

6. Внесок Георгія Гамова у всесвітню науку

Софія Дрьомова, Олександра Дядькова, Альона Оксенич,
Володимир Носенко, Світлана Літвинчук

Національний Університет Харчових Технологій, Київ, Україна

Вступ. Роботи американського фізика українського походження Георгія Гамова (1904-1968) були присвячені квантовій механіці, атомній та ядерній фізиці, астрофізиці, космології та біології. Його дослідження та відкриття були покладені в основу кількох робіт Нобелівської премії.

Результати та обговорення. Перший значний внесок у теорію фізики Г.А. Гамов зробив у 1928 році у Німеччині. Своєю теорією альфа-розпаду він вперше успішно пояснив поведінку радіоактивних елементів, показавши, що частки навіть з не дуже великою енергією можуть з певною ймовірністю проникати через потенційний бар'єр (тунельний ефект). У 1936 році він разом з професором Едвардом Теллером узагальнив цю теорію, ввівши поняття «взаємодія Гамова-Теллера».

Під час роботи у Радієвому інституті під керівництвом В.Г. Хлопіна (у період 1931-1934 років) Георгій Гамов брав участь у створенні першого циклотрона у Європі. Пізніше (у 1937-1940 роках) розробив першу теорію еволюції зірок з термоядерним джерелом енергії. Після 1940 року Гергій Антонович вивчав процеси, що відбуваються при спалахах наднових і нових зірок. З 1946 року вчений почав вивчати сферу космології і запропонував модель «Гарячого Всесвіту». Підставами для цієї теорії послужили оцінка віку всьому Всесвіту, який був приблизно рівний віку планети Земля, і співвідношення гелію і водню. Потім у рамках цієї ж теорії він передбачив існування реліктового випромінювання й оцінив його температуру. Теорія Г. Гамова у 1956 році була підтверджена американськими дослідниками А. Пензиасом і Р. Вільсоном, які у 1978 році стали Нобелівськими лауреатами. У 1948 році фізик Георгій Гамов спільно зі своїми учнями розробили теорію утворення хімічних елементів шляхом нуклеосинтеза або послідовного нейтронного захоплення. Проте вона не отримала належної уваги і дуже довго залишалася непоміченою.

Вже у середині 50-х років вчений зацікавився генетикою. Він зробив величезний прорив у розвитку молекулярної біології, розробивши концепцію генетичного коду. Також велику популярність Гамову принесла літературна діяльність. За серію книг йому присудили премію Калінга – найпрестижнішу нагороду ЮНЕСКО за популяризацію науки. Георгій Гамов був членом Міжнародного астрономічного союзу, Академії мистецтв і наук США, Американського фізичного товариства. А за рік до розпаду Радянського Союзу помертньо був відновлений у званні члена-кореспондента АН СРСР.

Висновки. Отже, Георгій Антонович Гамов зробив найбільші відкриття в трьох різних областях науки. Ядерна фізика: модель альфа-розпаду і (спільно з Едвардом Теллером) модель бета-розпаду. Астрофізика і космологія: модель «гарячого Всесвіту». Генетика: триплетна модель генетичного коду. Всі вони однаково гідні Нобелівської премії.

Література

1. <https://spacegid.com/biografiya-dzhordzha-gamova.html#i-5>
2. http://www.chaskor.ru/article/tri_nobelevskie_premii_kotorye_poluchili_drugie__14029

7. Люмінесцентний аналіз та його використання у харчових технологіях

Валентин Сидоренко, Сергій Баглюк, Світлана Літвинчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом люмінесцентний аналіз все ширше використовується для виявлення початкових ознак псування харчових продуктів, оцінки якості сировини та готової продукції, ідентифікації продуктів харчування та виявлення їх фальсифікатів.

Матеріали і методи. З метою аналізу зразок (наприклад, овочі, фрукти, рибу, картоплю тощо) розміщують у флуориметрі, який дозволяє виміряти інтенсивність люмінесценції. При люмінесцентному аналізі використовують фотолюмінесценцію, рентгенолюмінесценцію, катодоллюмінесценцію або хемолюмінесценцію.

Результати. Люмінесцентний метод аналізу не потребує будь-яких затрат та не впливає на органолептичні властивості аналізованої продукції. Метод має виняткову чутливість та дає можливість оперувати з вкрай малими концентраціями до 10^{-10} г люмінофора на 1 г речовини і з ще меншими (до 10^{-12}) кількостями досліджуваної речовини. Даний метод дозволяє відрізнити чисту речовину від забрудненої при малій кількості домішок (1-2%).

Проведений аналіз літературних даних показав, що за допомогою люмінесцентного аналізу (при проведенні досліджень виникають різні відтінки та інтенсивності люмінесцентного світіння) можна:

- оцінити кількість білків і жирів, вітамінів B6, B12, N1-метилнікотинамід, токоферолу та фолієвої кислоти в харчових продуктах;
- визначити кількість антибіотиків у продуктах харчування;
- виявити в молоці домішки води, наявність в ньому соди;
- оцінити ступінь зрілості сиру;
- визначити вид м'яса та до якого сорту воно належить;
- виявити домішки арахісового масла в оливковій олії;
- ідентифікувати топлєні тваринні жири (яловичий, свинячий, баранячий), коров'яче масло та маргарин;
- виявити домішки в тваринних жирах та встановити ступінь їх окислення;
- оцінити якість пареної, замороженої та розмороженої риби, засолених оселедців;
- визначити ступінь свіжості яєчних продуктів;
- встановити сорт борошна;
- оцінити якість питної води;
- виявити цвіль та шкідників у зерні, сліди обробки інсектофунгіцидами і засмічення сторонніми домішками.

Висновок. Люмінесцентний аналіз дозволяє виявити незначну кількість люмінесцентної речовини у різних харчових продуктах, що у багато разів перевищує чутливість хімічних і абсорбційних методів. Крім того, люмінесцентний аналіз повністю відповідає вимогам експрес-методу.

Література

1. http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/21584/2/X_VSNTK_2017v1_Holdayevych_T-Luminescent_analysisin_207.pdf
2. <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/23051/1/76.pdf>

8. Радіометричне датування

Нікіта Кошовий, Світлана Літвинчук, Сергій Баглюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Спеціалізована школа №105, Київ, Україна

Вступ. Радіоізотопне або радіометричне датування — метод визначення віку різних об'єктів, у складі яких є який-небудь радіоактивний ізотоп. Базується на визначенні того, яка частина цього ізотопу встигла розпастися за час існування зразка. За цією величиною, знаючи період напіврозпаду даного ізотопу, можна розрахувати вік зразка.

Матеріали і методи. У різних методах радіоізотопного датування використовуються різні ізотопи різних елементів. Оскільки вони сильно відрізняються за хімічними властивостями (і, отже, за вмістом в різних геологічних та біологічних матеріалах і за поведінкою в геохімічних циклах), а також за періодом напіврозпаду, у різних методів відрізняється область застосування. Кожен метод можна застосовувати тільки до певних матеріалів та певного інтервалу віку. Найвідоміші методи радіоізотопного датування — це радіо-вуглецевий, уран-свинцевий та калій-аргоновий аналіз.

Результати. Радіо-вуглецеве датування (радіо-вуглецевий метод) - метод датування органічних речовин, заснований на визначенні відносного вмісту ізотопу ^{14}C в природних об'єктах (найчастіше — вугіллі, деревині, залишках кісток тощо). При цьому вимірюється співвідношення ^{14}C та ^{12}C , яке порівнюється зі співвідношенням, що встановлюється у вищих шарах атмосфери при дії космічних променів. Коли організм живе, співвідношення $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ у біомасі є постійним (через обмін з тим, що утворюється в атмосфері), коли ж він вмирає, то співвідношення змінюється в передбачуваний законами радіоактивного розпаду спосіб, що і дозволяє визначити час, який пройшов від дати смерті. Застосовується в археології.

Уран-свинцевий метод — один із найдавніших та найретельніше розроблених способів радіоізотопного датування та, за якісного виконання, — найнадійніший метод для зразків з віком порядку сотень мільйонів років. За такого віку може бути досягнута точність порядку. Дозволяє визначити навіть вік зразків, лише трохи молодших за Землю, внаслідок великого періоду напіврозпаду ізотопів урану, які використовуються. Велика надійність і точність досягається завдяки тому, що використовуються дані по двом ланцюжкам розпаду, а також завдяки деяким властивостям циркону — мінералу, що зазвичай використовується для уран-свинцевого датування. Великою перевагою уран-свинцевого методу в порівнянні з іншими геохронометрами є можливість отримання в одному зразку, що містить уран і торій, чотирьох незалежних оцінок віку за ізотопними відношеннями: $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ і $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ та $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$.

Калій-аргонова радіометрія або K-Ar датування — геохронологічний метод, що використовується у багатьох географічних науках. Метод засновується на вимірюванні продуктів радіоактивного розпаду ізотопу Калій-40, який є звичайною складовою таких мінералів як слюда, глинисті мінерали, тефра і евапорити.

Висновки. Радіоізотопне датування широко застосовується в геології, палеонтології, археології та інших науках. Це джерело практично всіх абсолютних датвань різних подій історії Землі. До появи радіометричного датування були можливими тільки відносні датування — прив'язка до певних геологічних ер, періодів, епох і т. д., тривалість яких була невідома.

9. Нове визначення кілограма

Надія Романюк, Сергій Тарасенко, Світлана Літвинчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Учасники Генеральної конференції з мір та ваги, що відбулася 16 листопада 2018 року у Парижі змінили визначення для чотирьох одиниць Міжнародної системи одиниць фізичних величин, серед яких є кілограм.

Матеріали та методи. Вчені відмовилися від використання еталона кілограма, надалі ця величина буде визначатися через сталу Планка.

Результати та обговорення. Метрична система була прийнята у 1795 році. Тоді кілограм визначався як еквівалент маси літра чистої води при температурі танення льоду. У 1799 році уперше було виготовлено еталон кілограма – це була платинова гиря. У 1889 році її замінили на 4-сантиметровий циліндр із платиново-іридієвого сплаву (який за неофіційною назвою відомий як «Le Grand K»). Він зберігається у передмісті Парижа з 1889 року. Тоді ж були створені і 40 копій, які розіслали до національних бюро мір та ваги різних країн. Періодично їх звіряли з оригіналом. Ці звірки показували, що маси копій еталона змінювалися на ± 50 міліграм кожні 100 років. Змінювався і вага еталона кілограма, але порівняти його не було з чим. Для повсякденного життя це не суттєво, проте для науки – досить принципово. Тому згодом вчені на конференції у Версалі вирішили, що одиницю маси потрібно прив'язати до фундаментальних або атомних величин. З цією метою для визначення кілограма використовуватимуть сталу Планка. Тобто кілограмом буде коефіцієнт, який пов'язує величину енергії кванта з частотою його випромінювання, рівний $6,626 \times 10^{-34}$ джоуль-секунд.

Нова система дозволить визначити кілограм кожному, у кого є прилад під назвою «баланс Кіббла». Він вимірює кількість електричного струму, необхідного для створення електромагнітного поля, що дорівнює силі, яка діє на обрану масу. Маса об'єкта знаходиться з рівності електричної і механічної сил. Будь-яка країна може самостійно використовувати баланс Кіббла, і не буде мати потреби в еталонному кілограмі.

Повна відмова від використання еталона кілограма відбудеться в травні цього року. Донині кілограм залишався єдиною одиницею виміру, для якої фізичний еталон все ще застосовується.

Після прив'язки до сталої Планка еталонний кілограм вже не буде стільки важити – вага циліндра буде відрізнятися від кілограма на ± 10 мікрограмів.

Висновки. Оскільки кілограм залишався єдиною одиницею системи СІ, яка визначалася за допомогою предмета, то вчені на Генеральній конференції з мір та ваги у Франції відмовилися від використання його еталона (платиново-іридієвого циліндра) та затвердили нове його визначення через сталу Планка. Рішення вступить в дію з 20 травня 2019 року. Кілограм буде вимірюватися за допомогою «баланса Кіббла». Отже, всі одиниці системи СІ є прив'язаними до фундаментальних фізичних сталих.

Література

1. https://dt.ua/TECHNOLOGIES/vcheni-zatverdili-nove-viznachennya-kilograma-294302_.html
2. <https://www.unian.ua/science/10340616-vcheni-zminili-viznachennya-kilograma.html>

10. Використання ближньої інфрачервоної спектроскопії для аналізу насіння соняшника

Вадим Калита, Максим Ріпа, Інна Гуцало

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом широкого поширення набули дослідження з використанням спектроскопії дифузного відбивання в ближній інфрачервоній області для аналізу харчових продуктів і сировини для їх виробництва.

Матеріали і методи. Вимірювання БІЧ - спектрів відбиття проводили на приладі "Інфрарapid-61" (1330-2370 нм). У роботі використовували зразки з Інституту олійних культур НААН України (Запоріжжя). В роботі використовувалась множинна лінійна регресія MLR (multiple linear regression). Для обробки БІЧ - спектральних даних було використано метод нейронних мереж.

Результати. Для проведення експерименту в умовах, близьких до конвеєрного режиму, зразки піддавалися мінімальній обробці. Були взяті два зразки насіння соняшнику кожного сорту. Один зразок кожної пари подрібнювали з лушпинням, насіння іншого зразка відокремлювали від лушпиння і також подрібнювали. Щоб забезпечити однаковий рівень подрібнення і усунути вплив розміру частинок на отримані спектри, подрібнені зразки були просіяні крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Для зменшення впливу вологи на спектральні характеристики зразків, подрібнене насіння висушували до постійної маси, використовуючи інфрачервону сушку. Розрахунок калібрування проводився доти, поки різниця між стандартною помилкою калібрування (SEC) і стандартною помилкою крос-валідації (SECV) не ставала менше 10%.

Використання спектроскопії дифузного відбивання передбачає проведення процедури попередньої калібрування приладу стандартними методами. Зразки для калібрувальної серії готували шляхом додавання вільної олеїнової кислоти до подрібненого насіння, що характеризується відомим вмістом олеатів. Збільшення масової частки олеїнової кислоти контролювали шляхом вимірювання маси зразка після короткого терміну сушіння при температурі 35 °С.

Підготовлені зразки подрібненого насіння завантажували в кюветне відділення приладу і реєстрували їх спектри. Процедура аналізу всіх зразків включає запис спектра стандарту, який знаходиться в приладі, запис спектра підготовлених зразків, які знаходяться на стадії дослідження, і обробку отриманих результатів за допомогою відповідного програмного забезпечення [1].

Результати порівняльного аналізу спектрів дифузного відбивання зразків насіння з лушпинням і без лушпиння і тих же зразків, збагачених вільною олеїновою кислотою, дозволяють зробити висновок про те, що метод перспективний для визначення інших жирних карбонових кислот в соняшниковій олії.

Висновки. Експрес-метод дифузного відбивання БІЧ-спектроскопії можна розглядати як альтернативний метод визначення якості олієвмісних матеріалів в процесах їх зберігання, сортування або переробки.

Література

1. Roggo, Y., et al. (2007), A review of near infrared spectroscopy and chemometrics in pharmaceutical technologies, Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 44(3),pp. 683-700.

11. Інфрачервона спектроскопія відбивання сухих сумішей порошкоподібних харчових продуктів

Анна Бабічева, Юлія Іванченко, Тетяна Загороднюк, Володимир Вишняк
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасне виробництво продуктів харчування передбачає швидкий, надійний та якісний поточний компонентний контроль порошкоподібних сумішей. Дана робота покликана допомогти у вирішенні цієї актуальної задачі.

Матеріали і методи. Методом інфрачервоної спектроскопії дифузного відбивання були досліджені наступні зразки: борошняна мука, сода, сіль, цукор, бджолина обніжка, а також їх суміші. Зразки були висушені до сталої маси, і мали однакову дисперсність.

Результати. За допомогою приладу «Infrapid-61» були отримані інфрачервоні спектри дифузного відбивання сухих харчових сумішей в діапазоні хвиль від 1200 до 2400 нм. Було встановлено, що спектри мають різну структуру (положення максимумів) та відрізняються за інтенсивністю.

Даний факт дозволяє ідентифікувати однокомпонентні порошкоподібні харчові продукти, а також робити висновки стосовно концентрації окремих складових в підготовлених багатокомпонентних порошкоподібних сумішах.

На Рис. 1. для прикладу представлений типовий спектр відбивання суміші харчових порошків з домінуючим вмістом подрібненої бджолиної обніжки.

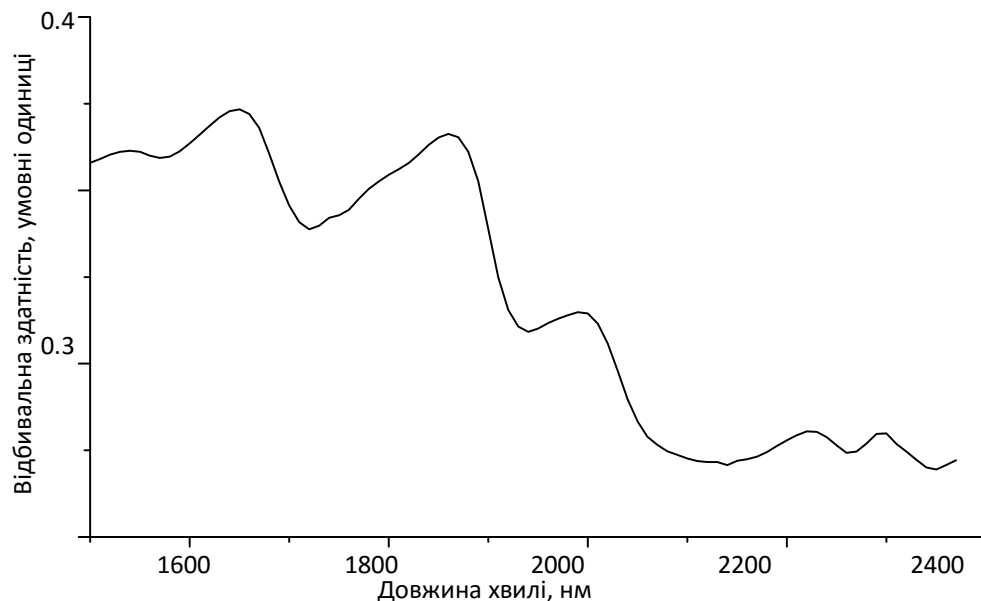


Рис. 1. ІЧ спектр дифузного відбивання порошкоподібної суміші з домінуючим вмістом бджолиної обніжки в діапазоні хвиль від 1500 до 2400 нм

Висновки. Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок, що метод інфрачервоної спектроскопії дифузного відбивання дозволяє контролювати компонентний склад сухих сумішей порошкоподібних харчових продуктів.

12. Determination of moisture honey with a refractometer

Maria Parfeniuk, Anna Babicheva, Volodymyr Vyshniak
National university of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Optical methods are a powerful tool for food research. Humidity is one of the most important parameters of the quality of bee honey. Without determining the humidity of honey it is difficult to determine mature honey or not.

Materials and methods. In this paper, a method for determining the moisture content of honey through the use of a portable refractometer is illuminated. For analysis, samples of honey were obtained on an apiary located in the Kyiv-Svyatoshinsky district, Kyiv region, during June-August 2018.

Results and discussion. Honey is an extremely valuable and health-improving product. Honey is well known and popular in many countries of the world. It is widely used not only as a food product, but also in medicine and cosmetology.

Honey is the substance that bees produce on the basis of nectar. Making honey is a very complicated process that is performed only by bees. The essence of this process is the harvesting and processing of nectar. The process of honey production includes the evaporation of moisture and the processing of nectar by enzymes. Most of the water evaporates on the first day. In a laboratory or in a production environment, the water content is determined by the refractometric method, or by means of a pycnometer, an aerometer, and sometimes by drying.

An important characteristic of honey is hygroscopicity - the ability to absorb and retain water. Hygroscopicity of honey depends on its maturity, humidity and storage conditions. In a damp room, its upper layers absorb moisture well, and then retain it. When stored under such conditions, the honey begins to acidulous. The water content significantly influences the quality of honey. An increase in the proportion of water more than norm causes the activity of yeast and stimulates the processes of fermentation. In the process of fermentation of glucose and fructose in honey under the action of yeast decompose, forming alcohol and carbon dioxide. Subsequently, the alcohol is oxidized to acetic acid. This process necessarily leads to a significant deterioration of taste and causes an unpleasant smell. According to international quality standards, moisture content of honey should not exceed 21%.

Beekeepers often determine honey moisture using a portable or laboratory refractometer. In the case of a portable refractometer, a honey sample is taken from the hive using a glass or plastic stick directly in the apiary while collecting the honey. A few drops of honey are placed on the main prism of the device. Then the beekeeper closes the prism with a protective glass so that the surface of the prism is evenly covered with honey. After half a minute, the refractive index is measured.

In this work, honey was studied in a laboratory using a refractometer by measuring the refractive index of the fluid. It was found that in the case of the samples studied, the water content for acacia honey was 15.0%, for linden honey 16.2%, for polyphoric 16.6%. These figures confirmed the high quality of the food product obtained.

Conclusions. Investigations by refractometry of various samples of honey derived from the apiary placed in the Kyiv region during 2018 showed that the water content in them does not exceed 15 - 17%, which corresponds to high standards of quality.

Literature

1. Sakača M., Jovanova P., Marića A. et al., Physicochemical properties and mineral content of honey samples from Vojvodina, Food Chemistry, 2019, 276 (15), P. 15-21.

13. Фундаментальні частинки речовини - кварки

Ярослав Семенюк, Євген Ніколюк, Анатолій Король, Наталія Медвідь
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Елементарні частинки в точному розумінні – первинні, тобто неподільні частинки, з яких, за припущенням, складається вся матерія. Здавна вчені намагалися знайти найменші неподільні частинки - «цеглинки» матерії, які б допомогли зрозуміти структуру будови речовини.

Матеріали і методи. В сучасній фізиці термін елементарні частинки вживається для найменування великої групи суб'ядерних часток, які, за винятком протонів, не являються атомами чи атомними ядрами. Крім протонів p , сюди входять: нейтрони n , електрони e , фотони g , мюони m , p -мезони, важкі лептони t , нейтрино ν , «дивні» частинки (K -мезони, гіперони Λ , S , X , W), і т.д. – всього ~ 400 часток, переважно нестабільних, кількість яких продовжує зростати. Виходячи з теоретичних міркувань, вчені спробувати згрупувати частки в пошуках якогось порядку (подібно періодичної системі хімічних елементів). Домовилися важкі і середні по масі частинки назвати адронами. В подальшому їх розбили на баріони і мезони. Всі адрони беруть участь у сильній взаємодії. Менш важкі частинки, назвали лептонами, вони беруть участь в електромагнітній і слабкій взаємодії. В середині 60-х рр. XX ст. число відкритих адронів перевищила сотню. У зв'язку з цим



виникла гіпотеза, що ці частинки не відображають граничного рівня подільності матерії. На основі цієї гіпотези була створена теорія кварків. Її авторами стали фізики Каліфорнійського університету М. Гелл-Манн і Дж. Цвейг.

Результати. Згідно кваркової моделі, всі сильно взаємодіючі частинки – адрони – складаються з певної комбінації кварків та антикварків, які за сучасними уявленнями вважаються істинно елементарними (фундаментальними). Тобто такі елементарні частинки як протони, нейтрони та інші мають внутрішню будову. Кварк - фундаментальна частинка, що не спостерігається у вільному стані. Передбачається, що існує шість типів (ароматів) кварків (і стільки ж антикварків), взаємодія між якими здійснюється глюонами. Кварки і глюони мають специфічний електричний заряд кратний $e/3$, який називається кольором.

Висновки. Маючи форму гіпотези, кваркова теорія проте дозволила систематизувати відомі частинки і передбачити існування нових. В 1969 р в Стенфордському університеті США були проведені досліді, які довели існування кварків. В даний час теорія кварків продовжує розвиватися й уточнюватися, тому її не можна вважати остаточно сформованою.

Література

1. Боровский Л.Я. Курс физики 21 века. М.: «МедиаХауз», 2003
2. Розенталь І. Л. Елементарні частинки і структура Всесвіту. - К.: Освіта, 1984.
3. Фейнберг Дж. З чого зроблений світ? Атоми, лептони, кварки та інші загадкові частинки. - К.: Освіта, 2011.

14. Альтернативна енергетика

Даніїл Степаніщев, Владислав Грищенко, Інна Гуцало
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нашому поколінню доведеться зіткнутися з глобальними проблемами: брак ресурсів, забруднення навколишнього середовища, соціальна несправедливість і напруженість. Ці проблеми багато в чому викликані тим, що вся енергія надходить від скінченних ресурсів, які накопичувалися в надрах землі мільярди років.

Матеріали і методи. Сонячні батареї і колектори, вітряки, гідротурбіни на малих водах, які не впливатимуть на екосферу місцевості, установи в океанах, які будуть збирати енергію хвиль, біомаса. І також геотермальна енергетика.

Результати. Незворотне виснаження світових вуглеводневих запасів, зростаюча ціна на енергоносії, проблеми екологічного забруднення навколишнього середовища змушують більшість розвинених країн формувати свої енергетичні стратегії, спрямовані на розвиток альтернативної енергетики. За даними Міжнародного енергетичного агентства, до 2030 р. частка електроенергії, видобутої за допомогою альтернативних джерел, збільшиться вдвічі порівняно із сьогоднішніми показниками, що складають близько 16 % від усього виробництва. В Україні загальний річний технічно досяжний енергетичний потенціал альтернативних джерел енергії в перерахунку на умовне паливо становить близько 63 млн тонн. Частка енергії, добутої за рахунок альтернативних джерел становить сьогодні близько 3 %. Згідно з українською енергетичною стратегією до 2030 р. частку альтернативної енергетики на загальному енергобалансі країни буде доведено до 20 %. Основними та найбільш ефективними напрямками відновлюваної енергетики в Україні є: вітроенергетика, сонячна енергетика, біоенергетика, гідроенергетика, геотермальна енергетика. Реальні масштаби розвитку вітроенергетики в Українському Причорномор'ї можуть забезпечити паливний еквівалент більш, ніж 27 млн. т умовного палива. У приморських регіонах середньорічна швидкість вітру перевищує 5 м/с, що робить ці регіони найбільш ефективними з точки зору використання енергії вітру. Для спорудження ВЕС на морських платформах може бути використана практично вся площа Азовського моря, а в Чорному морі лише в Одеській області є можливість розмістити ВЕС установленою потужністю до 20 тис. кВт. Сьогодні в Україні працює шість вітрових електростанцій, більшість яких розташована в причорноморських регіонах: Аджигольська, Асканієвська, Донузлавська, Новоазовська, Лакська ВЕС. Їхня загальна потужність, що генерується, становить більше 70 МВт. АР Крим є одним із перспективних районів в Українському Причорномор'ї для розвитку геотермальної енергетики. Глибини пробурених свердловин тут невеликі: до 2000 м; температура термальних вод на гирлі 50-70°C, їх мінералізація – 20-70 г/л.

Висновки. Світові тенденції розвитку енергетики характеризуються цілеспрямованою політикою розвинених країн щодо зменшення залежності від дорогих органічних енергетичних джерел та збільшення частки альтернативної енергетики в енергобалансі. На мою думку, Україна може стати лідером серед країн ЄС в області альтернативної енергетики.

Література

1. eenergy.com.ua

15.2.

Higher mathematics

Chairperson – associate professor I.I. Yuryk

Secretary – associate professor O.P. Zinkevych

15.2.

Вища математика

Голова – доцент І.І. Юрик

Секретар – доцент О.П. Зінкевич

1. Перший завідувач кафедри вищої математики професор В.І.Можар

Ярослав Семенюк, Іван Юрик

Національний університет харчових технологій, м. Київ



6.07.1901 – 9.11.1937

Можар Володимир Іванович народився 06.07.1901р. в с. Березівка Коростишівського р-ну на Житомирщині в селянській українській сім'ї. Закінчив сільську церковно-приходську школу, а середню освіту здобув в м. Житомирі. В 1925 р. успішно закінчив Житомирській педінститут і після цього отримав спеціальну математичну підготовку в Київському інституті народної освіти. Проходив аспірантський стаж на науково-дослідній кафедрі математики ВУАН під керівництвом М. Кравчука і М. Крилова. Вже тоді він займався вирішенням диференціальних інтегральних рівнянь теорії пружності, використовуючи в основному методи теорії ФКЗ. Під час навчання в аспірантурі, він активно викладав на кафедрі вищої математики КПІ.

Маючи високу професійну математичну підготовку і досвід педагогічної роботи Можар В.І. став організатором кафедри математики КПІ, в цьому йому допомагали математики ВУАН. Можар В. І. володів декількома іноземними мовами, в тому числі англійською, німецькою, французькою. Проте в стінах рідного інституту завжди читав лекції та доповіді українською мовою.

Можар В. І. багато зробив для створення українського математичного словника. 23.02.1935 р. він був затверджений в званні професора на кафедрі математики. В. І. Можар продовжував і далі плідно працювати над докторською дисертацією, в кінці квітня 1937р. від'їхав до Москви для доповіді своєї роботи на науковому семінарі, проте 27.04.1937р. був заарештований органами НКВС, як активний учасник націонал-фашистської терористичної організації. Через декілька днів був переданий до м. Києва. Відразу був проведений детальний обшук в його квартирі. Було знайдено 2 книги Хвильового, 2 книги Винниченка та інше. Саме ця література була використана як головний доказ причетності В. І. до ворожої організації. Абсолютно всі звинувачення В. І. відхиляв, проте не приховував того, що просування українізації в його інституті було недостатнім і йому це не подобалося.

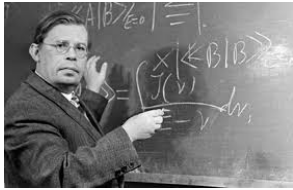
На початку жовтня справу було передано на розгляд трійки при Київському обласному управлінні НКВС, яка винесла йому вирок- розстріл. Його було виконано опівночі 9 листопада 1937року. Так, на злеті розквіту життєвих і творчих сил, на тридцять сьомому році життя обірвалася діяльність талановитого математика, визначного педагога, першого завідуючого кафедри вищої математики проф. Володимира Івановича Можара. Місце його могили на сьогоднішній день не відоме. 03.08.1956 року справу було переглянуто і Володимир Іванович був повністю реабілітований.

Сьогодні кафедра вищої математики НУХТ носить ім'я професора Можара В.І., а студентам, які досягли значних успіхів в математиці, надається стипендія ім. професора Можара В.І.

2. Наука - головна і єдина мета мого життя До 110-річчя від дня народження академіка М.М. Боголюбова

Владіслав Спашиба, Іван Юрик

Національний університет
харчових технологій, Київ, Україна



Боголюбов народився 8 (21) серпня 1909 року в Нижньому Новгороді. Його батько, Микола Михайлович Боголюбов, був духовним письменником, професором богослов'я; мати, Боголюбова (Ламінарська) Ольга Миколаївна, була викладачем музики. Через півроку після народження Миколи, сім'я переїжджає до Ніжина. З 1913 по 1918 роки — сім'я проживає у Києві. Початкові знання отримує вдома від батька, який навчив його читати і писати німецькою, французькою та англійською мовами. У шість років відвідує підготовчий клас Київської гімназії. У гімназії навчався недовго, так як у роки громадянської війни сім'я переселилася до с. Велика Круча на Полтавщині. З 1919 по 1921 роки навчався у Великокручанській семирічній школі — єдиному навчальному закладі, який він закінчив. В новій школі Боголюбов почав цікавитись математикою. Геометрію він вивчив за допомогою батька, однак підручника тригонометрії в сільській школі не було, а тому лише виходячи з виразу для синуса й косинуса кута Микола сам побудував для себе тригонометрію. У 1921 році сім'я переїхала до Києва. Після закінчення семирічної школи, Боголюбов самостійно вивчав фізику і математику, по підручниках які йому приносив батько з бібліотеки. У такий спосіб до 13 років він майже цілком вивчив університетський курс математики. У 1924 році у п'ятнадцятирічному віці Боголюбов написав першу наукову працю, а наступного року був прийнятий безпосередньо до аспірантури АН УРСР, яку закінчив у 1929 році, отримавши у 20 років ступінь доктора математичних наук. У 1929 році Боголюбов став науковим співробітником Української академії наук, у 1934 почав викладати в Київському університеті (від 1936 року професор). У післявоєнні роки Боголюбов працює деканом механіко-математичного факультету Київського держуніверситету і завідує відділом теорії ймовірностей в Інституті математики АН УРСР. Боголюбов організував і став керівником лабораторії теоретичної фізики, а в 1965–1988 роках був директором ОІЯД. У 1966 році став першим директором створеного ним Інституту теоретичної фізики АН УРСР у Києві. Наукові дослідження Боголюбова належали до математики, механіки і фізики. Перші його праці були присвячені проблемам наближеного розв'язання диференціальних рівнянь і варіаційного числення. З початку 50-х років і до 1987 р. М. М. Боголюбов працював у галузі квантової теорії поля. Спираючись на глибокі фізичні ідеї, він побудував математично коректну схему сучасної квантової теорії поля. Боголюбову належить розробка методу систем зі спонтанно порушеною симетрією, який отримав назву методу квазісередніх (1960–1961). У середині 60-х років він звернувся до питань симетрії і динаміки кваркової моделі адронів. Увів представлення про нове квантове число «колір» (1965 р.). Він одним з перших зрозумів до кінця глибоку математичну і фізичну спорідненість нерелятивістської задачі численних тіл і квантової теорії поля. Боголюбов є засновником наукових шкіл у галузі нелінійної механіки, статистичної фізики і квантової теорії поля. Він був членом багатьох іноземних академій.

Біографія Боголюбова показує нам, що той хто прикладає зусилля завжди досягне успіху і навіть має шанс увійти в історію. Головне мати мету і йти до неї.

3. Точні розв'язки одного рівняння математичної біології

Михайло Бураков, Іван Юрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Робота присвячена побудові точних розв'язків нелінійного рівняння

$$u_t = h_1(u)u_{xx} + h_2(u)u_x + h_3(u), \quad ((1))$$

де $u = u(t, x)$ – гладка функція, u_t , u_x – похідні по відповідним змінним,

$$h_1(u) = \beta_0 + \beta_1 u, \quad h_2(u) = \lambda_0 + \lambda_1 u + \lambda_2 u^2,$$

$h_3(u) = a_4 u^4 + a_3 u^3 + a_2 u^2 + a_1 u + a_0$ є ненульовими многочленами з дійсними коефіцієнтами, степені яких не перевищують 1, 2, 4 відповідно. Рівняння (1) є узагальненням класичного рівняння Бюргерса $u_t = u_{xx} + \mu u u_x$, а також відомих рівнянь Фішера $u_t = u_{xx} + u(1-u)$ і Марі $u_t = u_{xx} + \lambda u u_x + a_2 u^2 + a_1 u$, які використовуються в сучасній математичній біології.

Матеріали та методи. Максимальною алгеброю інваріантності рівняння (1) є алгебра Лі, яка породжена операторами

$$P_0 = \frac{\partial}{\partial t}, \quad P_1 = \frac{\partial}{\partial x}.$$

У випадку $h_1(u) = 0$, $h_2(u) = 0$, $h_3(u) = a_3 u^3 + a_2 u^2 + a_1 u + a_0$, $a_3 \neq 0$ рівняння має нетривіальну Q -умовну симетрію, що дає можливість побудувати деякі класи точних розв'язків такого рівняння [1].

Результати. У даній роботі ці розв'язки узагальнюються на випадки рівняння (1). Для цього ми використовуємо підстановку Коула–Хопфа

$$u = k \frac{z_x}{z}, \quad ((2))$$

де k – стала, $z = z(x, t)$. Ця підстановка зводить задачу знаходження функції $z = z(x, t)$, а отже, і розв'язків рівняння (1), до інтегрування системи двох лінійних рівнянь. В роботі [2] з'ясовано, для яких параметрів $\beta_0, \beta_1, \lambda_0, \lambda_1, \lambda_2$ рівняння (1) має розв'язки вигляду (2).

Висновки. Використовуючи цей результат нами побудовані нові точні розв'язки рівняння (1).

Література

1. Фушич В.І., Серов М.І. Умовна інваріантність і редукція нелінійного рівняння теплопровідності // Доповіді АН УРСР. Сер. А. – 1990. – № 7. – С. 24–28.
2. Юрик І.І. Про нелінійські розв'язки нелінійного рівняння реакції–дифузії // Доповіді НАН України. Сер. А. – 2004. – № 12. – С. 3–8.

4. Graphical Solution Method of Game with Mixed Strategies

Nastya Maksymchuk, Olena Radzievska

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Game theory brought about a revolution in economics by solving crucial problems in mathematical economic models. For instance, neoclassical economics struggled to understand entrepreneurial anticipation and could not handle imperfect competition. Game theory turned attention away from steady-state equilibrium toward the market process. In business, game theory is beneficial for modeling competing behaviors between economic agents. Businesses often have several strategic choices that affect their ability to realize economic gain. For example, businesses may face dilemmas such as whether to retire existing products or develop new ones, lower prices relative to the competition, or employ new marketing strategies. Economists often use game theory to understand oligopoly firm behavior. It helps to predict likely outcomes when firms engage in certain behaviors, such as price-fixing and collusion..

Materials and methods. Using the apparatus of linear algebra, we consider the solution of games where either of the players has only two strategies, for example, when the player A has only 2 strategies to choose from and the player B has n , the game shall be of the order $2 \times n$, whereas in case B has only two strategies available to him and A has m strategies, the game shall be a $m \times 2$ game.

Results. A game with only two players (say, *Player A* and *Player B*) is called a 'two person, zero-sum game' if the losses of one player are equivalent to the gains of the other, so that the sum of their net gains is zero. Two-person, zero-sum games are also called *rectangular games* as these are usually represented by a payoff matrix in rectangular form. Suppose the player *A* has m activities and the player *B* has n activities. Then a payoff matrix can be formed by adopting the following rules:

i. Row designations for each matrix are activities available to player A. ii. Column designations for each matrix are activities available to player B. iii. Cell entry a_{ij} , is the payment to player A in A's payoff matrix when A chooses the activity i and B chooses the activity j .

With a 'zero-sum, two person game', the cell entry in the player B's payoff matrix will be negative of the corresponding cell entry $-a_{ij}$ in the player A's payoff matrix so that sum of payoff matrices for player A and player B is ultimately zero.

We considered the problem which may originally be a $2 \times n$ or a $m \times 2$ game or a problem might have been reduced to such size after applying the dominance rule. In either case, we can use graphical method to solve the problem. By using the graphical approach, it is aimed to reduce a game to the order of 2×2 by identifying and eliminating the dominated strategies, and then solve it by the analytical method used for solving such games. The resultant solution is also the solution to the original problem. Although the game value and the optimal strategy can be read off from the graph, we generally adopt the analytical method (for 2×2 games) to get the answer.

Conclusions. Using the graphical solution method we can find the optimal strategies.

5. Встановлення функціональної залежності при дослідженні ЖЦТ

Юлія Васютинська, Вероніка Михайлова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Життєвий цикл товару – час з моменту першої появи товару на ринку і до припинення його реалізації. Теорія ЖЦТ має велике практичне значення, оскільки так товаровиробник може оцінювати поведінку своїх товарів на ринку.

Матеріали і методи. Життєвий цикл товару є залежним процесом, на який пливає безліч випадкових факторів ринку. Тому достатньо актуальним є питання вигляду графічного зображення та можливості функціонального задання кривої ЖЦТ.

Найбільш часто для моделювання даного економічного процесу використовують поліноміальні, логістичні, експоненціальні та S-подібні криві росту.

Одним з методів вибору функції для моделювання ЖЦТ є метод характеристик приростів.

Результати. На практиці процес побудови математичної моделі, подальшого дослідження та прогнозування відбувається в такій послідовності:

1. Збір статистичної інформації про обсяг виробництва та продажу певного товару.
2. Розрахунок показників відповідно до методу характеристик приростів та вибір виду кривої зростання.
3. Аналіз нинішнього положення товару та визначення прогнозованого обсягу виробництва та продажу товару в потрібний момент часу.

Тип зростання	Вид функції
1. Рівномірне зростання	лінійна функція $y = at + b$
2. Зростання з прискоренням	а) поліном II степеня $y = at^2 + bt + c$ б) поліном III степеня $y = at^3 + bt^2 + ct + d$
3. Постійний темп зростання	Показникова $y = a \cdot b^t$; $a > 0, b > 0$
4. Асимптотичне зростання	а) модифікована експонента $y = k + a^{bt}$ б) логістична крива $y = \frac{k}{1 + ae^{-bt}}$ в) крива Гомперца $y = k \cdot a^{b^t}$

Висновки. За допомогою математичної моделі можна оцінити тенденцію виробництва певного виду продукту, розрахувати точку перегину функції, яка є точкою зміни прискореного руху на уповільнений і свідчить про необхідність зародження нового товару.

6. Знаходження екстремумів функції багатьох змінних

Ольга Яровенко, Тетяна Зінченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Широкий спектр сучасних досліджень багатофакторних проблем вимагає знаходження екстремальних значень функції з кількістю змінних, більше трьох.

Матеріали і методи. Використаємо методи диференціального числення функції багатьох змінних, а також матричний аналіз квадратичних форм.

Результати. Розглядається задача знаходження локальних екстремумів функції кількох змінних. Згідно з *необхідними умовами екстремуму*, якщо функція $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ диференційовна в точці $(a_1, a_2, \dots, a_n)$, то вона може мати в цій точці внутрішній максимум чи мінімум лише в тому випадку, коли її перший диференціал df стає рівним нулю в цій точці, тобто коли

$$\frac{\partial f}{\partial x_1} = 0, \quad \frac{\partial f}{\partial x_2} = 0, \quad \dots, \quad \frac{\partial f}{\partial x_n} = 0 \quad \text{при} \quad x_1 = a_1, \quad x_2 = a_2, \quad \dots, x_n = a_n. \quad (1)$$

Згідно з *достатніми умовами екстремуму*, якщо функція $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ має в деякому околі точки $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ неперервні другі частинні похідні, і якщо в цій точці виконуються необхідні умови (1), то у випадку, коли другий диференціал

$$d^2 f = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_k} \bigg|_{(a_1, a_2, \dots, a_n)} dx_i dx_k \quad (2)$$

є від'ємно визначеною квадратичною формою, функція $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ має в точці $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ *максимум*, а у випадку, коли другий диференціал $d^2 f$ є додатно визначеною квадратичною формою, функція $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ має в точці $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ *мінімум*. Точка $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ при цьому називається стаціонарною.

Для того, щоб симетрична квадратична форма (2) була додатно визначеною (чи від'ємно визначеною), необхідно і достатньо, щоб кожен з визначників

$$b_{11}, \quad \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{vmatrix}, \dots, \quad \det[b_{ik}], \quad (3)$$

був додатним (чи відповідно від'ємним), де $b_{ik} = \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_k} \bigg|_{(a_1, a_2, \dots, a_n)}$. Симетрична

квадратична форма є додатно визначеною чи від'ємно визначеною тоді і тільки тоді, якщо власні значення λ_i матриці коефіцієнтів $[b_{ik}]$ є всі додатні чи, відповідно, всі від'ємні. Для прикладу розглянуто функцію трьох змінних.

Висновки. Якщо строгий метод вимагає складних перетворень, можна застосувати чисельні методи наближених обчислень, наприклад, найшвидшого спуску, або використати комп'ютерні технології, наприклад, систему MATHCAD, операції $Maximize(f, \vec{x})$, $Minimize(f, \vec{x})$.

7. Співіснування бактерій

Данило Самусенко, Олексій Зінкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Математичні методи є потужним інструментом при дослідженні фізичних і хімічних проблем.

Матеріали і методи. Співіснування у пробірці n видів бактерій можливо, якщо кожного дня в пробірку вноситься m субстратів. Треба визначити чисельність n видів бактерій, які можуть співіснувати в пробірці, якщо вважати, що бактерії споживають увесь денний запас субстратів.

Результати. Складемо математичну модель задачі. Позначимо чисельність бактерій A_j , які можуть бути забезпечені субстратами C_i ($i = \overline{1, m}$), через $x_j \geq 0$ ($j = \overline{1, n}$). Відомо: b_i – об'єм субстрату C_i , що вноситься в пробірку кожного дня; a_{ij} – кількість одиниць субстрату C_i , що споживається бактерією A_j кожного дня.

Споживання субстрату C_i бактеріями A_j повинно дорівнювати об'єму субстрату, що вноситься в пробірку кожного дня, тобто

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \text{ для першого субстрату,}$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \text{ для другого,}$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \text{ для } m\text{-го субстрату, або}$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i \quad (i = \overline{1, m}); \quad x_j \geq 0.$$

Отже, ми прийшли до системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Знайдемо розв'язок системи, при $n=3$, $m=3$, $b_1=1500$, $b_2=3000$, $b_3=4500$, а матриця (a_{ij}) має вигляд

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 5 \end{pmatrix}. \text{ Отже, } \begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 15000, \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 30000, \\ x_1 + 3x_2 + 5x_3 = 45000. \end{cases}$$

Знайдемо розв'язок системи методом повного виключення.

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 15000 \\ 1 & 2 & 3 & 30000 \\ 1 & 3 & 5 & 45000 \end{array} \right) \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 15000 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 15000 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right).$$

$$\text{Ми приходимо до системи } \begin{cases} x_1 - x_3 = 0, \\ x_2 + 2x_3 = 15000, \end{cases} \text{ яка має безліч розв'язків.}$$

Висновки. Чисельність бактерій повинна бути невід'ємною, тому $x_2 = 15000 - 2x_3 \geq 0$, $0 \leq 2x_3 \leq 15000$, $0 \leq x_3 \leq 7500$, $0 \leq x_1 \leq 7500$, $0 \leq x_2 \leq 15000$. Загальна чисельність співіснуючих бактерій дорівнює 15000, а чисельність видів бактерій така: $x_1 = x_3$, $x_2 = 15000 - 2x_3$, якщо бактерії споживуть увесь денний запас субстратів.

8. Про розв'язання деяких типів конкурсних задач I туру олімпіади з математики 2019 р. в НУХТ

Олексій Козка, Володимир Листопад

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В конкурсних задачах досить часто потрібно користуватися нетрадиційними математичними методами. Розглянемо деякі задачі запропоновані в I турі олімпіади з математики в НУХТ 2019 року.

Матеріал та методи. Розглянемо декілька задач [1], в яких даватимемо тільки ідею розв'язування.

Задача 1.

Якщо α, β, γ - кути $\triangle ABC$ задовольняють рівність

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1 \text{ то такий трикутник прямокутний. Довести це.}$$

Зауваження 1. Потрібно скористатися формулами пониження степеня та перетворення суми (різниці) косинусів у добуток.

Задача 2.

Побудувати відрізок $y = \sqrt[4]{abcd}$, якщо задані відрізки a, b, c, d .

Зауваження 2. Скористаємося тим, що в прямокутному трикутнику $h_c^2 = a_c b_c$ тобто $h_c = \sqrt{a_c b_c}$, а умову запишемо у вигляді

$$y = \sqrt{\sqrt{ab}\sqrt{cd}}.$$

Задача 3.

Скоротити дріб $\frac{x^8 + x^6 y^2 + x^4 y^4 + x^2 y^6 + y^8}{x^4 + x^3 y + x^2 y^2 + x y^3 + y^4}$ та обчислити при $x = 0,01, y = 0,02$.

Зауваження 3. Помножимо чисельник на $(x^2 - y^2)$, а знаменник – на $(x - y)$.

Зауваження 4. Оскільки $x = 0,01, y = 0,02$ то заміна $y = 2x$ значно спрощує вираз та обчислення.

Висновок. Таким чином, конкурсні задачі можна використовувати у роботі математичних гуртків, для підготовки студентів (учнів) до олімпіад різних рівнів та як індивідуальні завдання більш підготовленим студентам. Розв'язання конкурсних задач сприяє розвитку нестандартного логічного мислення та розширення бази математичних методів.

Література

1. В.А.Вышенский, Н.В.Карташов, В.И. Михайловский, М.И Ядренко. – Киев: Вища школа.Издательство при Киев. Университете.1984. 240 с.

9. Застосування визначеного інтеграла до обчислення об'єму тіла обертання

Кужинівська Олександра, Володимир Листопад

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В задачах практичного змісту досить часто потрібно користуватися методами інтегрального числення функції одної незалежної змінної для обчислення об'єму тіла обертання.

Матеріал та методи. Розглянемо одну із таких задач. Визначити Об'єм резервуара (діжки) за розмірами перерізу, вказаного на рис. 1, де верхня і нижня криві – параболи $y = \mp px^2 \pm q$. Обчислити цей об'єм при $r = 0,75$ м, $R = 1$ м та $l = 3$ м.

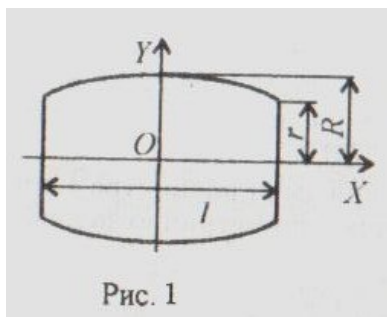


Рис. 1

Скористаємося формулою

$$V = \int_a^b f^2(x) dx \text{ де } f(x) = -px^2 + q \text{ - рівняння}$$

верхньої параболи, $a = -l/2, b = l/2$. Спочатку знайдемо загальну формулу для обчислення об'єму резервуара, враховуючи її симетричність відносно осі OY .

Маємо

$$\frac{1}{2}V = \pi \int_0^{l/2} (-px^2 + q)^2 dx = \pi \int_0^{l/2} (p^2 x^4 - 2pqx^2 + q^2) dx = \frac{\pi}{15} \left(\frac{3}{32} p^2 l^5 - \frac{5}{4} pql^3 + \frac{15}{2} q^2 l \right)$$

Тоді $V = \frac{\pi}{15 \cdot 16} (3p^2 l^5 - 40pql^3 + 15 \cdot 16q^2 l)$. Оскільки $y = R$ при $x = 0$ і $y = r$ при

$x = \frac{l}{2}$, то $q = R$ і $p = \frac{4(R-r)}{l^2}$, тобто рівняння верхньої параболи має вигляд

$$y = \frac{4(r-R)}{l^2} x^2 + R. \text{ Отже, } V = \frac{\pi l}{15} (8R^2 + 4Rr + 3r^2).$$

При заданих значеннях $r = 0,75$, $R = 1$ та $l = 3$, отримаємо $V = 2,54\pi \approx 8$ м³.

Висновок. Таким чином, задача практичного змісту звелася до задачі про обчислення об'єму фігури обертання, яка розв'язується методами інтегрального числення.

10. Використання апарату математичного моделювання в природничих науках

Олександра Кравчук, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою доповіді є ознайомлення з дослідженням в галузі екології, хімії та генетики.

Матеріали і методи. Апаратом досліджень є диференціальне та інтегральне числення, теорія диференціальних рівнянь.

Результати. Однією з тем дослідження є модель Мальтуса про обсяг популяції. Швидкість росту популяції пропорційна її розміру в деякий час: $x' = \alpha x$, де $x = x(t)$ - розмір популяції, α - параметр, який дорівнює різниці між народжуваністю та смертністю. Розв'язком диференціального рівняння є експоненціальна функція $x(t) = x_0 \cdot e^{\alpha t}$, $x_0 = x(0)$. При $\alpha > 0$ розмір популяції швидко зростає, але зрозуміло, що це неможливо через обмеженість ресурсів. Уточненням моделі Мальтуса може слугувати логістична модель, яка описується диференціальним рівнянням Ферхюльста: $x' = \alpha \left(1 - \frac{x}{x_s}\right) \cdot x$, де x_s - рівноважний розмір популяції, коли народжуваність дорівнює смертності. Будь-яка система прямує до рівноважного стану, тобто $x \rightarrow x_s$.

Іншою темою дослідження є модель взаємодії між двома популяціями «Хижак - жертва» (модель Лотки - Вольтерра), яка описується системою двох диференціальних рівнянь.

В галузі хімії було розглянуто методи розв'язання кінетичних рівнянь, які описують прості елементарні реакції. Хімічні моделі таких реакцій можуть бути представлені у вигляді $\sum_i A_i = S$, де A_i - вхідний реагент, S - кінцевий компонент.

Висновки. Математичні моделі таких реакцій записуються у вигляді диференціальних рівнянь $\frac{dC_{A_i}}{dt} = -k \prod_i C_{A_i}^{n_i}$, де n_i - степінь входження в реакцію реагенту A_i , C_{A_i} - концентрація відповідного реагенту.

Література John M. Fryxell, Anna Mosser, Anthony R. E. Sinclair, Craig Packer. Group formation stabilizes predator-prey dynamics // *Nature*. 2007. V. 449. P. 1041–1043.

11. Графи, що нас оточують

Марія Журба, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Граф — це сукупність об'єктів із зв'язками між ними. Об'єкти розглядаються як вершини, або вузли графу, а зв'язки — як дуги, або ребра. Для різних областей використання види графів можуть відрізнятися орієнтовністю, обмеженнями на кількість зв'язків і додатковими даними про вершини або ребра.

Теорія графів була створена досить давно, хоча активний розвиток і впровадження припадає на останні десятиліття. Автором її вважається Леонард Ейлер, який у 1736 році опублікував розв'язок так званої задачі про кенінгсберзькі мости, а також знайшов існування ейлерового циклу у графі.

Розквіт теорії графів, як окремого розділу сучасної математики, відбувається саме зараз, оскільки активно розвиваються і впроваджуються в життя ІТ-технології і, як наслідок, відбувається значне зростання ролі задач дискретного характеру, математичні методи проникають у всі сфери людської діяльності.

Наш світ повністю складається з графів. Ось наприклад, всім відомий Київський метрополітен, кожна його станція - це вузол, а колії які їх з'єднують - це ребра. Так само можна розглянути карту водопостачання, кожен будинок - це вузол, а труби завдяки яким туди постачають воду - це ребра. Навіть багатоповерхівку можна вважати графом, адже кожен її поверх - це вузол, а сходи які їх з'єднують - це ребра.

Так можна розглядати будь що з того що нас оточує. Ми живемо в світі який повністю складається з графів. Надзвичайно цікава річ, адже абсолютно все побудовано на теорії графів.

Також графи широко застосовують в різних галузях науки. Файлова система комп'ютера, будова молекул, карта мобільних шляхів, соціальні мережі, турнірні таблиці та ще багато іншого - це все графи, які нас оточують.

Підсумовуючи все написане, можемо константувати, що починаючи від атома і закінчуючи сонячною системою нас оточують графи. Тема, що виникла, як ігровий розв'язок відомої ігрової задачі про Кенінгсберзькі мости продовжує динамічно розвиватися та кидає все нові і нові виклики людству.

Будь що на світі, за що б ми не торкнулися, на що б не подивилися, абсолютно все складається з графів, головне правильно подивитися на предмет.

Література

- 1) [https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Граф_\(математика\)](https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Граф_(математика))
- 2) https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Теорія_графів
- 3) Кочубей С.Г., Щасний С.Р. Теорія графів та її застосування. Збірник тез доповідей X відкритого студентського науково-практичного семінару, присвяченого 10-річчю створення кафедри, м. Шостка, 14 березня 2013 р. – Суми: Сумський державний університет, 2013.

12. Застосування методів прикладної математики для автоматичної класифікації тональності тексту

Альона Дробот, Ольга Мулява, Оксана Мулява

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Прикладна математика широко застосовується у сфері штучного інтелекту. Зокрема, математичні методи використовуються для задачі автоматичного визначення емоційного забарвлення (позитивний, негативний, нейтральний) текстових даних, тобто аналізу тональності (sentiment analysis). Ідея в тому, щоб текстові дані представити у вигляді чисел, що набагато спрощує обчислення. А потім працювати з документами як з векторами.

Матеріали і методи.

У системах сентимент аналізу застосовуються різні методи визначення тональності текстів, серед яких можна виділити векторний аналіз, пошук емотивної лексики по заздалегідь складеним тональним словників із застосуванням лінгвістичного аналізу, метод на основі правил з використанням шаблонів, різні статистичні методи та інші.

Результати. Кроки моделі:

1. Попередня обробка тексту: поділити на текст слова, видалити стоп слова, поставити кожному документу (відгуку) у відповідність вектор чисел.

2. Вектори документів модифікувати на основі зваженої міри TF-IDF.

Вага деякого слова пропорційна кількості вживання цього слова у документі, і оберненопропорційна частоті вживання слова у інших документах колекції.

Класифікатор – бере на вхід документ, на вихід віддає клас позитивний/негативний.

Наївний баєсів класифікатор - найпростіший, але в той же час один з найбільш використовуваних алгоритмів класифікації при обробці природних мов. У основі Наївного баєсового класифікатора лежить теорема Байєса:

$$P(c|d) = \frac{P(d|c)P(c)}{P(d)},$$

$P(c|d)$ - ймовірність документа d належить класу c , саме її нам треба розрахувати;

$P(d|c)$ - ймовірність зустріти документ d серед всіх документів класу c ;

$P(c)$ - безумовна ймовірність зустріти документ класу c в корпусі документів;

$P(d)$ - безумовна ймовірність документа d в корпусі документів.

Висновки. Був проаналізований сучасний підхід машинного навчання Наївного Баєса для аналізу тональності тексту. Було побудована модель аналізу емоційного забарвлення тексту з використанням математичних методів, яка для вхідного тексту вертає ймовірністю його бути позитивним.

Література

Gurneet Kaur, Abhinash Singla, “Sentimental Analysis of Flipkart reviews using NaïveBayes and Decision Tree algorithm”, International Journal of Advanced Researching Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume5, January 2016.

13. Конгруенції та їх властивості

Вадим Калита, Оксана Ніколаєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією з актуальних задач в математиці є задача дослідження подільності чисел та виразів на деяке натуральне число.

Матеріали і методи. При розв'язанні цієї задачі можна використовувати конгруенції та їх властивості.

Результати. Цілі числа a і b називають конгруентними за модулем m ($m \in N$), якщо остачі при діленні їх на число m рівні. Пишуть $a \equiv b \pmod{m}$.

Теорема. Для того, щоб цілі числа a і b були конгруентними за модулем m , де $m \in N$, необхідно і достатньо, щоб різниця $a - b$ ділилася націло на m .

Основні властивості конгруенцій (буквами a, b, c, d позначено цілі числа, m і n - натуральні).

1. Якщо $a \equiv b \pmod{m}$, $b \equiv c \pmod{m}$, то $a \equiv c \pmod{m}$.
2. Якщо $a \equiv b \pmod{m}$, то $a + c \equiv b + c \pmod{m}$.
3. Якщо $a \equiv b \pmod{m}$, то $ac \equiv bc \pmod{m}$.
4. Якщо $a \equiv b \pmod{m}$ і $c \equiv d \pmod{m}$, то $a \pm c \equiv b \pm d \pmod{m}$.
5. Якщо $a \equiv b \pmod{m}$ і $c \equiv d \pmod{m}$, то $ac \equiv bd \pmod{m}$.
6. Якщо $a \equiv b \pmod{m}$, то $a^n \equiv b^n \pmod{m}$.

При розв'язанні задач конгруенції використовуються наступним чином.

Задача 1. Доведіть, що при будь-якому натуральному n значення виразу $11^{n+2} + 12^{2n+1}$ кратне 133.

Розв'язання. Маємо:

$$\begin{aligned} 11^{n+2} + 12^{2n+1} &= 11^n \cdot 121 + 12^{2n} \cdot 12 + 11^n \cdot 12 - 11^n \cdot 12 = \\ &= (11^n \cdot 121 + 11^n \cdot 12) + (12^{2n} \cdot 12 - 11^n \cdot 12) = \\ &= 11^n \cdot (121 + 12) + 12 \cdot (12^{2n} - 11^n) = 11^n \cdot 133 + 12 \cdot (144^n - 11^n). \end{aligned}$$

Очевидно, що $144 \equiv 11 \pmod{133}$. Застосовуючи властивості конгруенцій, запишемо: $11^n \cdot 133 + 12 \cdot (144^n - 11^n) \equiv 11^n \cdot 133 + 12 \cdot (11^n - 11^n) \pmod{133}$,

Права частина останньої конгруенції при діленні на 133 дає в остачі 0. Отже, така властивість притаманна й лівій частині конгруенції.

Задача 2.

Доведіть, що серед чисел виду $5^n + 5^m$ (m і n натуральні числа) немає жодного квадрата натурального числа.

Доведення. Оскільки $5 \equiv 1 \pmod{4}$, то $5^n + 5^m \equiv 2 \pmod{4}$.

Квадрат будь-якого натурального числа при діленні на 4, може давати остачі тільки 0 та 1. Отже серед чисел виду $5^n + 5^m$ (m і n натуральні числа) немає жодного квадрата натурального числа.

Висновки. Досліджено використання конгруенцій при розв'язанні задач на подільність.

14. Інтеграція ЕОМ в процес навчання

Ангеліна Холонівець, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В період сумісного розвитку математики та електронно обчислювальних машин виникає питання про доцільність використання класичних математичних методів в поєднанні з ПК в процесі навчання яка потребує дослідження.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є системи комп'ютерної математики для виконання розрахунків за допомогою звичного нам ПК. Це доступ до майже необмеженої обчислювальної потужності та можливості в реальному часі відслідковувати результати своєї роботи. Реалізовані вони у вигляді наступних програмних продуктів: Mathcad, Mathematica, SciPy & Numpy, Maxima, Maple, fxSolver тощо.

Результати. Щоб зрозуміти межу між можливостями людського розуму та ЕОМ варто звернутися до першочергової умови для виконання будь-яких обчислень - володіння базовими знаннями про систему числення, арифметичні операції, синтаксис властивий математичній науці тощо. Дану інформацію ми засвоюємо ще у початковій школі. Без цього ніяк, це основа на яка являється фундаментом для подальшого засвоєння більш поглибленої інформації. У такому випадку ми лише підтверджуємо важливість класичного підходу освітньої програми, яку звісно варто доповнювати сучасними технологіями для підвищення рівня мотивації серед учнів.

Наступним етапом, який можна виділити із загальної освітньої структури, є отримання професійних навиків у вищих навчальних закладах. Звісно що математика з цього моменту не може обмежуватись теоремою Піфагора, поняттями про косинус та синус, логарифмами. В цей момент дуже важливо зорієнтувати студентів на реальні проблеми та методи їх вирішення. В результаті ознайомившись з можливостями математичних систем, в них буде можливість розвинути власні математичні знання та поступово поринувши у глибини математичних розрахунків, з'ясувати, що й комп'ютерні математичні системи можуть бути не точні. За кордоном звичною практикою є створення повноцінних підручників, в яких вивчення математики базується на постійному спілкуванні вже навіть учнів шкіл, та в обов'язковому порядку студентів ВНЗ з системами комп'ютерної математики.

Попередньо наведені математичні програми продукти дають можливість розв'язувати досить широкий обсяг завдань:

- проведення математичних досліджень, котрі вимагають аналітичних перетворень та числових розрахунків;
- математичне моделювання та комп'ютерний експеримент;
- аналіз і обробка статистичних та експериментальних даних;
- розробка алгоритмів, які реалізують ті чи інші методи розв'язування задач, їх аналіз і використання;
- математичне моделювання та комп'ютерний експеримент;
- візуалізація результатів дослідження, наукова та інженерна графіка;
- створення графічних і розрахункових матеріалів.
- аналіз і обробка статистичних та експериментальних даних;

Висновки. Рівень інтеграції з ЕОМ повинен розраховуватись в залежності до потреб та можливостей, які надає сьогоденний ринок. Ігнорування таких вимог призведе до деградування системи освіти та знеціненню отриманих навиків.

15. Вплив математичних алгоритмів на історію людства

Олександр Левченко, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Інформація, як інструмент за допомогою якого визначався хід історії, являла собою справжню інформаційну зброю, з чітко організованими системами зв'язку.

Матеріали та методи. У період коли цінність інформації визначалась її захищеністю для забезпечення максимальної секретності використовувалась легендарна «Енігма» (з нім. загадка) – шифрувальна машина часів Другої Світової війни, яку використовували німецькі війська для кодування своїх повідомлень. Перші гадки про яку датуються 1918 роком.

Результати. Початковим кроком у створенні криптографічної машини було використання шифру Цезаря принцип дії якого полягав у циклічному зсуві алфавіту, де ключ являє собою кількість літер, на які робиться зсув. Зважаючи на простоту алгоритму шифрування з розвитком системи обміну інформацією була створена оновлена реалізація звичного методу - ціла родина електромеханічних роторних машин.

Математичний опис роботи шифрувальної машини «Енігма» Перетворення «Енігми» для кожної літери може бути визначено математично як результат перестановок. Розглянемо трьохроторну армійську модель. Припустимо, що «P» позначає комутаційну панель, «U» позначає відбивач, а «L», «M», «R» позначають дії лівих, середніх і правих роторів відповідно. Тоді шифрування «E» може бути виражено як : $E = PRMLUL^{-1}M^{-1}R^{-1}P^{-1}$

Після кожного натискання клавіші ротор рухається, змінюючи трансформацію.

Наприклад, якщо правий ротор «R» повертається на І позицій, відбувається трансформація : $p^{-i}Rp^{-i}$, де p - циклічна перестановка, що проходить від «А» до «В», від «В» до «С», і так далі. Таким же чином, середній і лівий ротор можуть бути позначені як j і k обертань «М» і «L». Функція шифрування в цьому випадку може бути відображена в такий спосіб :

$$E = P(p^{-i}Rp^{-i})(p^{-j}Mp^{-j})(p^{-k}Lp^{-k})U(p^{-k}L^{-1}p^{-k})(p^{-j}M^{-1}p^{-j})(p^{-i}R^{-1}p^{-i})P^{-1}$$

Перші розшифрування «Енігми» відбулося на території Польщі, але згодом німці модифікували її і невдовзі після поразки німцям польські математики були змушені переїхати до Франції. Де їхні криптоаналітичні методи почали використовувати англійці. І саме ними була створена електронно-механічна машина «Bombe» для розшифрування кодів «Енігми». Принцип роботи «Бомби» був побудований на переборі можливих варіантів ключа шифру і спроб розшифровки тексту. Перебір ключів виконувався за рахунок металічних барабанів. Для кожного можливого значення ключа, заданого положеннями роторів (k -ть ключів рівнялась 10^{22}), «Бомба» виконувала перевірку з відомим відкритим текстом. Тюринг запропонував метод в якому потрібно було перебирати послідовність символів на основі підібраного відкритого тексту (наприклад кожного дня приходили дані про погоду і це слово зустрічалося в кожному ранковому повідомленні). І найбільш вагомим фактором, який на мою думку став ключовим в розшифруванні «Енігми» є те, що буква при шифруванні замінюлася будь-якою іншою, але не такою самою буквою.

Висновки. Шифрувальна машина «Енігма» - це важливий винахід, розшифрування інформації що змінив розподіл сил під час протистоянь між багатьма країнами світу та дав поштовх для розвитку криптографії.

16. Владислав Кирилович Дзядик – всесвітньо відомий український математик

Ярослав Каленюк, Володимир Сафонов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Серед славетних імен діячів науки і культури, на які так щедра Україна, особливе місце належить Владиславові Кириловичу Дзядику — видатному українському математику. 18 лютого 2019 року Владиславу Кириловичу мало виповнитися 100 років.

Матеріали і методи. Величезні успіхи В. К. Дзядика в математиці відзначено в багатьох авторитетних зарубіжних виданнях. Проведено дві міжнародні конференції, присвячені його пам'яті, які відбулися у Києві 23–31 травня 1999 р. і у Світязі на Волині 22–26 серпня 2009 р.

Результати. В. К. Дзядик народився 18 лютого 1919 року в с. Сахновщина на Харківщині. Батько Кирило Павлович із Сокаля на Львівщині, мати Феодосія Трохимівни з Харківщини. В 1937 р. розпочав навчання в Київському державному університеті ім. Т. Шевченка на факультеті іноземних мов, де провчився до 1941 р. Після війни відновив навчання вже в Дніпропетровському державному університеті на фізико-математичному факультеті, який закінчив з відзнакою в 1951 р. Далі працював учителем математики на Волині. В 1953 р. розпочав викладацьку діяльність. В Луцькому педагогічному інституті він пройшов шлях від асистента до завідувача кафедри. Кандидатську дисертацію захистив в 1955 р.. В 1960 р. після блискучого захисту докторської дисертації в Математичному інституті ім. В. А. Стеклова Владислав Кирилович переїхав до Києва. Він продовжив свою наукову діяльність в Інституті математики НАН України на посаді старшого наукового співробітника, а з 1963 р. по 1990 р. очолював відділ теорії функцій. В 1969 р. обраний членом-кореспондентом АН УРСР. Володів французькою, німецькою і англійською мовами. В. К. Дзядик вже заявив про себе як про яскраву особистість у математиці, розв'язавши відому і важку задачу Фавара. Головним напрямом своєї наукової творчості В. К. Дзядик обрав теорію апроксимації функцій. Його дослідження з наближень многочленами аналітичних функцій на компактах комплексної площини заклали основу нового напрямку сучасної математики, який плідно розвивається в багатьох країнах світу. Незвичайні здібності математика приводять його до проблем наближеного розв'язання диференціальних і інтегральних рівнянь. На основі синтезу ідей, методів і результатів теорії наближення функцій, теорії диференціальних та інтегральних рівнянь і обчислювальної математики він розробив і строго обґрунтував ефективні методи наближення многочленами невідомих розв'язків широкого класу рівнянь. Свої погляди на проблеми в математиці В. К. Дзядик виклав у відомих монографіях. Владислав Кирилович був учнем видатного математика С. М. Нікольського. Він як і його вчитель увесь час дбав про нові таланти в математиці. Його самовідданість науці, талант педагога і вченого сприяли залученню до справжньої математики чимало талановитої молоді. Серед учнів В. К. Дзядика 50 кандидатів і 8 докторів наук. За заслуги в розвитку науки та підготовці наукових кадрів у 1990 р. В. К. Дзядику присвоєно почесне звання Заслуженого діяча науки і техніки України. В 1992 р. він удостоєний премії ім. М. М. Крилова НАН України.

Висновки. Математична спадщина В. К. Дзядика значною мірою визначала пріоритетні напрямки в сучасній теорії наближення функцій і, безперечно, ще довго буде впливати на розвиток науки, якій він присвятив своє життя.

17. Математичні софізми

Марія Дричик, Ганна Циганкова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Більше двох тисячоліть математичні софізми бентежать людську думку, вчать логічному мисленню і красі бездоганих доведень і не втратили актуальності в сучасному пізнанні світу.

Матеріали і методи. Софізмом є навмисне помилкове твердження, яке має видимість правильного. Таке твердження містить абсолютно логічний по структурі умовивід, але обов'язково має одну або декілька замаскованих помилок. Математичний софізм – це хибне математичне твердження з прихованою помилкою в математичних міркуваннях. Спростування софізму є маленьким відкриттям і прекрасною школою культури міркувань і формування критичного мислення.

Результати. Зібрано і проаналізовано відому нам інформацію про софізми. Існує декілька видів математичних софізмів: логічні, алгебраїчні, геометричні, числові та психологічні. Термін «софізм» (буквально «вигадка, хитрий умовивід, викрутас») уперше ввів Аристотель, який охарактеризував софістику як уявну, а не дійсну мудрість. Цей визначний давньогрецький філософ заклав основи законів формальної логіки, через порушення яких і виникають помилки в міркуваннях і, як наслідок, софізми. Софізми набули широкого розповсюдження у Древній Греції. Відомі софісти – Аристотель, Зенон, Сократ, Платон та інші. Зазвичай софісти виступали публічно, з метою спантеличити, заплутати і поставити в незручне становище свого співрозмовника і заодно повеселити публіку.

Проаналізовано декілька логічних софізмів, апорії Зенона («Ахіллес і черепаха», «Дихотомії»), відомий софізм Еватла, математичні алгебраїчні софізми.

Проведено опитування серед людей різного віку і статусу і встановлено, що софізми переважно цікавлять молодих людей 12-25 років. На жаль, частина людей, виявили пасивність у опитуванні.

Висновки. Розв'язання математичних софізмів виявляється ефективним засобом розвитку логіки, формування критичного мислення, як однієї з компетенцій сучасної молодої людини.

Література

1. Мадера А. Г. Математические софизмы: Правдоподобные рассуждения, приводящие к ошибочным утверждениям / Мадера А. Г., Мадера Д. А. –М.: Просвещение, 2003.
2. Гетманова А. Д. Логика: учебник. / А. Д. Гетманова. – М.: КНОРУС, 2012. – 240с.

18. Зв'язок лінійної алгебри і нейронної мережі на прикладі розпізнавання цифр

Антон Дьяченко, Ганна Циганкова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасному світі широкого поширення набули нейронні мережі, які застосовуються майже не у всіх сферах життя людини. Їх використовують такі великі компанії як Google, Яндекс, Tesla та інші.

Матеріали і методи.

Штучні нейронні мережі – це математична програмна модель, побудована за принципом функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму. Штучні нейронні мережі є системою з'єднаних і взаємодіючих між собою простих процесорів (штучних нейронів). Ці процесори з'єднуються у велику мережу з керованою взаємодією і разом здатні виконувати досить складні завдання.

Результати. В якості наглядного прикладу було взято математичну модель - перцептрон. Перцептрон – математична або комп'ютерна модель сприйняття інформації мозком. Перцептрон став однією з перших моделей нейромереж.

Незважаючи на свою простоту, перцептрон здатен навчатися і розв'язувати досить складні завдання. Основна математична задача, з якою він здатний впоратися – це лінійне розділення довільних нелінійних множин.

За допомогою моделі перцептрона на прикладі задачі розпізнавання цифр розглянуто введення в процес навчання нейромережі. Можливість навчання – одна з головних переваг нейронних мереж перед традиційними алгоритмами. Математичним представленням з'єднань нейромережі є лінійна алгебра.

В результаті дослідження взаємозв'язку лінійної алгебри і нейромереж вивчено такі поняття як "активація нейрона", "прошарки нейромережі", "числова вага". Отримано знання про вплив "зсуву" на діапазон значень та використання функції сигмоїди для стиснення діапазону значень в проміжок $[0, 1]$.

За допомогою таких понять як "функція вартості" та методу найшвидшого спуску отримано знання про навчання нейромережі.

Висновки. Систематизовано нові знання з вищої математики, яка є теоретичною основою для створення передових новітніх технологій за допомогою штучних нейронних мереж для розпізнавання обличчя, предметів, перекладу текстів, тощо.

19 Розрахунок сплати податків та вартість державних послуг для населення

Пецеля Артем Володимирович, Хоменко Наталія Вікторівна
Технічний ліцей Шевченківського району, Київ, Україна

Вступ. Важливість сплати податків полягає в тому, що податки – основне джерело фінансування держави. Саме ці кошти держава потім витрачає на різні послуги для населення, погашення зовнішнього боргу та інвестування.

Матеріали і методи. У результаті проведення практичної частини роботи було застосовано деякі загальновідомі теоретичні відомості, такі як: видаток з держбюджету – 988,6 млрд. грн.; сукупне податкове навантаження – 37,8 %; а також кількість коштів, яку виділили на деякі державні послуги: інфраструктура (60,7 млрд. грн.), оборона (165,3 млрд. грн.), дипломатія (4,5 млрд. грн.), культура (31,3 млрд. грн.), медицина (7 млрд. грн.), освіта (14,1 млрд. грн.). Методи: системний аналіз, елементарна математика.

Результати. В результаті теоретичної частини роботи було виявлено та систематизовано основні загальнодержавні податки: податок на додану вартість; акцизний збір; податок із доходів фізичних осіб; мито; державне мито; податок на нерухоме майно; рентні платежі; податок із власників транспортних засобів; податок на промисел, збір за забруднення навколишнього природного середовища; збір на обов'язкове державне пенсійне страхування; єдиний збір, що справляється у пунктах пропуску через державний кордон України - та наведені приклади до кожного з них.

В результаті практичної частини роботи було вираховано скільки в середньому сплачує українець за податки за рік: 41 014 грн. – та скільки в середньому кожен українець сплачує за деякі державні послуги (у відсотках та в гривнях): інфраструктура (6,1%; 2502 грн./рік), оборона (16,7%; 6849 грн./рік), дипломатія (0,4%; 165 грн./рік), культура (3,1%; 1271 грн./рік), медицина (0,7%; 287 грн./рік), освіта (1,4%; 574 грн./рік), трансферна політика (31,1%; 12755 грн./рік), місцеві бюджети (1,3%; 533 грн./рік), інше (39,2%; 16077 грн./рік).

Висновки. В результаті проведеної роботи, аналізу прочитаної літератури можна вважати, що для подальшого грамотного фінансового життя читачів (слухачів), знадобляться ці базові знання про податкову систему та вміння користуватися ними.

Section 16

Chemistry and chemical technology

Секція 16

Хімія і хімічні технології

16.1.

Chemistry

Chairperson – professor Svitlana Bondarenko

Secretary – Inna Popova

16.1.

Хімія

Голова – професор Світлана Бондаренко

Секретар – Інна Попова

1 Синтез кумарин-4-ілметил фосфонових кислот та дослідження їх антивірусної дії

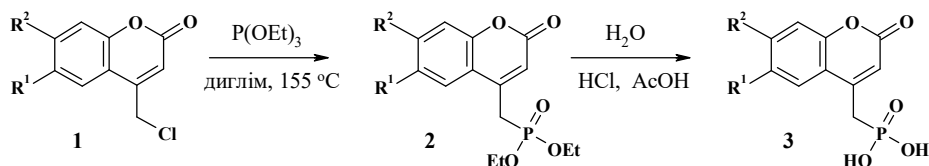
Вячеслав Длужевський¹, Кондратюк Костянтин², Світлана Бондаренко¹

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²Інститут біоорганічної хімії і нафтохімії НАН України

Вступ. Завдяки модифікаціям бензопіронового ядра, які дозволили отримати цінні біологічно активні молекули, а також можливостям синтетичного перетворення у велике розмаїття функціоналізованих похідних, кумарин визнаний привілейованим скаффолдом в дизайні лікарських препаратів[1-2].

Матеріали і методи. Контроль перебігу реакцій та чистоти продуктів здійснювали з використанням тонкошарової хроматографії та хромато-мас спектрометрії. Дослідження будови сполук проводили спектроскопічними методами: ЯМР ¹H, ЯМР ¹³C, ЯМР ³¹P.



$\text{R}^1 = \text{H}, \text{OH}, \text{Me}, \text{OMe}, \text{Et}, \text{i-Pr}, \text{t-Bu}$

$\text{R}^2 = \text{H}, \text{Me}, \text{OMe}, \text{Ph}$

Результати. Вихідними сполуками слугували заміщені 4-хлорометилкумарини **1**, які були отримані конденсацією відповідних фенолів з хлороацетооцтовим естером. Діалкілфосфонати **2**, одержані взаємодією 4-хлорометилкумаринів **1** з триетилфосфітом P(OEt)_3 , були піддані гідролізу в присутності хлоридної кислоти, в результаті чого синтезовані нові похідні фосфонові кислоти **3**.

Оцінка антивірусної дії синтезованих сполук по відношенню до Varicella-Zostervirus(VZV) дозволила встановити, що найбільш активною є кумарин-4-ілметилфосфонові кислота **3** ($\text{R}^1 = \text{Me}, \text{R}^2 = \text{H}$). Вона знижує реплікацію вірусу на 50% (EC_{50}) при концентрації $< 0.05 \mu\text{M}$, а життєздатність клітин на 50% (CC_{50}) – при концентрації $> 150.00 \mu\text{M}$. Індекс селективності (SI_{50}) складає > 3125 .

Висновки. Синтезовано ряд нових заміщених діетил[(2-оксо-2H-хромен-4-іл)метил]фосфонатів і [(2-оксо-2H-хромен-4-іл)метил]фосфонових кислот, показано перспективи дослідження їх антивірусної дії.

Література.

1. Coumarin: A Natural, Privileged and Versatile Scaffold for Bioactive Compounds / A. Stefanachi, F. Leonetti, L. Pisani, M. Catto *et al.* // *Molecules*. -2018. - Vol. 23. - P. 250.
2. Coumarin: A Privileged Scaffold for the Design and Development of Antineurodegenerative Agents / E. Jameel, T. Umar, J. Kumar, N. Hoda // *Chem. Biol. Drug Des.* -2016. - Vol. 87. - P. 21-38.

2 Синтез нових N-алкіл-N-(5-R-1,3,4-оксадіазолілметил)-4-хлор-2-алкенамідів – потенційних інсектицидів

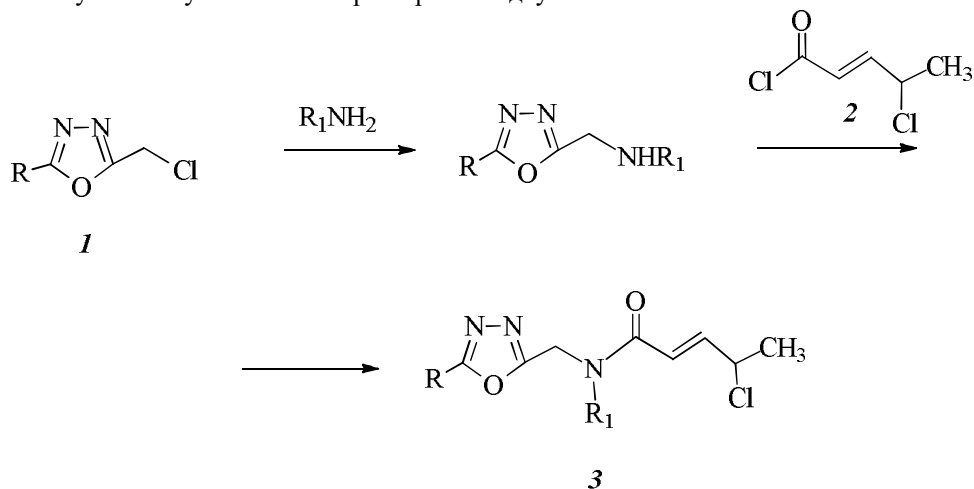
Валентин Подолянчук, Наталія Сімурова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Неонікотинοїди – група інсектицидів, яким властиві висока біологічна активність та широкий спектр дії, низька норма витрат, активність проти резистентних популяцій шкідників та помірна стійкість у навколишньому середовищі. Саме з цих причин пошук нових речовин класу неонікотинοїдів є актуальним.

Матеріали і методи. Вихідні сполуки – хлорметилноксадіазоли та хлорангідрид 4-хлор-2,3-пентенової кислоти було синтезовано нами за відомими методиками. Усі органічні аміни та розчинники використовувались після додаткового очищення та осушування. Спектри ЯМР ^1H зареєстровані на приладі “Varian VXR-300”, робоча частота – 300 МГц, внутрішній стандарт – ТМС в розчині DMSO-d_6 .

Результати. Основним гетероциклічним ядром відомих неонікотинοїдів є заміщене піридинове або ж тіазольне ядро, що імітують фрагмент алкалоїду нікотину. Нами був синтезований ряд інших гетероциклічних сполук – 1,2,4-оксадіазолів **1** з ароматичним замісником (R), які й були застосовані в якості основного фрагменту молекули. Наступні хімічні перетворення відбувались за схемою:



Наведені реакції проходять у м'яких умовах з високими виходами. Синтезовані сполуки **3** містять в молекулі декілька фрагментів, що можуть зумовлювати їх біологічну активність, тому важливим є їх подальші біологічні випробовування. Структуру усіх синтезованих сполук доведено методами ЯМР ^1H спектроскопії, мас-спектрометрії, а склад – елементним аналізом.

Висновок. В результаті проведеної роботи було синтезовано нові сполуки з оксадіазольним ядром, що за структурою можуть бути віднесені до неонікотинοїдів. Результати даних досліджень можуть бути використані в синтетичній практиці, а синтезовані речовини – для подальшого вивчення їх біологічної активності.

3 Синтез нових похідних нафталенової кислоти

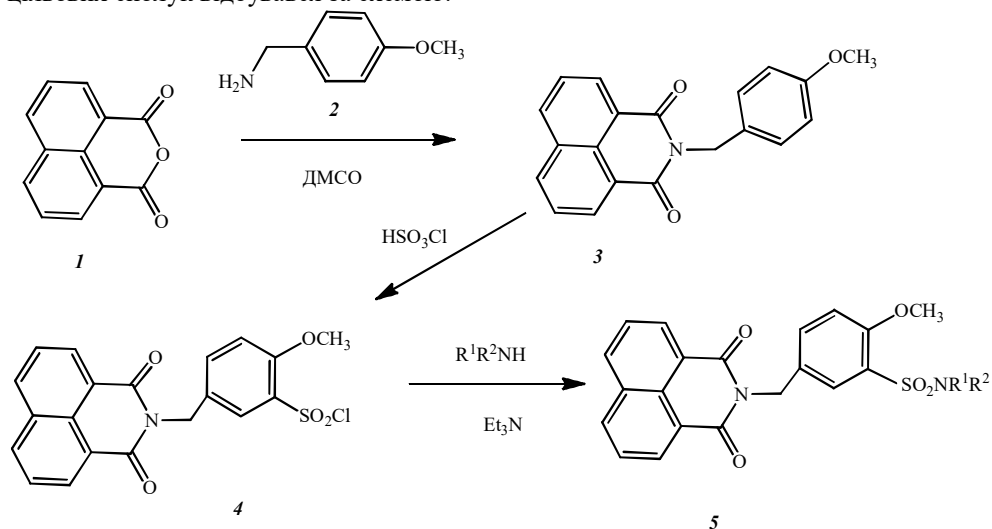
Вячеслав Черепанський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У похідних нафталенової (1,8-нафталендикарбонової) знайдені оригінальні флуоресцентні, фотофізичні та електрохімічні властивості, а також широкий спектр біологічної активності. Робота з функціональними похідними 2,3-дигідро-1Н-бензо[de]ізохінолін-1,3-діонів зосереджена як на синтезі нових сполук цієї групи, так і на пошуку нових галузей їх застосування.

Матеріали і методи. Застосовано методи органічного синтезу з комерційно доступного нафталенового ангідриду. Усі органічні аміни та розчинники використовувались після додаткового очищення та осушування. Спектри ЯМР ^1H зареєстровані на приладі “Varian VXR-300”, робоча частота – 300 МГц, внутрішній стандарт – ТМС в розчині DMSO-d_6 .

Результати. Метою роботи був синтез нових, невідомих раніше сульфаніламідів, що містять поряд з нафталеним фрагментом інші фармакофорні угруповання. Синтез цільових сполук відбувався за схемою:



Нафталевий ангідрид **1** реагує з 4'-метоксибензиламіном **2** з утворенням 2-(4'-метоксибензил)-2,3-дигідро-1Н-бензо[de]ізохінолін-1,3-діону **3**. Нами з'ясовано, що сульфохлорування відбувається селективно з утворенням продукту **4**, який взаємодіє з вторинними амінами (морфоліном, піперидином, гексаметиленіміном), утворюючи 2-[4'-метокси-3'-(R-аміносульфоніл)бензил]-2,3-дигідро-1Н-бензо[de]ізохінолін-1,3-діони **5** з виходами 62-72%.

Висновок. В результаті проведених досліджень нами знайдені умови для конденсації 1,8-нафталенового ангідриду з 4-метоксибензиламіном та подальшого селективного сульфохлорування продукту цієї реакції. Дією вторинних амінів на 2-(4'-метокси-3'-хлорсульфонілбензил)-2,3-дигідро-1Н-бензо[de]ізохінолін-1,3-діон отримані невідомі раніше сполуки, що є перспективними для подальших біологічних досліджень.

4 Застосування морфолінідів та піперидинідів ацетооцтової кислоти в реакції Біджинеллі

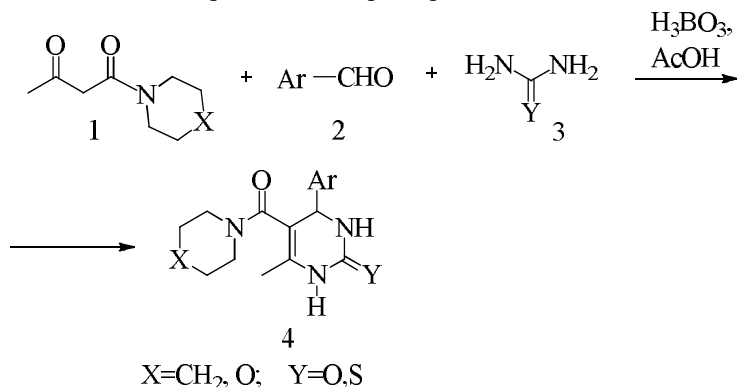
Олександр Кармашов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Реакція Біджинеллі – трьохкомпонентна реакція між дикарбонільною сполукою, ароматичним альдегідом та сечовиною (тіосечовиною). Вона є загальним методом синтезу 3,4-дигідропіримідин-2-онів, яким властиві антивірусні, протипухлинні і антигіпертензивні властивості.

Матеріали і методи. Аміди ацетооцтової кислоти були одержані нами з ацетооцтового естеру та відповідних амінів. Усі органічні розчинники використовувались після додаткового осушування та перегонки. Одержані 3,4-дигідропіримідин-2-они були очищені кристалізацією з ізопропілового спирту. Спектри ЯМР ^1H синтезованих речовин зареєстровані на приладі “Varian VXR-300”, робоча частота – 300 МГц, внутрішній стандарт – ТМС в розчині DMSO-d_6 .

Результати. Наявність трьох компонентів в реакції Біджинеллі та можливість їх варіювати широко застосовується в сучасній комбінаторній хімії, оскільки дозволяє одержати велику кількість багатофункціональних похідних дигідропіримідину. Ми виявили, що циклічні аміди ацетооцтової кислоти **1**, а саме морфолід та піперидид реагують з ароматичними альдегідами **2** і сечовиною або тіосечовиною **3** в присутності борної кислоти як каталізатора. Хімічні перетворення наведені на схемі:



Реакція циклоконденсації проходить селективно, а вихід цільових 3,4-дигідропіримідин-2-онів **4** складає 70%. Синтезовані сполуки містять в молекулі декілька фармакофорних угруповань, тому цікаві для подальших біологічних досліджень. Структуру усіх одержаних сполук доведено методами ЯМР ^1H спектроскопії, а склад елементним аналізом.

Висновок. Показано можливість застосування амідів ацетооцтової кислоти з морфоліновим та піперидиновим радикалами в реакції Біджинеллі. В результаті проведеної роботи були одержані невідомі раніше похідні 3,4-дигідропіримідину, цікаві для подальшого вивчення їх біологічної активності.

5 Цукрозамінники та їх вплив на фізіологічні процеси організму людини

Мороз Дар'я, Інна Попова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наявність харчових добавок в сучасних продуктах харчування – це звичне явище, що не викликається подиву. Цукрозамінники входять до складу газованих напоїв, кондитерських виробів, жувальних гумок, соусів, тощо.

Матеріали і методи. В тезах використовувався аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел стосовно хімії та біологічної активності цукрозамінників.

Результати. Цукрозамінники діляться на два типи: синтетичні і натуральні. До синтетичних цукрозамінників відносять, наприклад, ацесульфам К (E950). Низькокалорійний, незасвоюваний продукт, який солодше цукру в 200 разів. Сприяє появі порушень кишечника, алергічних реакцій. В Японії і Канаді він під заборону. Аспартам. Найбільш поширений для вживання в їжу. Є найнебезпечнішим для здоров'я серед цукрозамінників. Якщо нагріти його до температури 30°C, він розпадеться на канцероген класу А - формальдегід, а також метанол і фенілаланін, які в поєднанні з іншими білками стають дуже токсичними. При вживанні аспартама можна помітити головні болі, нудоту, запаморочення, порушення травлення, алергію, безсоння, прискорене серцебиття, депресію, підвищення апетиту.

Цикламат. Відноситься до підсолоджувачів, що не містить калорій. По відношенню до цукру солодше в 30 разів. Його вживання дозволено тільки в 50 країнах. Є підозри, що він провокує печінкову недостатність. Найбільш розповсюджений в Україні [1]. До натуральних цукрозамінників відносять сорбозу (сорбіт або сорбітол). Цей цукрозамінник добувають з рослин. Сорбіт не зручний у вживанні в їжу, тому як коефіцієнт його солодощі по відношенню до цукру складає всього 0,6. До того ж, він має досить специфічний смак. У деяких випадках провокує появу проносу. Є дані, що він сприяє погіршенню травлення. Вкрай рекомендується обмежити цей продукт до 10 г на добу. Стевія. Єдиний цукрозамінник з ряду натуральних, який несе користь для організму. Шкідливість його заперечується. Справа в тому, що при дослідженнях, що тривали впродовж 10 місяців, щоденне вживання стевії в обсягах, які навіть в 50 разів перевищують фізіологічно можливі до вживання, не посприяло ніяким патологічним змінам в організмі. Даний цукрозамінник добувають з однойменної рослини. Він підвищує імунітет, робить шкіру молодше, нейтралізує підвищений вміст грибків кандиди, нормалізує артеріальний тиск.

Висновки. Один з найголовніших недоліків синтетичних цукрозамінників полягає в тому, що вони не засвоюються організмом. Пошук солодких речовин, що замінюють сахарозу, в наш час відноситься до пріоритетних напрямків науки в багатьох країнах. Шкідливість штучних підсолоджувачів дещо перебільшена, адже всі дослідження проводилися з використанням найбільших доз цукрозамінників. Невелика кількість даного продукту не несе особливої шкоди здоров'ю [2].

Література.

1. Замінити цукор і не померти/ М.Данилишин//Журнал Агробізнес сьогодні. — 2013. — №9(256)
2. Дорохович В.В. Фруктоза: новые технологии производства и актуальность применения в пищевой промышленности // Продукты и ингредиенты. – 2006. – № 1. – С. 14–16.

6 Порівняння державних стандартів з метою дослідження органолептичних показників молочних продуктів

Кужинівська Олександра, Попова Інна

Національний Університет Харчових Технологій, Київ, Україна

Вступ. Чому старші люди полюбують говорити: «Найсмачніше морозиво я їв лише в СРСР», або ж: «В Союзі вся їжа була здоровою...» Даним дослідженням ми спробуємо спростити це упередження.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень стало згущене молоко двох видів: марки «Рогачевъ», виготовлений за стандартами СРСР (Білорусь, ГОСТ 2903-78 «Консерви молочні: Молоко незбиране згущене з цукром.» та «Первомайський МКК» (Україна, ДСТУ4274:2003 «Консерви молочні: Молоко незбиране згущене з цукром.»

Результати. Порівняння органолептичних показників представлено у Таблиці 1. «Первомайський МКК» зі складом: молоко коров'яче цільне, цукор білий, цукор молочний, має відмінності зі складом згущеного молока «Рогачевъ»: молоко нормалізоване, цукор-пісок, сахароза. Співвідношення Б/Ж/У (білків, жирів, вуглеводів) «Первомайський МКК» - 7,2/ 8,5/ 58,3, «Рогачевъ» - 7,2/ 8,5/ 56.

Таблиця 1. Порівняння органолептичних показників зразків згущеного молока

Критерій оцінювання	«Первомайський МКК»	«Рогачевъ»
Колір	світло-кремовий рівномірний	рівномірно білий з кремовим відтінком
Консистенція	однорідна, помірно в'язка, без осаду,	однорідна, в'язка, без осаду
Запах	слабко пастеризований, з легким кормовим відтінком	слабко виражений, чистий
Смак	солодкий, чистий, властивий продукту	солодкий, чистий, властивий продукту

Висновок. Дослідивши органолептичні властивості харчових продуктів різних стандартів (ДСТУ і ГОСТ) можна зробити висновок, що за хімічним складом (білки, жири, вуглеводи) зразок продукту ГОСТ є більш натуральним, хоч зразок ДСТУ теж виготовлений з натурального молока (такого, що пройшов мінімальну обробку, зберіг свої природні властивості). Запах, колір і консистенція (визначена за методом визначення динамічної в'язкості з використанням закону падіння кульки у в'язкому середовищі) обох зразків майже ідентичні, але зразок продукту ГОСТ має більш натуральні (наближені до природних) показники, а саме властивий продукту чистий смак молока, запах без відчуття домішок хімічних речовин. Можна зробити висновок, що стандарти ДСТУ і ГОСТ не мають суттєвих відмінностей.

7 Дослідження молекулярної маси кополімеру

Юлія Просянко, Лариса Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мета роботи – дослідження молекулярної маси (ММ) кополімеру *N*-вінілпіролідону з вінілацетатом віскозиметричним методом [1].

Матеріали і методи. Кополімер *N*-вінілпіролідону з вінілацетатом (ВП-ВА) за вихідного мольного співвідношення мономерів ВП:ВА – 40:60 та часу проведення реакції за температури $(65 \pm 1)^\circ\text{C}$ у присутності азо-біс-ізобутиронітрилу як ініціатора реакції кополімеризації. Віскозиметричні дослідження проведені в системі кополімер ВП-ВА – вода за допомогою віскозиметра Уббелюде за температури $(25 \pm 0,1)^\circ\text{C}$.

Результати. Існує емпіричне рівняння Марка-Куна-Хаувінка: $[\eta] = K \times M^\alpha$, де $[\eta]$ – характеристична в'язкість; K і α – константи, які характеризують систему полімер-розчинник. В своїх розрахунках ми використовували наступні значення $K = 5,65 \times 10^{-4}$, $\alpha = 0,55$ [2]. Для розрахунку молекулярної маси (табл.1) застосовували логарифмічну форму цього рівняння: $\lg M = (\lg[\eta] - \lg K) / \alpha$. Для розбавлених розчинів кополімеру ВП-ВА за різних концентрацій (c) визначили середні значення часу витікання розчинника (τ_0) та розчину полімеру (τ), розраховували відносну ($\eta_{\text{відн}}$) та приведену ($\eta_{\text{прив}}$) в'язкості. Визначення характеристичної в'язкості (рис.1) синтезованого кополімеру ВП-ВА проводили шляхом графічної екстраполяції значень приведеної в'язкості розчинів кополімерів ВП-ВА у воді в інтервалі концентрацій (0,5-1,0)% до нульової концентрації [1].

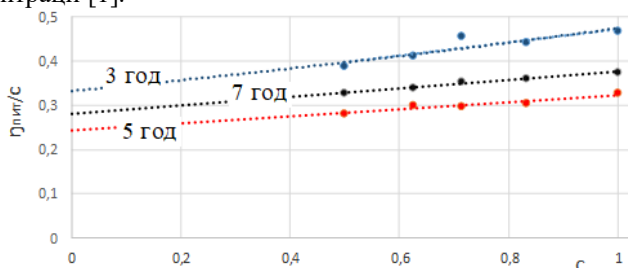


Рис. 1. Залежність приведеної в'язкості кополімеру ВП-ВА при вихідному співвідношенні мономерів ВА:ВП – 60:40 від концентрації кополімеру у воді.

Таблиця 1. Характеристики кополімерів ВП-ВА

Вихідні співвідношення мономерів ВП : ВА, моль	Час реакції, год.	Характеристична в'язкість, 100 мл/г	ММ кополімеру ВП-ВА
40 : 60	3	$0,32 \pm 0,03$	~ 100000
	5	$0,24 \pm 0,01$	~ 60000
	7	$0,28 \pm 0,02$	~ 80000

Висновки. Досліджено ММ кополімеру *N*-вінілпіролідону з вінілацетатом віскозиметричним методом. В залежності від області подальшого застосування полімеру можна підібрати умови його синтезу.

Література.

1. Тагер, А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Научный мир, 2007 – 576 с.
2. Кирш, Ю.Э. Поливинилпирролидон и лекарственные композиции на его основе, способы их получения / Ю.Э. Кирш, Л.В. Соколова // Химико-фармацевтический журнал. –1983. –№ 6. – С. 711–721.

8 Дослідження складу кополімеру

Марія Дричик, Лариса Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мета роботи – визначення складу кополімеру *N*-вінілпіролідону з вінілацетатом (ВП-ВА) за даними елементного аналізу (за вмістом N у *N*-вінілпіролідоні).

Матеріали і методи. Кополімер *N*-вінілпіролідону з вінілацетатом за вихідного мольного співвідношення мономерів ВП:ВА – 40:60 та часу проведення реакції протягом трьох, п'яти та семи годин, синтезований у розчині ізопропілового спирту за температури $(65 \pm 1)^\circ\text{C}$ у присутності азо-біс-ізобутиронітрилу як ініціатора реакції кополімеризації. Склад кополімеру розраховано за вмістом Нітрогену, який визначали модифікованим газометричним мікрометодом Дюма-Прегля.

Результати. Для визначення складу кополімерів краще використовувати дані елементного аналізу (похибка вимірювання яких не перевищує 0,5 %), ніж інші методи визначення (ІЧ-спектроскопія, функційний аналіз, ГРХ та ін.), похибка вимірювання яких може досягати більш високих значень. Тому склад кополімерів ВП-ВА розраховували за вмістом у них Нітрогену (табл.1) [1].

Вміст мономерів ВП та ВА в кополімері ВП-ВА визначали за формулами:

$$A = \alpha \cdot m_1 / 14; B = 100 - A,$$

де *A* – вміст ВП в кополімері ВП-ВА, % ваг.; *B* – вміст ВА в кополімері ВП-ВА, % ваг.; α – кількість Нітрогену за результатами аналітичного аналізу, % ваг.; m_1 – молекулярна вага ВП.

У 100 г такого кополімеру ВП-ВА міститься:

$$A' = \frac{A}{111} \text{ та } B' = \frac{B}{86},$$

де *A'* – кількість молей ВП; 111 – маса 1 молю ВП; *B'* – кількість молей ВА; 86 – маса 1 молю ВА.

Мольний склад мономерів у кополімері ВП-ВА розраховували за формулами:

$$X = A' \cdot 100 / (A' + B') \text{ та } Y = B' \cdot 100 / (A' + B'),$$

де *X* – ВП, % мол.; *Y* – ВА, % мол.

Таблиця 1. Характеристики кополімерів ВП-ВА

Вихідні співвідношення мономерів ВА : ВП, моль	Час реакції, год	Вихід кополімеру, %	Вміст ВП в кополімері, % мол.	Кількість Нітрогену в кополімері ВП-ВА, %
60 : 40	3	31,08	62,24	8,56
	5	52,37	59,78	7,60
	7	66,98	44,95	6,47

Висновки. Досліджено склад кополімеру *N*-вінілпіролідону з вінілацетатом від часу процесу кополімеризації за даними елементного аналізу. Кополімер ВП-ВА, отриманий на початковій стадії кополімеризації, відносно збагачений більш активним ВП. Повний продукт кополімеризації є сумішшю молекул кополімеру ВП-ВА різного хімічного складу.

Література.

1. Торопцева, А.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений / А.М. Торопцева, К.В. Белгородская, В.М. Бондаренко. – Л.: Химия, 1972. – 415 с.

9 Визначення Фосфору у молоці

Євген Гук, Віра Іщенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У молоці міститься близько 1% неорганічних речовин, до складу яких входить 80 елементів Періодичної системи. Особливе значення серед макроелементів молока відіграють Кальцій та Фосфор, які забезпечують побудову кісткової тканини в організмі. Визначення вмісту цих елементів є обов'язковим при визначенні показників якості молока.

Матеріали і методи. Більшість Фосфору у молоці знаходиться у вигляді залишків ортофосфатної кислоти, які зв'язані з Кальцієм. Відомо, що частина фосфатів утворює істинний розчин, частина – колоїдний. Більша частина колоїдного фосфату зв'язана у кальціоказеїнний комплекс. Визначення форм Фосфору у молоці є важливим для характеристики продукту, зокрема, його ідентичності. В даній роботі визначали вміст загального Фосфору у різних зразках молока та вміст Фосфору у фракціях, одержаних після осадження казеїну, спектрофотометричним методом.

Результати. В дослідженнях були проаналізовані зразки натурального, пастеризованого молока та питного молока, виготовленого із сухого молочного продукту (відновлене молоко). Зразки відновленого молока готували із сухого незбираного молока жирністю 25 % розпилювального сушіння, розчиняючи його у відповідному об'ємі підготовленої питної води. Для осадження казеїну в усіх зразках молока до 10 см³ проби молока додавали 15 см³ ацетатного буферного розчину з концентрацією 0,10 моль/л (рН=4,60±0,05). Одержані зразки витримували 30 хвилин і центрифугували; потім проводили фільтрування крізь беззолний фільтр «синя стрічка».

Аналіз проводили за наступною методикою. Відбирали по 1,5 см³ кожного зразка молока та по 5 см³ одержаного фільтрату, проводили мокре озолення та кількісно переносили одержані суміші в колби на 100 мл. Аліквоту 2 см³ переносили в мірну колбу місткістю 50 см³ і додавали близько 25 см³ води. Потім в кожен колбу додавали 2,0 см³ розчину натрій молібдату в аскорбіновій кислоті. Неорганічний фосфор, який міститься в безбілковому фільтраті, взаємодіє з натрій молібдатом, утворюючи натрій молібдофосфат, який при відновленні слабким відновником - аскорбіновою кислотою – утворює молібденову синь: гетерополікислоту, що містить Мо (V). Для побудови градуального графіка використовували стандартний розчин калій дигідрофосфата, додавали реагент та вимірювали оптичну густину на спектрофотометрі при довжині хвилі 820 нм, використовуючи кювети 10 мм. За виміряними значеннями оптичної густини досліджуваних розчинів по калібрувальному графіку знаходили вміст Фосфору.

Висновки. Використана спектрофотометрична методика визначення Фосфору у молоці придатна для поставлених цілей. Виміряні значення вмісту Фосфору в різних групах молока відрізняються між собою, що може бути маркером на термічну обробку молока та на можливе додавання сполук Фосфору як харчової добавки до сухого молока. Для більш надійної диференціації зразків необхідно долучити визначення йонного та загального Кальцію у молоці та співставити одержані значення із вмістом Фосфору.

10 Визначення окисно-відновного потенціалу для ідентифікації молочної продукції

Юлія Іванченко, Віра Іщенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ . Молоко та молочні продукти відносяться до найбільш цінних харчових продуктів. Проте значне розширення асортименту молочної продукції не обходиться без прагнення випускати під виглядом відомих товарних марок явні підробки. Наразі серед виробників молочної продукції набуває поширення підміна молока продуктом виготовленим із сухого молока. Тому визначення якості та ідентичності молока і молочних продуктів є важливою проблемою, яка потребує вирішення.

Матеріали і методи. Для визначення ідентичності та виявлення фальсифікації молока використовують різні аналітичні методи: хімічні методи так званої «мокрої» хімії, фізико-хімічні та фізичні методи [1]. Молоко містить ряд хімічних сполук, які здатні легко окиснюватись і відновлюватись. Окисно-відновну систему молока утворюють аскорбінова кислота, токоферолі, рибофлавін, цистеїн, оксидоредуктази, кисень та інші речовини, що легко окиснюються та відновлюються. Тому цікавим методом дослідження молока з метою визначення його ідентичності є вимірювання окисно-відновного потенціалу.

Результати. Для дослідження були відібрані більше 10 зразків молока, які умовно були розділені на п'ять груп. Перша група зразків – питні види молока вітчизняного виробництва, придбані в супермаркетах м. Києва. Друга група зразків – натуральне молоко. На його основі готували модельні зразки фальсифікованого продукту із додаванням води (третя група зразків). Четверта група зразків – відновлене молоко, яке пастеризували за температури $88 \pm 2^\circ\text{C}$; в п'ятій групі зразків було відновлене непастеризоване молоко.

Окисно-відновний потенціал (редокс-потенціал) відібраних для аналізу зразків та води визначали на лабораторному йонімірі И-160МИ за допомогою комірки, що складалась з платинового електроду та хлор-срібного електроду порівняння, з'єднаних сольовим містком.

Як показали результати досліджень, виміряні значення окисно-відновного потенціалу свіжого (фермерського) молока мали найбільші значення і лежали в межах 250-300 мВ. Термічна обробка молока супроводжується виділенням кисню та руйнуванням аскорбінової кислоти і, як наслідок, призводить до зниження рівня окисно-відновного потенціалу.

Висновки. Окисно-відновний потенціал молока є однією з важливих характеристик. Від його величини залежить перебіг біохімічних процесів при виробництві молочних продуктів. В той же час за значенням окисно-відновного потенціалу можна передбачити можливу термічну обробку молока. Проте для однозначного виявлення молока, виготовленого із сухого продукту, необхідно залучення інших аналітичних методів.

Література.

1. Poonia Amrita. Detection of adulteration in milk: A review / Amrita Poonia, Alok Jha, Rjan Sharma, Harikesh Bahadur Singh, Ashwini Kumar Ra, Nitya Sharma. // International Journal of Dairy Technology.- 2016.- Vol. 69, P. 1-20.

11 Особливості комплексоутворення та екстракції Бісмуту з 18 краун-6 та трихлорацетат-йонм

Діана Терещук, Олег Кроніковський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дана робота присвячена дослідженню комплексоутворення в системі Bi^{3+} - 18-краун-6 - CCl_3COOH з метою встановлення можливості використання її для селективного екстракційного вилучення та послідуочого атомно-абсорбційного визначення Бісмуту.

Матеріали і методи. Розчин 18C6 (“Aldrich”) готували за точною наважкою, вихідний розчин вісмут (III) нітрату “х.ч.” стандартизували титриметрично. Розчини кислот стандартизували рН-метричним титруванням. Вміст Бісмуту в водній та органічній фазах визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі “Сатурн-3П-1” (полум’я пропан-бутан – повітря). Реєстрацію аналітичного сигналу вели за допомогою програмного забезпечення виробництва НВО “Семі” (м. Суми). Кислотність розчинів контролювали на рН-метрі ЭВ-74 зі скляним електродом.

Результати.

В роботі досліджено механізм, умови та фактори, що впливають на комплексоутворення Bi^{3+} з 18-краун-6 та трихлорацетат-йонм. Радіус йона Bi^{3+} (0,120 нм) лише в незначній мірі відрізняється від радіусів йонів Tl^{+} (0,136 нм) і Pb^{2+} (0,126 нм), які найефективніше екстрагуються в присутності 18C6. Здатність до поляризації йона Bi^{3+} також досить висока і близька до поляризації Pb^{2+} . Однак нам не вдалося відшукати в літературі даних про екстракцію комплексів Бісмуту з краун-етерами. Причиною цього є, ймовірно, гідроліз Bi^{3+} в області рН 3 – 5, оптимальної для екстракції комплексів металів з органічними аніонами. Ми не змогли досягти кількісної екстракції Bi^{3+} в вигляді комплексу з 18C6 з нітратних розчинів в відсутності трихлорацетат-йонів. В той же час в присутності 18-краун-6 і CCl_3COOH при рН = 1 Бісмут може бути кількісно переведений в органічну фазу. В зв’язку з відсутністю в літературі даних про трихлорацетатні комплекси Бісмуту, ми визначили оціночні значення концентраційних константи стійкості комплексів $\text{BiCCl}_3\text{COO}^{2+}$ ($\beta_1 = 13 \pm 3$) та $\text{Bi}(\text{CCl}_3\text{COO})_2^{+}$ ($\beta_2 = 8 \pm 3$) в воді металіндикаторним методом. Виходячи із даних методу зміщення рівноваги, нами також розрахована концентраційна константа екстракції ($K_{\text{екс}}$) комплексу $\text{Bi} \cdot 18\text{C6} \cdot (\text{CCl}_3\text{COO})_3$ хлороформом. При розрахунку $K_{\text{екс}}$ брали до уваги комплексоутворення Бісмуту з CCl_3COO^- в водній фазі та асоціацію 18-краун-6 з CCl_3COOH в органічній фазі, оскільки експеримент проводили при рН водної фази рівному 1: $\lg K_{\text{екс}} = 5,0 \pm 0,1$. З урахуванням впливу йонної сили розчину на активність йонів Bi^{3+} та трихлорацетат-йонів отримали значення термодинамічної константи екстракції комплексу: $\lg K_{\text{екс}}(\text{терм}) = 6,8$.

Завдяки досить високому значенню $K_{\text{екс}}$ комплексу $\text{Bi} \cdot 18\text{C6} \cdot (\text{CCl}_3\text{COO})_3$ та його кількісному і селективному вилученню в області рН 1 – 3 з водного розчину хлороформом, нами запропонована методика екстракційно-атомно-абсорбційного визначення Бісмуту в різних об’єктах.

Висновки. Підібрані умови кількісної і разом з тим селективної екстракції комплексу $\text{Bi} \cdot 18\text{C6} \cdot (\text{CCl}_3\text{COO})_3$ хлороформом. Запропонована методика екстракційного вилучення та послідуочого атомно-абсорбційного визначення Бісмуту.

12 Дослідження стійкості комплексів Бісмуту з трихлорацетат-йоном та 18-краун-6 металіндикаторним методом

Микита Гайдар, Олег Кроніковський

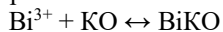
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Екстракція в аналізі є одним з найбільш поширених методів розділення сумішей елементів і їх концентрування перед заключним визначенням. Для правильного підбору оптимальної екстракційної системи необхідно мати схему та кількісні характеристики процесів, що в ній відбуваються.

Матеріали і методи. Розчин 18C6 (“Aldrich”) готували за точною наважкою, вихідний розчин бісмут нітрату “х.ч.” стандартизували титриметрично. Розчини кислот стандартизували рН-метричним титруванням. Кислотність розчинів контролювали на рН-метрі ЭВ-74 зі скляним електродом.

Результати.

В зв'язку з відсутністю в літературі даних про трихлорацетатні комплекси Бісмуту, ми визначили константи стійкості комплексів $\text{BiCCl}_3\text{COO}^{2+}$ та $\text{Bi}(\text{CCl}_3\text{COO})_2^+$ металіндикаторним методом. В якості індикаторної нами була вибрана система Bi^{3+} - ксиленоловий оранжевий (КО), що використовується як металіндикаторна при комплексонометричному його визначенні. Бісмут утворює при рН 1,0 комплекс BiKO ($\lambda_{\text{макс}} = 540$ нм), умовну константу стійкості якого нескладно визначити за даними спектрів поглинання комплексу при різних концентраціях реагентів:



$$K_{\text{ум}} = [\text{BiKO}] / [\text{Bi}^{3+}] \cdot [\text{KO}]. \quad (1)$$

Виходячи із закону Бугера-Ламберта-Бера,:

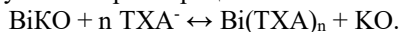
$$[\text{BiKO}] = C_{\text{Bi}} \cdot (A_0 - A_K) / (A_{\text{макс}} - A_K). \quad (2)$$

Враховуючи, що в умовах проведення експерименту вихідні концентрації Bi^{3+} та КО рівні між собою:

$$[\text{Bi}^{3+}] = [\text{KO}] = C_{\text{Bi}} - [\text{BiKO}] \quad (3)$$

Підставивши значення, отримані за рівняннями (2) і (3) в рівняння (1), розраховуємо величину умовної константи стійкості комплексу BiKO .

При введенні в систему Bi^{3+} - КО трихлорацетатної кислоти частина Бісмуту зв'язується в трихлорацетатний комплекс:



Виходячи з цього закомплексованість Φ можна записати:

$$\Phi = 1 + \beta_1 [\text{TXA}^-] + \beta_2 [\text{TXA}^-]^2 + \dots = [\text{BiTXA}^{2+}] + [\text{Bi}(\text{TXA})_2^+] + \dots / [\text{Bi}^{3+}], \quad (4)$$

$$[\text{BiKO}] = C_{\text{Bi}} \cdot (A_i - A_K) / (A_{\text{макс}} - A_K). \quad (5)$$

Знайдені таким чином умовні константи стійкості трихлорацетатних комплексів Бісмуту мають значення: $\beta_1 = 5 \pm 1$; $\beta_2 = 3 \pm 1$. Враховуючи гідроліз Бісмуту при рН 1, отримуємо оціночні значення концентраційних констант: $\beta_1 = 13 \pm 3$; $\beta_2 = 8 \pm 3$. ймовірно, ще нижчі. Комплекс Бісмуту з 18C6 в воді нестійкий; металіндикаторним методом з КО вдалося лише оцінити значення константи: $\lg \beta < 1 - 2$.

Висновки. На основі отриманих результатів та з використанням приведених схем процесів розраховано умовні та концентраційні константи стійкості комплексів $\text{BiCCl}_3\text{COO}^{2+}$ та $\text{Bi}(\text{CCl}_3\text{COO})_2^+$ металіндикаторним методом та оцінено константу стійкості комплексу Бісмуту з 18-краун-6.

13 Аналіз факторів, що зумовлюють екстракційні особливості систем з використанням краун-етерів

Веніамін Жуков, Олег Кроніковський

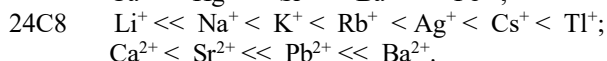
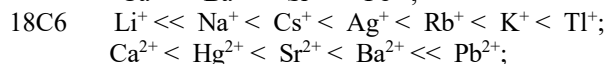
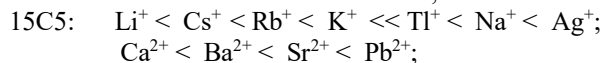
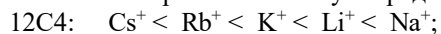
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Досить селективними і ефективними реагентами при вилученні ряду металів зарекомендували себе макроциклічні краун-етери. Дослідженню та аналізу факторів, що впливають на екстракційну здатність таких систем присвячена дана робота.

Матеріали і методи. Розчини краун-етерів ("Aldrich") готували за точною наважкою, вихідні розчини нітратів металів "х.ч." стандартизували титриметрично. Розчини кислот стандартизували рН-метричним титруванням. Вміст металів в водній та органічній фазах визначали атомно-абсорбційним методом. Кислотність розчинів контролювали на рН-метрі ЭВ-74 зі скляним електродом.

Результати.

Значний вплив на величини констант екстракції комплексів, що утворюються в водній фазі, має співвідношення між розмірами порожнини краун-етера та діаметром катіона металу. В залежності від природи катіона для поліетерів з різними розмірами порожнини спостерігаються наступні ряди зміни K_{ex} пікратів в системі бензен – вода:



Виходячи із відповідності розмірів порожнини краун-етера та діаметра катіона-комплексоутворювача слід було б очікувати, що найбільш високі значення K_{ex} спостерігатимуться для комплексів Li^+ з 12C4, Na^+ з 15C5, K^+ з 18C6 та Cs^+ з 24C8. Однак ця закономірність іноді порушується. Так, 12C4 краще вилучає Na^+ , а не Li^+ . Часто із закономірностей, побудованих на основі залежності значень K_{ex} від діаметра катіона, випадають йони Ag^+ і Tl^+ - серед однозарядних катіонів та катіони Pb^{2+} і Hg^{2+} - серед двозарядних. Таким чином, кореляційні залежності між екстракційними властивостями краун-етерів і відповідністю розмірів порожнини краун-етера діаметру катіона-комплексоутворювача спостерігається лише в випадку жорстких катіонів лужних та лужноземельних металів.

Як правило, для внутрішньосферних комплексів металів з краун-етерами спостерігається гарна кореляція між стійкістю їх в воді та значеннями констант екстракції органічними розчинниками – чим вища стійкість комплексів в воді, тим легше вони переходять в органічну фазу. Хоча однозначної залежності не спостерігається.

Вибірковість вилучення металів при допомозі краун-етерів сильно змінюється в залежності від будови ліганда, хімічної природи органічного розчинника та йонної сили водного розчину.

Висновки. Вивчено та проаналізовано фактори, що впливають на екстракційну здатність та селективність вилучення металів при екстракції їх в виді різнолігандних комплексів з макроциклічними поліетерами та неорганічними і органічними аніонами.

14 Аромат хліба і його якісне визначення

Марія Деркач, Наталія Зінченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Хліб **взагалі** вважається надзвичайно корисним продуктом, а хлібна скоринка – особлива.

Матеріали і методи. В роботі було досліджено аромат хлібної скоринки хліба з житнього борошна та пшеничного борошна. Проведено якісний аналіз на вміст ароматичних речовин у скоринці хліба.

Результати. Особливо важливу роль в харчуванні людини відіграє унікальний продукт – **хліб**. Неповторний запах робить хліб живим, частиною душі кожного з нас. Із продуктів харчування виділено вже більше 5000 різних аромато- і смакоутворюючих речовин: вуглеводнів, гетероциклічних і карбонільних сполук, спиртів, кислот, естерів тощо. У хлібі виявлено понад 200 ароматоутворюючих речовин. Незважаючи на таку розмаїтість ароматичних компонентів лише одна або кілька сполук визначають основний аромат, а всі інші – це його нюанси.

Кожному харчовому продукту притаманні індивідуальні, характерні тільки для нього смак і аромат. Речовини, що зумовлюють аромат і смак хліба, починають утворюватись вже в процесі виготовлення тіста. На цій стадії технологічного процесу в результаті спиртового і молочнокислого бродіння утворюються кінцеві, проміжні і побічні продукти цих видів бродіння, а часково і продукти їх взаємодії (спирти, органічні кислоти, етери, карбонільні сполуки і т.п.). Кінцеве формування смаку і аромату хліба відбувається при його випіканні. Незалежно, де печуть хліб – вирішальну роль відіграє температура процесу. Саме при температурах вищих за 100°C проходить *реакція меланоїдинутворення*. Ця реакція відбувається переважно в хлібній скоринці. Скоринка і процеси, що відбуваються в ній при випіканні хліба, мають першочергове значення в утворенні смаку і особливо запаху хліба.

Аромат хліба визначається не тільки леткими альдегідами, а також значною мірою нелетким альдегідом оксиметилфурфуролом, який має приємний медовий запах. При проведенні лабораторних досліджень по визначенню ароматичних речовин в скоринці хліба нами використовувався метод, що заснований на зв'язуванні альдегідів та деяких кетонів натрію гідросульфідом. Вміст альдегідів умовно визначався у мл 0,1n розчину йоду, що був витрачений на титрування дисульфиду, зв'язаного карбонільними сполуками.

Хлібна скоринка не лише смачна але й корисна. Німецькі дослідники з'ясували, що хлібна скоринка є багатим джерелом антиоксидантів, що саме вона дає більше користі організму ніж хлібний м'якиш. Вони знайшли, що унікальні властивості скоринці надає такий важливий антиоксидант як *пронілізін*, якого в сухій скоринці у 8 разів більше, ніж у цілій житній хлібині. Пронілізін уворюється при випіканні хліба. Коли говорять про користь хлібної скоринки, то мають на увазі не перепалену, а темно-коричневу в темному хлібі і золотисту в білому.

Висновок. Аромат є однією з важливих характеристик харчового продукту. Дослідження його хімічної природи – цікаве завдання сучасної науки на стику хімії і харчової технології.

15 Мінорні компоненти харчових продуктів з антиоксидантними властивостями

Марія Деркач, Наталія Зінченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогодні з боку виробників зростає інтерес до антиоксидантів природного походження та заміни ними синтетичних. Ефективне використання природних антиоксидантів у виробництві продуктів харчування є надзвичайно актуальним завданням, оскільки їх застосування дозволить підвищити біологічну цінність, а також зберегти якість харчових продуктів в процесі зберігання, розширити асортимент продукції функціонального напрямку.

Матеріали і методи. Об'єктами дослідження були зразки пісочного печива, виготовленого на основі вершкового маргарину з додаванням екстракту кори дуба на пропіленгліколевій основі. Проведено якісний аналіз на вміст дубильних речовин в зразках пісочного печива.

Результати. На теперішній час виготовляти високоякісну продукцію, щоб отримувати стабільні прибутки замало. Сучасний виробник вимушений шукати нові засоби привернення уваги споживача до своєї продукції серед яких можна виділити використання нових харчових добавок. З цією метою, наприклад, у технологіях борошняних кондитерських виробів використовують різноманітні рослинні добавки, як джерела природних антиоксидантів. Необхідно завжди пам'ятати, що споживачами кондитерських виробів є діти, тому при виробництві кондитерської продукції потрібно по можливості уникати використання синтетичних антиоксидантів і використовувати природні антиоксиданти.

Здобне печиво містить велику кількість жиру. Для поліпшення споживчих властивостей, подовження терміну зберігання до рецептурного складу досліджуваних нами зразків печива введено екстракт кори дуба на пропіленгліколевій основі. Екстракти на основі пропіленгліколя зручно включати до рецептури, тому що вони стабільні, досить стійкі до перепадів температур, в них збережені всі корисні властивості рослинної сировини. Пропіленгліколевий екстракт з кори дуба містить як водо- так і жиророзчинні біологічно активні речовини.

Експериментальні дослідження підтверджують здатність дубильних речовин уповільнювати процеси окиснення жирів. Дубильні речовини є активними нейтралізаторами вільних радикалів, запобігають розвитку неконтрольованого самоокиснення ліпідів та накопиченню токсичних ліпідних пероксидів, епоксидів.

Екстракт кори дубу містить значну кількість поліфенолів, а також дубильні речовини, до складу яких входять як конденсовані, так і гідролізовані таніни. Також екстракт містить вільні органічні кислоти (галову і елагову), інші біологічно активні речовини. Максимальна кількість природних натуральних антиоксидантів спостерігається зазвичай в корі (шкірці) рослин і дерев, а також в кісточках, де зберігається генетична інформація.

Висновок. За результатами проведених досліджень обґрунтована доцільність використання природної рослинної сировини, яка є джерелом антиоксидантів при виробництві харчових продуктів і може використовуватись для нейтралізації окисних процесів на стадії зберігання, а також для підвищення біологічної цінності продукту.

16 Реакція крос-поєднання - інструмент для синтезу складних органічних молекул

Денис Ануфрієв, Олена Майборода

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Життя виникло саме тоді, коли молекули карбону зв'язалися в ланцюжок і утворили органічні молекули. З часом розроблені нові, більш ефективні шляхи зв'язування атомів карбону для синтезу складних молекул, які можуть зробити краще наше повсякденне життя.

Матеріали і методи. В тезах використовувався аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел стосовно реакції кросс - поєднання, яка каталізується паладієм.

Результати. Зв'язок «карбон-карбон» - ключовий і для органічної хімії, і для життя на Землі. Завдання хіміків - розвинути карбон і змусити його реагувати з іншим карбоном. Методи синтезу зв'язку C-C відомі: реакція Грин'єра (1912), реакція Дільса - Альдера (1950), реакція Віттіга (1979), В 1968 році Ричард Хек запропонував свій варіант металокомплексного каталізу для «зборки» великих молекул з малих - взаємодія алкенів з галогенопохідними на паладієвому каталізаторі.

Численні дослідження хіміків встановили, що існує два типи реакцій кросс-поєднання. В обох каталізатор - паладій, а в ролі електрофіла виступає галогеновуглеводень. Другим учасником в першому типі реакції може бути етилен, а в другому - металорганічна сполука.

Ейті Негісі виявив, що якщо в якості нуклеофільного агента використовувати сполуки цинку, то вихід більше, реакція йде в більш м'яких умовах і в ній практично немає побічних продуктів. Негісі описавши реакції кросс - поєднання за участю різних металорганічних речовин, що містять магній (реактив Грин'єра), цинк, бор, алюміній, цирконій та інші. Два роки по тому Акіра Судзукі і його колеги опублікували варіант цієї реакції, в якій замість цинку використовували бор, який набагато менш токсичний, що важливо для великотонажних виробництв.

Реакцію Хека використовували в синтезі понад 100 різних природних і біологічно активних сполук - зокрема, при синтезі таксолу, морфіну, стероїдів, стрихніну, протипухлинних, протизапальних препаратів, ліків проти астми. Один з найбільш вражаючих прикладів - це відтворення палітоксину, природної отрути, який виділили з коралів, знайдених на Гавайських островах.

Висновки. Реакції кросс-поєднання грають дуже важливу роль в органічному синтезі тому, що дозволяють сконструювати практично будь-яку молекулу. Крім м'яких умов проведення, їх переваги в тому, що за їх допомогою можна приєднати до карбону найрізноманітніші органічні групи. Адже сьогодні від хімії вимагаються все складніші сполуки для медицини, сільського господарства, мікроелектроніки та інших високотехнологічних галузей народного господарства.

Література.

1. Konstantinova, L.S. Recent developments in the synthesis and applications of 1,2,5-thia- and selenadiazoles. A Review./ L.S. Konstantinova, E.A. Knyazeva, O.A. Rakitin // Org. Prep. Proc. Int. –2014. –V46. – P.475–544. – doi: 10.1080/00304948.2014.963454.
2. Li J. J. Chapter 1. Organometallics // Name Reactions for Homologation, Part I. — John Wiley & Sons, 2009. – P.100–132. –doi:10.1002/9780470487020.ch1

17 Значення естрогену для чоловіків

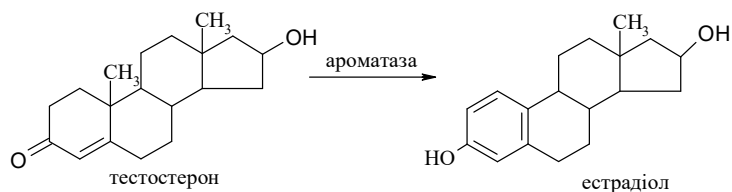
Олексій Козка, Олена Майборода

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На наше здоров'я постійно впливають безліч факторів. І якщо більшість з них загальновідомі, то про деякі, не менш важливі, дехто не здогадується. Таким фактором є гормони. Так який вони мають вплив на наш організм, та чому такі важливі?

Матеріали і методи. В тезах використовувався аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел стосовно впливу естрогенів та андрогенів на організм людини і відхилень роботи органів, які пов'язані з цими гормонами.

Результати. Естрадіол, найбільш відомий гормон групи естрогенів, часто називають «жіночим гормоном». Однак він виробляється і в чоловічому організмі, і чоловікам теж необхідний. Але ін'єкція гормонів в організм може мати як позитивні, так і негативні наслідки. Наприклад, андрогени дійсно дають чоловічому тілу енергію, через що, власне, синтетичні андрогени сьогодні вживають спортсмени та ті, хто займається бодібілдингом. Ці препарати допомагають нарощувати м'язи - втім, не без наслідків, оскільки багато андрогенів в організмі перетворюються в інші гормони з власними ефектами, які можуть бути довгостроковими, шкідливими і необоротними. Зазвичай тестостерон називають «чоловічим гормоном», оскільки це переважний статевий гормон у чоловіків. Ми також знаємо, що основний «жіночий гормон» - це естрадіол, який продукують в основному яєчники. Однак і у чоловіків, і у жінок є обидва гормони. При цьому вищезгадані гормони відповідають за різні функції організму, тому не є альтернативами. Ключова речовина, завдяки якій у чоловіків утворюється естрадіол, - фермент ароматаза. Він перетворює тестостерон в естрадіол, перетворюючи одне з чотирьох циклоалканових кілець в ароматичне. Одна



з важливих функцій естрадіолу в організмі чоловіка – розвиток скелету. Проте незалежно від статі, естрадіол грає важливу роль на самому ранньому етапі життя. За визначення статі ембріона відповідає ген sry, розташований в Y-хромосомі чоловіків, в якому містяться гормони, в першу чергу тестостерон.

Висновки. Значення тестостерону в житті чоловіків переоцінити не можливо, але він правильно працює лише в парі з естрадіолом. Зміна їх співвідношення в різні періоди життя має різні наслідки. Тема впливу гормонів на організм вивчається і є джерелом важливої інформації для життя та лікування людей.

Література

1. Rochira, V., Carani C., Nature Reviews: Endocrinology – 2009. – №5. – P. 559—568. doi:10.1038/nrendo.2009.176.
2. Wibowo Erik Estrogen in Men. / Erik Wibowo, Richard Wassersug. //American Scientist –2014. – V.102. – № 6.–P.452—459.

18 Визначення жирно кислотної композиції жиру в кондитерському виробі «Київський торт»

Олександра Нелюбіна, Альона Дика, Валентина Криштоф
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На етикетці виробу «Київський торт» немає детального переліку використаних жирів, які наявні у його складі, отже доцільно провести дослідження жирнокислотного складу продукту.

Матеріали і методи. Зразок кондитерського виробу «Київський торт», розчинник для екстракції гексан, методи досліджень – рідинна хроматографія і ЯМР спектроскопія, дейтерований хлороформ.

Результати. За даними рідинної хроматографії масова частка жирних кислот у складі жиру кондитерського виробу «Київський торт» становить 92%, серед них насичені і ненасичені кислоти становлять 43,6% та 48,5% відповідно. Домінуючими компонентами насичених кислот є пальмітинова, міристинова, лауринова кислоти. Серед ненасичених кислот переважають олеїнова і лінолева кислоти (Табл. 1). Інші кислоти є мінорними компонентами. Середня молекулярна маса жиру становить 512 а.о.

Спираючись дані про усереднений жирнокислотний склад молочного жиру, у якому масова частка міристинової, пальмітинової і олеїнової кислот становить 14,5%, 32-36% і 15-26% відповідно, можна дійти висновку, що у жировій основі кондитерського виробу «Київський торт» приблизно 60% припадає на вершкове масло, зазначене на етикетці як «Екстра». Вміст олеїнової кислоти у жировій основі тарту вдвічі перевищує її вміст у молочному жирі, що свідчить про додавання жирів рослинного походження з переважним вмістом цієї кислоти.

Таблиця 1. Вміст деяких жирних кислот у жировій основі кондитерського виробу «Київський торт» і у молочному жирі.

Жирні кислоти	Масова частка жирних кислот, %	
	Молочний жир	«Київський торт»
Насичені кислоти	68	43,6
Пальмітинова	34,6	23,8
Міристинова	14,5	8,7
Лауринова	4,8	3,1
Ненасичені кислоти	26	48,5
Олеїнова	21	40,2
Лінолева	0,9	5,7

Дані ЯМР спектроскопії узгоджуються з результатами рідинної хроматографії.

Висновки. В результаті проведеної роботи було визначено вміст жиру в кондитерському виробі «Київський торт». Визначена жирнокислотна композиція не протирічить інформації, зазначеній на етикетці.

19 Дослідження хімічних перетворень у соняшникової олії при термічній обробці методом ЯМР ^1H спектроскопії

Юлія Коробка, Максим Пашкевич, Світлана Ковальова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Соняшникова олія майже на 90% складається з естерів гліцеролу і олеїнової та лінолевої кислот із переважанням лінолевого компоненту. Мета роботи – дослідження хімічних перетворень у рафінованій соняшникової олії під час тривалого нагрівання олії методом ЯМР ^1H спектроскопії.

Матеріали і методи. Рафінована соняшникова олія бренду «Чумак», термообробка зразка олії за температури 230 - 240 °С. Моніторинг змін хімічних перетворень у олії проводили через 30, 60, 90, 120 хвилин від початку експерименту методом ЯМР ^1H спектроскопії на приладі “Varian VXR-300”, робоча частота – 300 МГц, внутрішній стандарт – ТМС в розчині CDCl_3 .

Результати. У спектрі ЯМР ^1H зразка олії до початку експерименту спостерігаються сигнали, характерні для протонів гліцеринового фрагменту, а також протонів у скелетах олеїнової і лінолевої кислот, що узгоджується з літературними даними щодо жирнокислотного складу олії соняшника. Моніторинг хімічного складу олії і порівняльний аналіз інтегральних інтенсивностей сигналів атомів гідрогену у одержаних спектрах доводить, що найбільших змін у процесі термічної обробки зазнають фрагменти лінолевої кислоти, про що свідчить зменшення площі сигналів CH_2 груп біс-алільного фрагменту карбонового скелету від початку експерименту до 120 хвилин нагрівання (див. Табл. 1). У спектрах спостерігаються зникнення груп, характерних для лінолевої кислоти.

Таблиця 1. Зміни інтенсивності сигналів протонів у ЯМР ^1H спектрі від початкової величини, %

Тривалість експерименту	Інтенсивності сигналів протонів у відсотках від початкової величини, %		
	Біс-алільної $-\text{CH}_2-$ групи лінолевої кислоти при 2.77 м.д.	Вінільних $-\text{CH}=\text{CH}-$ при 5.33 м. д.	Алільних CH_2 груп зв'язку $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$ при 2.31 м. д.
0 хв.	100	100	100
30 хв.	92	92	95
60 хв.	70	80	90
90 хв.	45	52	77
120 хв.	36	42	76

Меншою мірою змінюються інтегральні інтенсивності сигналів вінільних і алільних атомів гідрогену.

Висновки. В процесі термічної обробки соняшникової олії молекули тригліцеридів зазнають незворотних перетворень. Найбільш чутливими фрагментами у складі тригліцеридів є біс-алільні угруповання $-\text{CH}_2-$ залишків лінолевих кислот, які зазнають найбільших перетворень. Ступінь незворотних перетворень олії при термічній обробці збільшується прямо пропорційно часу.

20 Вплив екстракту розмарину на властивості крему, що містить рослинні олії

Лідія Нестеренко, Христина Чебаненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Важливим компонентом кремів є рослинні масла. Однак вони схильні до окиснення, що вимагає обов'язкового використання в складі кремів антиоксидантів. Також в складі кремів використовують рослинні екстракти, які мають широкий спектр властивостей.

Матеріали і методи. Склад крему: самоемульгуюча основа (5%), оливкова олія (10%), гліцерин (5%), дистильована вода (до 100%), а також екстракт розмарину (0,03%) або вітамін Е (0,10%). Зразки крему отримували диспергаційним методом за способом «гарячий / гарячий». Оцінку впливу прискореного старіння на стійкість зразків крему до окиснення визначали по зміні перекисного числа і кислотного числа. Також у зразків визначали рН.

Результати. Встановлено, що екстракт розмарину практично не впливає на органолептичні властивості оливкової олії і його фізико-хімічні показники. Стійкість до окиснення олії при термообробці оцінювали по зміні перекисного і кислотного числа. Найменші зміни цих показників відбуваються при витраті екстракту розмарину в кількості 0,03% [1]. Дана витрата була обрана для отримання емульсійної крему.

Отримані зразки піддавали прискореному старінню шляхом витримання в термостаті при температурі 40-42°C.

З отриманих результатів можна стверджувати, що збільшення тривалості термообробки зразків крему призводить до збільшення перекисного і кислотного чисел від 2,25-4,50 до 20,5-23,8 ммоль $\frac{1}{2}$ O / кг і від 0,33- 0,48 до 1,98-2,83 мг КОН / г відповідно. Зростання перекисного і кислотного чисел характерно для всіх зразків крему, що свідчить про накопичення в зразках продуктів первинного і вторинного окиснення.

Найбільше значення перекисного числа спостерігається у зразка крему, який не містить антиоксиданти. Значення перекисного числа у зразків крему з антиоксидантами (екстрактом розмарину і вітаміном Е) відрізняються мало. Аналіз рН всіх зразків крему протягом усього періоду дослідження показав, що показник змінюється в незначній мірі і знаходиться в інтервалі 5,5-5,9, що відповідає вимогам до косметичних кремів.

Висновок. На підставі результатів дослідження можна зробити висновок, що екстракт розмарину в кількості 0,03% не впливає на фізико-хімічні показники крему, що містить оливкову олію, але при цьому виступає в якості природного антиоксиданту, тим самим перешкоджаючи процесам його окиснення і, як наслідок, збільшує термін придатності готового продукту.

Література.

1. Дворанінович, М.А. Вплив екстракту розмарину на перекисне число оливкового масла / М.А. Дворанінович // Наука - крок в майбутнє: тези доповідей XI студентської науково-практичної конференції факультету «Технологія органічних речовин», 5-6 грудня 2017 р Мінськ. - Мінськ: БГТУ, факультет ТОВ, 2017. - С.25.

21 Склад комплексів циклодекстринів з йодом

Христина Чебаненко, Максим Полумбрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Циклодекстрин являє собою серію циклічних олігосахаридів, вироблених амілозою під дією натурального циклодекстрину глюкозилтрансферази, продукованої *Bacillus*, що зазвичай містить 6-12 одиниць α -D – глюкопіранози. Серед більш вивчених і мають важливе практичне значення молекули, що містять 6,7,8 одиниць глюкози, називаються α -, β - та γ – природні циклодекстрини відповідно.

Матеріали і методи. Комплекси гість-господар між α -і β -циклодекстринами з йодом синтезували відповідно до методики даної в літературних джерелах. Морфологію поверхні зразків досліджували за допомогою скануючого електронного мікроскопа JSM-6700F (JEOL, Японія). Платиновий шар з товщиною плівки 10 нм був попередньо нанесений на зразки. Зйомка виконувалася при пришвидшеній напрузі 15 кВ, струмі зонда 0,65 нА.

Результати. Для визначення структури отриманих комплексів використано метод скануючої електронної мікроскопії (СЕМ). Даний метод широко застосовується з метою визначення структури поверхні макромолекул, а також дозволяє визначити елементний склад і форми зв'язку зразків.

Таблиця 1. Вміст йоду в зразках комплексів циклодекстринів з йодом

Вид комплексу	СЕМ	Титрування
α -ЦД-I ₂	18,0 $\pm$ 0,01	18,6 $\pm$ 0,1
β -ЦД-I ₂	16,82 $\pm$ 0,01	16,9 $\pm$ 0,1
β -ЦД-I ₂ (1 рік)	15,42 $\pm$ 0,01	14,9 $\pm$ 0,1

Як видно з табл. 1, результати аналізу поверхні зразків комплексів циклодекстринів з йодом, проведеного методом скануючої електронної мікроскопії практично ідентичні з результатами йодометричного титрування. Деякі відмінності в даних вмісту йоду, отриманих методами СЕМ і йодометричним титруванням для комплексу α -ЦД-I₂ очевидно пов'язані з адсорбцією вологи на поверхні даної речовини, що в свою чергу призводить до зниження рівня йоду на поверхні комплексу. В цілому, результати отримані двома методами свідчать про те, що α - і β -циклодекстрин при взаємодії з KI₃ утворюють комплекс гість-господар із співвідношенням компонентів 1:1.

Висновки. При зберіганні протягом одного року комплекс β -циклодекстрину з йодом втрачає деяку кількість йоду, яку легко точно визначити за допомогою йодометричного титрування (табл. 1). При цьому при тривалому зберіганні комплекс залишається відносно стабільним. Отож, в результаті синтезу утворюється комплекс, в якому одна молекула циклодекстрину зв'язує одну молекулу йоду.

22 Видатні хіміки західної Європи XVII–XIX сторіч

Тимофій Нікітін, Олександр Перепелиця

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Хімія в Україні, як і в усіх країнах Східної Європи у 20 і 21 ст. розвивалась під потужним впливом наукових здобутків Західної Європи період у 17–19 ст. Тому доцільно окремий внесок кожного із провідних хіміків тих часів.

Матеріали і методи. Порівняння наведених історичних фактів і сучасних наукових досягнень.

Результати.

Роберт Бойль, 1627–1691, англійський хімік і фізик. Сформулював перше наукове визначення хімічного елемента, запровадив у хімію експериментальний метод, поклав початок хімічному аналізу.

Джозеф Прістлі, 1733–1804, англійський хімік і філософ-матеріаліст. Відкрив кисень, одержав хлороводень та амоніак. Показав, що зелені рослини очищують повітря.

Карл Вільгельм Шеєле, 1742–1786, шведський хімік. Першим одержав ряд багатьох неорганічних та органічних сполук – хлор, калій перманганат, оксиди молібдену та вольфраму, молібденову та вольфрамову кислоти, їх солі, ціанідну кислоту, гліцерин, довів складність повітря з окремих газів.

Антуан Лоран Лавуазьє, 1743–1794, французький хімік. Вияснив роль кисню в процесі горіння, обпалення металів і дихання, цим самим заперечив теорію флогістону. Керував розробкою раціональної номенклатури хімічних сполук 1786–1787 р. Автор класичного курсу «Початковий підручник хімії», 1789 р.

Клод Луї Бертолле, 1748–1822, французький хімік. Засновник вчення про хімічну рівновагу. На відміну від Пруста вважав, що склад хімічних сполук змінний, що пізніше було підтверджено роботами Курнакова, а відкриті сполуки змінного складу назвав бертолідами. Розробив технологію відбілювання тканин хлором, одержав бертолетову сіль KClO_3 .

Жозеф Луї Пруст, 1754–1826, французький хімік. Встановив закон постійного складу, згідно якого кожна хімічна речовина, яка має молекулярну структуру, незалежно від умов її добування має постійний склад.

Джон Дальтон, 1766–1844, англійський хімік і фізик. Творець атомної будови, встановив закон кратних співвідношень, ввів поняття «атомна вага», першим визначив атомні маси ряду елементів, відкрив газові закони.

Жозеф Луї Гей-Люсак, 1778–1850, французький хімік і фізик. Довів, що хлор, йод, калій і натрій – прості речовини цих же елементів. Побудував діаграми розчинності, удосконалив елементарний та об'ємний аналізи, одержав диціан, розробив баштовий спосіб одержання сульфатної кислоти.

Майкл Фарадей, 1791–1867, англійський фізик і хімік. Творець теорії про електромагнітне поле. Відкрив взаємозв'язок між електрикою та магнетизмом, магнетизмом і світлом. Встановив закон електролізу, передбачив існування електромагнітних хвиль.

Висновки. Порівняння наведених історичних фактів і сучасних наукових досягнень дозволяють зробити висновок, що розвиток хімії в Україні базується на кращих здобутках західноєвропейської науки та нерозривно з нею пов'язаний. Це знайшло підтвердження в наукових процесах і промислових розробках українських хіміків.

23 Одержання нанорозмірних магній, купрум (II) фосфатів та полікристалічного аргентум фосфату

Дар'я Мороз, Тетяна Петренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мета роботи – осадити із водних розчинів нанорозмірний магній, купрум (II) фосфат та полікристалічний аргентум фосфат, встановити їх природу і властивості.

Матеріали і методи. Як вихідні речовини використовували магній карбонат або нітрат, купрум (II) нітрат, аргентум нітрат, натрій гідрогенфосфат, всі реактиви кваліфікації «чда», натрій гідроксид, нітратна кислота та натрій нітрат – кваліфікації «хч». Сумісно осаджені аргентум та магній фосфати і аргентум та купрум (II) фосфати методами хімічного аналізу, термогравиметрії та рентгенографії.

Результати. Відомо, що окремо досліджені аргентум або купрум (II) фосфати проявляють активність як каталізатори ізомеризації парафінів [1], окиснення спиртів до альдегідів [2], а подвійні фосфати цих металів є перспективними матеріалами функціонального призначення. Для каталізаторів важливе їх одержання в нанорозмірному стані, оскільки це забезпечує необхідні величини їх питомої поверхні, а через це і їх активність.

Із водних розчинів нітратів аргентума і магнію або купрума (II) і натрій гідроген фосфату при вихідному співвідношенні компонентів $[\text{AgNO}_3]:[\text{Me}(\text{NO}_3)_2]:[\text{Na}_2\text{HPO}_4] = 1:1:1,7$, де Me^{2+} – Mg, Cu, і температурах реагуючих розчинів 80 – 90°C одержані суміші нанорозмірних магній або купрум (II) фосфатів та полікристалічного аргентум фосфату.

В процесі дослідження сумісного осадження аргентум фосфату та магній або купрум (II) фосфату було виявлено вплив таких факторів як pH розчинів суміші нітратів одно- та двовалентних металів, розчину натрій гідрогенфосфату, наявності надлишку кількості натрій гідрогенфосфату у вихідному співвідношенні $[\text{Ag}^+]:[\text{Me}^{2+}]:[\text{PO}_4^{3-}] = 1:1:1$. Якщо pH розчинів суміші нітратів одно- і двовалентного металів менше 3,5, то осадження йонів Ag^+ і Mg^{2+} або Cu^{2+} – неповне. Так само не досягається повне осадження таких йонів, якщо вихідне співвідношення $[\text{Ag}^+]:[\text{Me}^{2+}]:[\text{PO}_4^{3-}] = 1:1:1$ або 1:1:1,2. І лише тоді, коли $[\text{Ag}^+]:[\text{Me}^{2+}]:[\text{PO}_4^{3-}] = 1:1:1,7$ і більше за вмістом натрій гідрогенфосфату, відбувається повне осадження зазначених йонів. За таких умов pH маточного розчину після відділення фосфатів лежить в межах 6,0–6,5. Якщо це значення становить 4,0–5,2, то повне осадження не досягається.

Висновок. Одержані суміші мають практичне значення як прекурсори для каталізаторів різного призначення, фільтрів очищення води та функціональних матеріалів біосистем.

Література.

1. Крылов О.В. Гетерогенный катализ/ О.В. Крылов – М.: Академкнига, 2004 – 679 с.
2. Дорофеева Н.В. Особенности десорбции кислорода с поверхности серебра, промотированного фосфатами / Н.В. Дорофеева, А.С. Князева, Н.И. Радишевская и др. // Журнал физической химии. – 2007. – Т.81, № 5. – С. 788–793.

Вступ. Серед похідних індоло[2, 3-*b*]хіноксалінів знайдені речовини з противірусною, антиоксидантною активністю та анагетичними і антиспазмолітичними властивостями [1, 2]. Індоло[2, 3-*b*]хіноксаліни вперше отримані в роботі [3]. Нами були описані похідні індоло[2, 3-*b*]хіноксаліну в роботі [4].

Матеріали і методи. Вискористано ізатин і 5-нітроізотин, о-фенілендіамін, реакція конденсації, методи фільтрації і перекристалізації. Для синтезованих нових речовин отримано спектри ЯМР на спектрометрі MERCURY, фірми VARIAN, 400 МГц в розчині DMSO- d_6 . ІЧ-спектроскопія проводилася на приладі Nexus – 475 фірми Nicolet, таблетка з KBr. Елементний аналіз на CHNOS елементний аналізатор vario MICRO Cube фірми Elementas.

Результати. В роботі було синтезовано за реакцією конденсації ізатину, 5-нітроізотину, ортофенілдіаміну в оцтовій кислоті 6Н-індоло[2, 3-*b*]хіноксалін та 9-нітро-6Н-індолохіноксалін. Це кристалічні сполуки жовтого кольору з температурою плавлення 290-291°C, які добре кристалізуються з льодової оцтової кислоти. З концентрованою сульфатною кислотою утворюють червоне забарвлення характерне для феназінів та індофеназінів, що підтверджує наявність індофеназинового циклу. Під час дії на синтезовані індолохіноксаліни диметилсульфату отримали четвертинні солі 5-метил-6Н-індоло[2, 3-*b*]хіноксалін метилсульфат та 5-метил-9-нітро-6Н-індоло[2, 3-*b*]хіноксалінметилсульфат, які легко під час дії перхлорату натрію переходять в перхлорати. На отримані солі діяли червоною кров'яною сіллю у водному розчині і отримали 5-метил-6Н-індоло[2, 3-*b*]хіноксалон-3 та його 9-нітро аналог темно-червоного кольору, що обумовлено наявністю хіноїдної будови бензольного кільця, що входить до складу хіноксаліну. Були синтезовані відповідні феніл і 2,4-динітрофенілгідрозони. Крім того, в ІЧ-спектрі наявна смуга середньої інтенсивності при 1717 cm^{-1} , що характерно для кетонів шестичленного циклу. Під час дії на 5-метил-6Н-індоло[2, 3-*b*]хіноксалон-3 диметилсульфату та його 9-нітро аналогу синтезовано 5-метил-3-метокси-6Н-індоло[2, 3-*b*]хіноксалін та його 9-нітро аналог жовтого кольору. Зміна забарвлення отриманого продукту з червоного на жовтий підтверджує зникнення хіноїдної структури бензольного кільця хіноксалінонового циклу на ароматичне бензольне кільце. Крім того, елементний аналіз на кількість метоксильних груп підтверджує утворення 3-метокси-5-метил-6Н-індоло[2,3-*b*]хіноксаліну. Для всіх отриманих похідних індолохіноксаліну були отримані спектри ЯМР.

Висновок. В результаті хімічних реакцій отримано 5-метил-6Н-індоло[2, 3-*b*]хіноксалон-3, його 9-нітро аналог, феніл- і 2,4-динітрофенілгідрозони, 5-метил[2, 3-*b*]хіноксалон під час взаємодії диметилсульфату був перетворений в 3-метокси-6Н-індо[2, 3-*b*]хіноксалін.

Література.

1. Shibinskaya M.O., Lyakhov S.A., Mazepa A.V. Eur. J. Med. Chem. 2010, 45, 123.
2. Harmenberg J., Akesson-Johansson A., Graslund A. Antiviral Research. 1991, 15, 193.
3. Schunck E., Marchlewski L. Ber. 1895, 28, 2525.
4. Синтез исследования 3-метил-6Н-индоло[2,3*b*]хиноксалинов / С. И. Шульга, Н. В. Симурова, О. С. Шульга, Н. И. Миса // Журнал органической химии. – 2014. – Т. 50, Вып. 8. – С. 1192-1196.

25 Дослідження структури та морфології нанокарбону, що утворюється під час піролізу бензену в специфічних умовах

Анастасія Губко, Веніамін Фоменко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Методи, що існують для отримання наноформ карбону достатньо визначені, але в межах цих методів в залежності від параметрів процесу можна отримувати матеріали, в яких переважає конкретна структура карбону. В даній роботі представлені результати одного з таких різновидів синтезу нанокарбону.

Матеріали і методи. Отримання нанокарбону здійснювалось піролізом бензену в потоці інертного газу з різною концентрацією бензену, при різній температурі, з різною швидкістю потоку суміші. Процес відбувався в кварцевому реакторі, що знаходився в високотемпературній печі. Синтез відбувався на алундових платівках як з наявністю активованого діоксиду силіцію, так і без цієї речовини. Структурні характеристики отриманого нанокарбону були визначені рентгенофазовим аналізом та методом трансмісійної електронної мікроскопії (HRTEM).

Результати. Піроліз бензену проводився в установці проточного типу, що складалася з кварцевого реактора в нагрівальній зоні висотемпературної печі з регульованою температурою. Діапазон використаних температур 600- 900°C. Бензен подавався в зону реакції в суміші з інертним газом з широким діапазоном концентрації бензена та швидкості подачі суміші в зону реакції. Процес піролізу відбувався на двох алундових пластинках, одна з яких в зоні високої температури(1) буда вкрита каталізатором, отриманим шляхом механоактивації кремній оксиду в планетарному млині. В результаті такої обробки кремнію диоксид мав високий рівень дисперсності та був збагачений ферумом з шарів та барабанів млина. Друга алундова пластинка знаходилась в зоні більш низької температури. За низької концентрації бензену утворення нанокарбону спостерігалось тільки в зоні при будь яких температурах. В зоні та на стінках реактору утворення нанокарбону не спостерігалось. Рентгеноаморфний продукт зони цієї фази процесу містить нанокарбон у формі нанотрубок, структура яких істотно залежить від фізичних параметрів процесу (температури, концентрації тощо). Крім нанотрубок продукт містить структури у формі кілець та багатогранників, розмір яких коливається в широких межах. Згідно електронномікроскопічних зображень діаметр таких структурних елементів значно перевищує товщину стінок, а ці стінки складаються з шарів, що повторюються. Можна припустити, що ці структурні утворення являють собою цибулини з великою внутрішньою порожниною. В цих умовах продукт зони містить довгі та різноманітні за морфологією нанокарбонові волокна. Деякі з цих волокон не мають ніякої впорядкованої структури, інші мають цікаву структуру, яку можна описати як трубка в трубці. Продукт зони в цих умовах взагалі не містить волокон, подібних зоні, а в основному складався з частинок круглої, можливо сферичної форми. ТЕМ-знімки цих частинок показали, що вони складаються з багатьох концентрично розташованих шарів нанокарбону, тому їх можна розглядати як цибулеподібні структури.

Висновки. Показано, що в реалізованих реакційних умовах піроліз бензену призводить до утворення не тільки нанотрубок, але й цибулеподібних форм нанокарбону. Це дозволяє змінюючи умови процесу синтезувати нанокарбон заданої структурної модифікації.

26 Дослідження властивостей екстракту каскари – перспективної добавки для створення нових напоїв

Ілля Мощенко, Єлизавета Костенко, ОленаБутенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Каскара – висушена м'якоть і шкірка кавових ягід, що містить біологічно активні антоціани, які, володіють антиоксидантами, протизапальними, протираковими, протидіабетичними властивостями та допомагають схудненню. Тому наукові дослідження властивостей каскари з метою створення нових безалкогольних напоїв лікувально-профілактичної дії є важливими та актуальними.

Матеріали і методи. В роботі використовували: рН-метр Mettler Toledo S220; густину екстракту визначали на приладі Mettler Toledo DM-40; УФ-лампа; УФ-спектр знімали на спектрофотометрі Specord 200; ІЧ-спектр був отриманий на приладі фірми Bruker; вимірювання оптичної густини проводили на КФК-3; визначення вмісту нітратів проводили на іономірі Й-160 з нітрат-селективним електродом та хлорид-селективним електродом порівняння.

Результати. В роботі представлені результати: розроблення технології екстракту каскари; визначення: водневого показника екстракту; відносної густини екстракта; забарвлення під дією УФ опромінення; вмісту нітратів у каскарі потенціометричним методом; зв'язуючої здатності основних компонентів кавової пульпи щодо іонів токсичних металів. В таблиці наведені результати визначення зв'язуючої здатності досліджуваних зразків щодо іонів Pb(II), Hg(II), Cd(II).

Таблиця 1. Результати визначення зв'язуючої здатності досліджуваних зразків

Досліджуваний зразок	Сорбувалось іонів металу, %/1 г досліджуваного зразка		
	Pb (II)	Cd (II)	Hg (II)
1. Порошок каскари	99,9± 0,2	77,4± 0,1	99,5± 0,3

Видно, що досліджені зразки екстрактів за здатністю зв'язувати іони Pb (II), Cd (II), Hg (II) можна розташувати у наступний ряд: $Pb(II) \geq Hg(II) > Cd(II)$. Подібна залежність збігається з даними літератури щодо стійкості комплексних сполук досліджуваних металів з O, N, S-вмісними органічними комплексоутворюючими органічними реагентами. Це свідчить про достовірність отриманих результатів.

Висновок. Визначено, що екстракт каскари має високу антиоксидантну здатність. Встановлено, що функціонально-аналітичні угруповання основних компонентів каскари здатні зв'язувати іони Pb (II) та інших токсичних металів, що може бути враховано при розробці рекомендацій щодо раціонального дієтичного харчування для різних груп населення.

Розроблено технологію безалкогольного напою на основі екстракту каскари .

27 Дослідження протекторних властивостей ягід журавлини щодо іонів токсичних металів

Наталія Рубаха, Єлизавета Костенко, Олена Бутенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ягоди журавлини є джерелом багатьох цінних речовин: пектинів, флавоноїдів, дубильних речовин та органічних кислот – яблучної, хінної, лимонної, урсолової, бензойної, тощо. Вони зумовлюють поживні та лікувальні властивості журавлини, а функціонально-аналітичні угруповання цих сполук зв'язують іони Pb^{2+} , Hg^{2+} , Cd^{2+} у комплексні сполуки і виводяться з організму людини.

Матеріали і методи. Спектри світлопоглинання розчинів знімали, користуючись спектрофотометром СФ-46. Світлопоглинання розчинів вимірювали на КФК-3 при оптимальній довжині хвилі (λ_{opt}) відносно води. Кислотність розчинів контролювали іономіром И-160 зі скляним електродом.

Результати. Встановлено, що іони Pb (II), Cd (II), Hg (II) утворюють з більшістю речовин, які наведені у вступі, практично безбарвні комплексні сполуки, що поглинають світло в далекій ультрафіолетовій частині спектра. Можна очікувати, що координація іонів Pb (II), Cd (II), Hg (II) буде здійснюватися наступним чином:

за атомами кисню внаслідок заміщення гідрогену в гідроксогрупах тіазольного фрагменту вітаміну В 1; за рахунок заміщення гідрогену в гідроксогрупах вітаміну В 4 (холін), цукрах; за атомами кисню внаслідок заміщення гідрогену в гідроксогрупах дубильних речовин (пірокатехін, пірогалол тощо) з утворенням 5-членних циклів; за атомами кисню внаслідок заміщення гідрогену в гідроксогрупах та розриву подвійного зв'язку в $>C=O$ -групах окремих флавоноїдів з утворенням 5-членних циклів; за атомами кисню внаслідок розриву подвійного зв'язку в 6-ацетокси-фрагменті токоферолу – (6-ацетокси-2-метил-2-(4,8,12-триметилтридецил)хроману; за рахунок заміщення гідрогену в карбоксильних групах аскорбінової (вітамін С), яблучної, лимонної, фолієвої (вітамін В 9), бензойної, хінної, урсолової кислот; за рахунок заміщення гідрогену в карбоксильних та гідроксогрупах пектинових речовин. У таблиці 1 наведені результати визначення зв'язуючої здатності досліджуваних зразків щодо іонів $Pb(II)$, $Hg(II)$, $Cd(II)$.

Таблиця 1. Результати визначення зв'язуючої здатності ягід журавлини щодо іонів $Pb(II)$, $Hg(II)$, $Cd(II)$

Досліджуваний зразок	Сорбувалось іонів металу, %		
	Pb (II)	Cd (II)	Hg (II)
1. Подрібнені ягоди журавлини	99,04	98,87	99,52

За здатністю адсорбуватися подрібненими ягодами журавлини токсичні метали можна розташувати у наступний ряд: $Pb \approx Hg > Cd$.

Висновки. Отримана інформація може бути використана під-час розробки нових харчових та косметичних об'єктів з протекторними властивостями до іонів токсичних металів.

Література.

1. Костенко Є.С., Бутенко О.М. Вивчення комплексоутворення Pb (II), Cd (II), Hg (II) з амінокислотами для прогнозування протекторних властивостей харчових продуктів // Наукові праці НУХТ. – 2012. – № 44. – С. 85 – 91.

28 Вивчення кристалізації в системі $\text{NiSO}_4\text{--CoSO}_4\text{--H}_2\text{O}$

Альона Дубина, Ангеліна Мудрагеля, Ілона Шапошнікова
Юридичний ліцей ім. Ярослава Кондратьєва Національної академії внутрішніх
справ, Київ, Україна

Вступ. Моно- і полікристали завдяки своїм цікавим фізичним властивостям знаходять широке використання в науці і техніці, в біологічних системах, у медицині. З них виготовляють напівпровідники, сегнетоелектрики, лазерні матеріали і оптичні вироби. Особливий інтерес дослідників викликають кристали з так званими точковими дефектами, в структурі яких атоми хімічного елемента знаходяться у місцях, призначених в ідеальному кристалі для атомів іншого виду.

Матеріали і методи. Для вивчення кристалізації в системі $\text{NiSO}_4\text{--CoSO}_4\text{--H}_2\text{O}$ використовували наступні реактиви: кристалогідрати $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ та $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, обидва реактиви кваліфікації «ч.д.а», дейонізовану воду, 1%-й розчин сульфатної кислоти та стандартне хімічне обладнання: аналітичні терези, фільтрувальний папір «синя стрічка», хімічні стаканчики та ююкси. Визначення Нікелю і Кобальту у вирощених кристалах проводили на атомно-абсорбційному спектрометрі AAS 1N CarlZeissJena (Німеччина), обладнаним пальником для полум'я ацетилен-повітря та лампами з порожнистим катодом на відповідні елементи.

Результати. Для проведення дослідження було виготовлено одинадцять проб. Перша і одинадцята проби являли собою розчини нікель (II) сульфату та кобальт(II) сульфату відповідно. В наступних дев'яти пробах змінювали мольне співвідношення $[\text{Ni}^{2+}]$ і $[\text{Co}^{2+}]$, а саме: вміст Нікелю зменшувався, а Кобальту збільшувався. Так, в пробі №2 співвідношення $[\text{Ni}^{2+}] : [\text{Co}^{2+}]$ було 9:1, а в пробі №10 концентрації Нікелю і Кобальту відносились як 1:9. Розраховані наважки зважували на аналітичних терезах і кількісно переносили у хімічні стакани місткістю 50 см^3 . Проби розчиняли у дейонізованій воді об'ємом 30 см^3 та для запобігання гідролізу додавали кілька крапель 1%-го розчину сульфатної кислоти. Суміші розчинялись досить швидко. Одержані розчини фільтрували через щільні фільтри «синя стрічка» у бюкси і ставили на кристалізацію при температурі 20°C .

Перші кристали з'явились у дев'ятому, десятому та одинадцятому розчинах через одинадцять днів, вони мали форму гексагональної призми розміром $7\text{ мм} \times 5\text{ мм}$ (дев'ятий та десятый розчини) та форму пінакоїда (одинадцятий розчин) моноклінної системи розміром $12\text{ мм} \times 3\text{ мм}$. За забарвленням та формою ці кристали відповідали кристалогідрату $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Останніми утворились тетрагональні призматичні кристали у першому та другому розчинах розміром $8\text{ мм} \times 6\text{ мм}$. Кристали мали темно-смарагдове забарвлення, яке відповідає кристалогідрату $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Наступним етапом дослідження було визначення вмісту Нікелю та Кобальту у вирощених кристалах методом атомно-абсорбційної спектрометрії.

Висновки. Проведені дослідження показали, що в даній системі переважає індивідуальна кристалізація солей. Цікавим виявився розріз системи при мольному співвідношенні $[\text{Ni}^{2+}] : [\text{Co}^{2+}] = 6:4$. Проведений атомно-абсорбційний аналіз встановив близько 0,01 моль Кобальту в складі одержаного кристалу. Проте для однозначної відповіді на питання про входження Кобальту в структуру кристалу, тобто можливий точковий дефект структури, необхідно проведення додаткових фізико-хімічних досліджень, зокрема, рентгеноструктурного аналізу.

16.2.

Chemical technology

Chairperson – associate professor Olena Podobiy

Secretary – associate professor Tetiana Boichuk

16.2.

Хімічна технологія

Голова – доцент Олена Подобій

Секретар – доцент Тетяна Бойчук

1. Substantiation of the choice of a modifying agent for the production of acid dextrin

Viktoriia Myrhorodska, Tatyana Avdienko, Nikolay Nikolenko

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine

Introduction. In the modern food industry, various nutritional supplements are used: preservatives, dyes, flavors and others. Widely used nutritional supplements that regulate the consistency of food systems. In particular, it is a group of gel-forming agents, stabilizers and thickeners, which include degradation products and various modifications of native starches. One of the representatives is dextrin (E-1400) [1].

Materials and methods. The material for the exploration is corn starch. As a modifying reagent, inorganic acids with different concentrations were used: phosphoric acid and hydrochloric acid. The basis of this exploration is the method of acid production of dextrin and determination of solubility. The method of infrared spectroscopy was used to identify the dextrin samples.

Results. For the choice of a modifying agent in the production of acid dextrin, the time of soaking of corn starch and the concentration of acids was changed.

As a result of the exploration samples of acid dextrin of yellowish-white color were obtained. The performed microscopic studies of these samples showed that the starch granule remained unaltered after the modification.

It is established that in the IR spectra of both native corn starch and modified samples there are bands differing in intensity and frequency of oscillations of certain molecular bonds, there are distinctive features of peaks at intensity and width of absorption bands.

An important characteristic feature of starches is their solubility in cold water. Therefore, having determined the solubility of the obtained samples of dextrin, it was found that the best solubility is the acid dextrin obtained using phosphoric acid for modification. In addition, the time is soaking the starch in acid. To determine the effect of this factor on the properties of the samples, they were kept in acids for 6 hours and 10 hours. As the experiment showed, with increasing time of soaking, the solubility of dextrin is better.

Varieties of dextrin are determined not only by the color after drying, but also by coloration as a result of interaction with iodine. Namely, during the hydrolysis of starch in acid, amylopectin is initially formed, then erythropectin, aropectin and the last stage is maltodextrin. Amylopectin dissolves in hot water and gives a blue coloration with iodine, and erythropectin has the ability to dissolve in cold water and when interacting with iodine gives a red color. Aropectins and maltodextrins have the ability to dissolve under any conditions and do not give coloration with iodine. That is, as dextrin forms, their solubility in cold water rises, and the iodine reaction is lost. Obtaining samples in reaction with iodine gives a blue color corresponding to amylopectin.

Conclusions. The use of acidic modification of native corn starch phosphoric acid is substantiated. Its optimum concentration and soaking time are determined. It is established that the best solubility in cold water is given by dextrin with a longer shelf life in acid. According to the results of the study amylopectin was obtained.

References

1. Tatyana Avdienko, Viktoriia Myrhorodska, Nikolai Nikolenko, Peculiarities of the Preparation of Acid Dextrin // Abstracts of reports EASTWEST Chemistry Conference, 10-12 October 2018. – Lviv, 2018. – P.168.

2. Development of a vegetable oils blend for use in shampoos

Serhiienko Anastasiia, Slipnova Victoria, Sabadash Natalia

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Natural cosmetic oils without synthetic preservatives, dyes and petrochemicals are becoming increasingly popular. The most important characteristic of vegetable oils, which determines their properties as a cosmetic ingredient, is their fatty acid composition [1]. To balance the fatty acid composition commonly used the method of blending - the mixing of various vegetable oils in certain proportions [2].

To ensure the needs of the hair core in fatty acids, it is necessary not only to ensure their supply, but also to balance them in the correct ratio. Especially important for a cosmetic product are essential fatty acids that are not synthesized in the body and should come from the outside: it is linoleic (ω -6), α -linolenic (ω -3) and γ -linolenic (ω -6) acids [2]. Due to the oil blending it is possible to achieve the required ratio of PUFA.

Materials and methods. To calculate the ratio of oils, a calculator has been developed in software package Excel. To determine the quality of the vegetable oil blend were carried out standard methods: the estimation of iodine value (DSTU ISO 3961:2004), an acid value (DSTU ISO 660:2009) and estimation of saponification value (DSTU ISO 3657: 2004).

Results. During the research, we studied the composition and properties of twenty vegetable oils: apricot kernels, amaranth, peanut, baobab, grape seed, walnut, jojoba, wheat germ, hemp, sesame, flax, macadamia, almonds, safflower, cotton, as well as sea buckthorn, olive, castor, coconut, sunflower seeds. Selected 4 oils for combining: olive, linseed, sea buckthorn and coconut. They are the most balanced in composition and belong to different groups of oils: B2, B1, A1 and T2 respectively [2].

Using the developed methodology in the Excel program, the optimum composition of the oil bath is determined, which corresponds to the requirements of the balance of the fatty acid composition. For hair, the optimum ratio ω -3: ω -6: ω -9 fatty acids should be 4: 2.5: 1.5, respectively [1]. According to the calculations carried out in Excel, the PUFA ratio in the developed blend is 3.9: 2.2: 1.4, which is close to the balanced PUFA value. The content of oil (in%) in the blend is given in Table 1.

Table 1

The composition of the blend of vegetable oils (ω -3: ω -6: ω -9 = 3.9:2.2:1.4)

Name of the oil	Content %
Buckthorn Oil	9
Fruit oil	63
Coconut oil	10
Olive oil	18

To determine the qualitative parameters of the developed product, iodine value of the blend was determined - 207.1; acid value - 2,3; saponification value is 192.3.

A high iodine value indicates the freshness of the oil, and also that the blend will not form a film, which is an important condition for an ingredient of shampoo. A low acid value indicates the freshness of the oil.

Conclusions. A blend of vegetable oil with a balanced fatty acid composition has been developed. Qualitative parameters of the vegetable oil blend are checked, it is found that they correspond to normative values.

References:

1. Rutkowska K. Discrete light propagation in microstructured fibers infiltrated with liquid crystals // CHI Conference Proceedings, 2012. – P. 23 – 31;
2. Käser H. Naturkosmetische Rohstoffe. Wirkung, Verarbeitung, kosmetischer Einsatz / H. Käser. – Linz: FreyaVerlag, 2. Auflage, 2011. – 407 p.

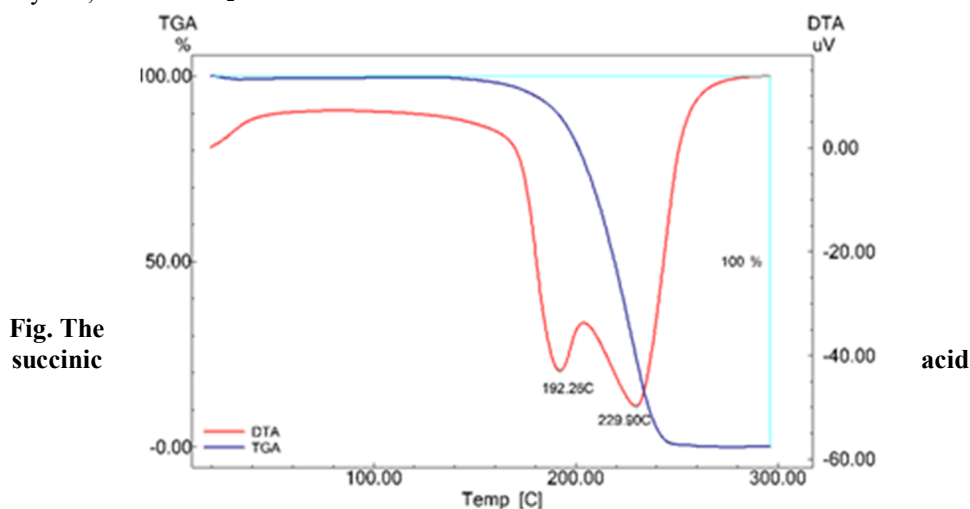
3. Determination of the thermal stability of succinic acid on air

Oleksandr Popov, Anastasiia Serhiienko, Igor Fesych, Nataliya Sabadash
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Succinic acid is a food additive E363 and belongs to the class of antioxidants. It is contained in cheese, rye bread, some fruits and berries. Since succinic acid is used in various technological processes associated with different thermal processing of raw materials, in particular in the manufacture of bakery and confectionery products, it is important to study the thermal behavior of the investigated food additive and determine the temperature of its decomposition.

Materials and methods. The object of the study was crystalline succinic acid. The thermogravimetric analysis was carried out on a derivatograph DTG 60H of the Japanese company Shimadzu. The experiment was carried out in aluminum crucibles on air (21% O₂, 78% N₂ by volume) in the temperature range 20 ... 300 °C at a heating rate of 20 °C·min⁻¹. The weight of the succinic acid was ~ 5 mg. The thermograms recorded the temperature changes (T), mass (TGA) and the differential temperature variation curve of the sample (DTA).

Results. In fig. the thermogram of succinic acid is given at a heating rate of 20°Cmin⁻¹. On the DTA curve it is possible to fix two endo-effects. The first effect observed at a temperature of 192 °C and not related with the loss of sample mass corresponds to the acid melting process. The second endo-effect at 230 °C is associated with mass loss and corresponds to the process of decomposition or destruction of succinic acid. First there is a process of dehydration with the formation of anhydride, which is further transformed into ethylene, CO and CO₂.



thermogram at a heating rate of 20 °C · min⁻¹.

Conclusions. According to the results of our research, it was found that acid does not change until reaching 200 °C (there is no chemical transformation); after this temperature there is a decomposition, so it is technologically expedient to use the food additive E363 in the temperature range from room temperature to 200 °C.

4. Synthesis and characterization of aliphatic sulfonyl amides

Ivan Markushyn, Olena Podobiy

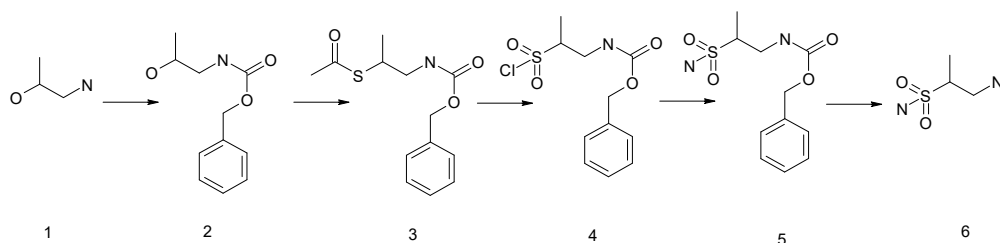
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. That include sulfonamide $-\text{SO}_2\text{NH}-$ group occurs in numerous biologically active compounds, which include antimicrobial drugs, saluretics, carbonic anhydrase inhibitors, insulin-releasing sulfonamides, antithyroid agents, antitumour drugs and number of other biological activities [1-3].

Sulfonamides are among the most widely used antibacterial agents in the world, chiefly because of their low cost, low toxicity and excellent activity against common bacterial diseases. The synergetic action of sulfonamides with trimethoprim has brought about enormous resurgence of sulfonamide usage everywhere over the last decade.

Materials and methods. This prompted us to synthesize a series of novel symmetric aliphatic sulfonamides.

Results. We start our synthesis from aminoalcohol **1**, which was protected by benzyl carbamates group on the first stage to form **2**. Next stage was classical Mitsunobu reaction with substrate **1** and thioacetic acid which gives the S-acyl derivative **3**. Then after a few attempts, we find that chlorination by chlorine in acetic acid/water is the best method to get the sulfochloride **4**. Transitional phase of synthesis sulfonamide **5** was carried out as follows: to ammonia solution in THF was added by slowly dropwise THF solution of sulfochloride **4**, maintaining the temperature between 5 and 10°C. Then, the reaction mixture was stirred for 24 h at room temperature (completion of the reaction was monitored by TLC). After the completion of the reaction, solvent was evaporated in vacuum. The solid residue was purified by column chromatography.



Conclusions. The last stage of synthesis is the removal of aminoprotection group in concentrated HCl, keeping the temperature in the limit of 60 °C.

Finally, we identified the optimal version of the synthesis and developed a method for derivatives of aliphatic sulfamides.

References

1. Ozbek N, Katircioğlu H, Synthesis, characterization and antimicrobial activity of new aliphatic sulfonamide, *Bioorg Med Chem.* 2007 Dec 1;15(23):7494.
2. Melagraki, G.; Afantitis, A.; Sarimveis, H.; Igglessi Markopoulou, O.; Supuran, C. T. *Bioorg. Med. Chem.* 2006, 14, 1108–1114.
3. Mandloi, D.; Joshi, S.; Khadikar, P. V.; Khosla, N. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2005, 17, 15–40.

5. Дослідження процесів клейстеризації нативного крохмалю

Сергій Должиков, Тетяна Авдієнко, Микола Ніколенко

Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпро, Україна

Вступ. Для надання харчовим продуктам певних властивостей широко використовується як нативний крохмаль, так і різні види його модифікацій. Здатність крохмалю до клейстеризації, в'язкість крохмальних розчинів є важливими показниками, які потрібно враховувати при виробництві харчових продуктів [1].

Матеріали та методи. Для проведення досліджень обрано нативний картопляний крохмаль, отриманий з картоплі вищого сорту. Вибір даного типу крохмалю обумовлений його фізико-хімічними властивостями. Для отримання клейстеру нативний крохмаль розчиняли у воді та нагрівали до певної температури в термостаті. Ступінь клейстеризації визначали, вимірюючи оптичну густину зразків, після проведення реакції з йодом.

Результати та обговорення. Процес клейстеризації – складний процес руйнування твердої оболонки «зерна» крохмалю та утворення гелеподібного розчину – крохмального клейстеру. Як відомо, процес клейстеризації крохмалю лежить в інтервалі температур від 61 до 68 °С, що залежить від типу крохмалю. Однак, процес клейстеризації не починається при досягненні певної температури для конкретного крохмалю (наприклад, кукурудзяного – 67 °С, картопляного – 63 °С). Він є «розтягнутим» в інтервалі температур, тому під температурою клейстеризації розуміють інтервал температури, в якому процес клейстеризації починає протікати інтенсивно.

Для проведення процесу клейстеризації наважку крохмалю розчиняли в 400 мл води та витримували в термостаті при 50, 60, 70, 80, та 90 °С. Проби відбирали з інтервалом у 2 хвилини (2 – 16 хвилин), а також через 30 та 50 хвилин. Після цього, отримані проби клейстеру центрифугували протягом 20 – 30 хвилин. В процесі центрифугування відбувається розшарування розчину: амілоза, як розчинна у воді сполука, залишається у прозорому розчині; амілопектин, як не розчинна у воді сполука, знаходиться у вигляді густого гелеподібного шару. Після розділення фракцій проводили реакцію між йодом та амілозою. Для цього відбирали 1 мл розчину амілози та додавали 0,5 мл реактиву Люголя – розчину I_2 в KI. Спостерігали забарвлення розчину у синій колір. Інтенсивність забарвлення була обумовлена кількістю амілози в розчині. Для порівняння результатів клейстеризації вимірювали оптичні густини отриманих зразків при 610 нм.

Отримані результати використали при розрахунку енергії активації початку процесу клейстеризації за рівнянням Крюгера-Зіглера. За попередніми розрахунками, енергія активації становить 132 кДж/моль. Така величина обумовлена наявністю твердої оболонки на поверхні крохмального зерна, яка складається з щільно упакованих амілопектинових ланцюгів.

Висновки. Результати проведених досліджень доповнюють уявлення про процеси клейстеризації та відкривають перспективи для отримання нових способів модифікації нативних крохмалів.

Література

1. Tatyana Avdienko Modification of Cornstarch by Sodium Hypochloride / Tatyana Avdienko, Sergiy Dolzhikov, Denis Hlopota, Nikolai Nikolenko // Abstracts of reports EASTWEST Chemistry Conference, 10-12 October 2018. – Lviv, 2018. – P.176.

6. Дослідження мікроелементного складу екстракту чорноплідної горобини методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою

Меркулов Руслан, Мілюкін Михайло

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом спостерігається тенденція використання у виробництві харчових продуктів барвників натурального походження – природних пігментів, таких як антоціани. Але постає питання щодо безпечності їх використання. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є визначення хлор- та фосфорорганічних пестицидів, поліхлорованих біфенілів, поліциклічних ароматичних вуглеводнів та інших токсичних органічних сполук, а також елементного складу барвників.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження було обрано природний антоціановий барвник, вилучений з чорноплідної горобини (аронії). Мікроелементний склад антоціанів з чорноплідної горобини досліджували методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-MS) на приладі Agilent 7500 се ICP-MS System (Японія). *Розчини № 1, 2, 3.* Було взято наважку екстракту аронії 70 мг, яку розчинили в 10 см³ Milli-Q Water (Milipore-blank, Blank). З маточного розчину взяли відповідно аліквотні частини 3, 5 та 10 см³ і розвели в колбі на 50 см³. Для проведення серії дослідів було взято екстракт антоціанів з аронії з різним розведенням.

Результати. Для проведення досліджень методом ICP/MS із кожної проби взяли по 0,5 см³ і визначали тричі мікроелементний склад для 44 елементів. В таблиці наведено результати визначення токсичних елементів в екстракті аронії (зразок № 3), де розраховано середнє арифметичне значень експериментальних даних ($X_{\text{сер}}$), стандартне відхилення, що виявляє відтворюваність методу, яким були одержані результати (S), тобто ($X_{\text{сер}} \pm S$) та відносне стандартне відхилення S_n , %.

Мікроелементний склад для деяких елементів концентрату чорноплідної горобини методом ICP-MS

Елемент	Концентрація, мкг/дм ³					S_n , %
	Blank	№ 3 (1)	№ 3 (2)	№ 3 (3)	$X_{\text{сер}} \pm S$	
Li	0,005	0,035	0,027	0,021	0,028±0,007	25,5
Al	0,063	7,859	5,830	5,198	6,296±1,390	22,1
Cu	0,151	2,604	2,503	1,268	2,125±0,744	35,0
Zn	0,598	14,270	14,283	15,692	14,748±0,817	5,5
As	0,005	0,193	0,175	0,217	0,195±0,021	10,8
Sr	<0,5	1,320	1,353	1,704	1,459±0,213	14,6
Cd	<0,01	0,033	0,028	0,036	0,032±0,004	12,2
Pb	0,006	1,505	1,875	2,599	1,993±0,557	27,9
Co	0,001	0,653	0,715	0,917	0,761±0,138	18,1
Mn	0,026	2,432	2,508	3,090	2,677±0,360	13,5
Rb	0,007	1,860	2,063	2,481	2,135±0,317	14,8
Ni	0,182	0,641	0,325	0,406	0,458±0,164	35,9
Ga	<0,01	0,021	0,022	0,034	0,026±0,008	29,7
Ba	<0,1	0,550	0,635	0,936	0,707±0,203	28,7
Cr	0,007	0,269	0,251	0,272	0,264±0,011	4,3
Ag	<0,1	0,015	0,013	0,010	0,013±0,002	17,8

Висновки. В концентраті антоціанів аронії визначено мікроелементний склад для 44 елементів та розраховано їх статистичні величини. Рівні вмісту токсичних елементів не становлять загрози для цільового продукту (концентрату) із аронії.

7. Визначення фосфору в харчових продуктах методом ІЧ-спектроскопії

Оксана Васильченко, Ігор Фесич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дріжджі широко застосовуються в харчовій, косметичній та фармацевтичній галузях промисловості. Актуальність даної роботи полягає в необхідності контролю вмісту фосфору в хлібопекарських та пивних дріжджах.

Матеріали та методи. Процес термообробки сухих хлібопекарських дріжджів «ЕКО» (зразок 1), «Своя лінія» (зразок 2), «Саф-Левюр» (зразок 3) та пивних дріжджів «ОСОКОР» (зразок 4) здійснювали при 900 °С впродовж 1 год. ІЧ-спектри пропускання продуктів відпалювання в області 400...4000 см^{-1} записували на спектрофотометрі Spectrum BX FT-IR (Perkin Elmer) в таблетках з KBr.

Результати. На ІЧ спектрах всіх зразків, прожарених при температурі 900 °С, спостерігається смуга, яка відповідає симетричним коливанням (при 980...1000 см^{-1}) та асиметричним коливанням (при 1040...1140 см^{-1}) зв'язку Р-О від ортофосфатної групи PO_4^{3-} . Однак судячи з вигляду ІЧ спектру в інтервалі 900...1300 см^{-1} можна припустити, що фосфор, який міститься в сухому залишку після прожарювання, входить до фосфатів різного хімічного складу (гідрофосфатів, поліфосфатів тощо). Смуга в області 1400...1600 см^{-1} відповідає коливання карбонатної групи CO_3^{2-} . В інтервалі 3000...3450 см^{-1} знаходяться валентні коливання гідроксо-груп.

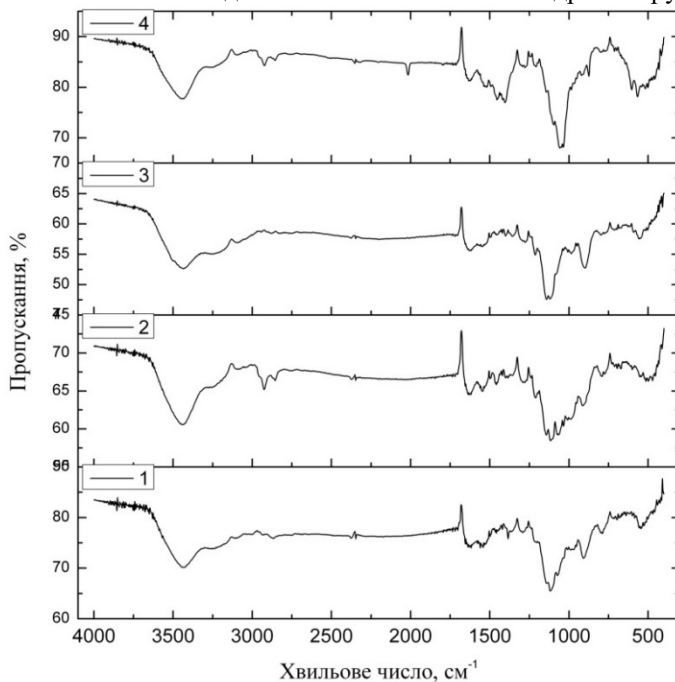


Рис. ІЧ-спектри сухого залишку після прожарювання дріжджів

Висновки. Показано можливість використання ІЧ спектроскопії для якісного визначення фосфору в сухих дріжджах у вигляді PO_4^{3-} іонів. Для знаходження кількісного вмісту фосфору необхідно встановити фазовий склад сухого залишку.

8. Дослідження мікроелементного складу препарату тауматину методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою

Кошель Ю.В., Мілюкін М.В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Тауматин (E957) – порошкоподібна речовина, кремового кольору без певного запаху з інтенсивним солодким смаком, що перевершує глюкозу в 100 разів. Дана речовина входить до складу наступних препаратів: меліс, бруфен, ноофен, Talin Liquid. Препарат тауматину Talin Liquid виробника Crazy Carp використовується з метою підвищення смакових якостей будь-якої приманки.

Матеріали та методи досліджень. Матеріалом даного дослідження є препарат тауматин Talin Liquid. Мікроелементний склад тауматину досліджували методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-MS) на приладі Agilent 7500 се ICP-MS System (Японія). Для проведення серії дослідів було взято препарат тауматину з різним розведенням деіонізованою водою Milli-Q Water. За основу для порівняння було взято цю воду. Визначення проводили за розведенням: 1 см³ до 10 см³ (в 10 разів), 2 см³ до 10 см³ (в 5 разів) та 3 см³ до 10 см³ (в 3,33 разів).

Результати. Для проведення досліджень методом ICP/MS із кожної проби взяли по 0,5 см³ і визначали тричі мікроелементний склад для 44 елементів. В таблиці наведено результати визначення токсичних елементів у препараті Talin (зразок № 3), де розраховано середнє арифметичне значення експериментальних даних ($X_{\text{ср}}$), стандартне відхилення, що виявляє відтворюваність методу, яким були одержані результати (S), тобто ($X_{\text{ср}} \pm S$) та відносне стандартне відхилення S_n , %.

Результати визначення мікроелементного складу для деяких елементів у препараті Talin методом ICP-MS

Елемент	Концентрація, мкг/дм ³					S _n , %
	Blank	№ 3 (1)	№ 3 (2)	№ 3 (3)	$X_{\text{ср}} \pm S$	
Li	0,005	1,045	1,058	1,078	1,060±0,017	1,6
Be	0,005	0,101	0,091	0,052	0,081±0,026	31,5
Al	0,0631	567,9	524,9	416,2	503,0±78,2	15,5
V	0,0026	0,985	0,667	0,578	0,743±0,214	28,8
Cr	0,0074	49,33	60,74	81,38	63,8±16,3	25,5
Mn	0,0258	65,10	47,83	44,50	52,5±11,1	21,1
Co	0,0008	1,10	0,75	0,60	0,82±0,26	31,4
Ni	0,1817	247,4	249,9	159,4	218,9±51,5	23,5
Cu	0,1511	160,5	188,9	136,3	161,9±26,3	16,3
Zn	0,5983	2750,4	2190,4	2075,5	2338,8±361,1	15,4
Ga	<0,1	1,97	1,70	1,48	1,72±0,25	14,4
As	0,0052	22,24	30,17	34,36	28,9±6,15	21,3
Se	<0,1	0,578	0,324	0,512	0,471±0,132	28,9
Rb	0,0071	6,09	5,79	5,48	5,788±0,31	5,3
Sr	<0,5	59,59	52,95	48,50	53,68±5,58	10,4
Ag	<0,1	0,241	0,103	0,263	0,202±0,087	42,9
Cd	<0,01	0,505	0,492	0,443	0,480±0,033	6,8
In	0,0011	0,054	0,052	0,042	0,049±0,006	13,0
Ba	<0,1	37,45	18,73	26,07	27,42±9,43	34,4
Tl	<0,01	0,022	0,026	0,0167	0,022±0,005	21,6
Pb	0,0062	6,89	6,44	6,33	6,553±0,297	4,5
Bi	0,0007	5,66	5,83	6,29	5,927±0,326	5,5

Висновки. Після проведення аналізу препарату тауматину Talin методом ICP-MS було встановлено його мікроелементний склад для 44 елементів та розраховано їх статистичні величини. Рівні вмісту токсичних елементів не становлять загрози для цільового продукту Talin Liquid виробника Crazy Carp.

9. Дослідження катіонного крохмалю методом ІЧ-спектроскопії

Роман Максименко, Наталія Сабадаш, Євген Ребенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Катіонний крохмаль є одним з найскладніших похідних полісахаридів. Комерційне значення мають третинний і четвертинний аммонійні ефіри крохмалю. Особливістю цих сполук є наявність позитивних зарядів на ланцюгах полісахаридів і здатність взаємодіяти з негативно зарядженими частинками [1].

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження було обрано катіонний крохмаль синтезований із кукурудзяного крохмалю. Для ідентифікації синтезованого катіонного крохмалю було використано метод інфрачервоної спектроскопії [2].

Результати та обговорення. Дослідження методом ІЧ-спектроскопії показало, що наш синтез пройшов успішно.

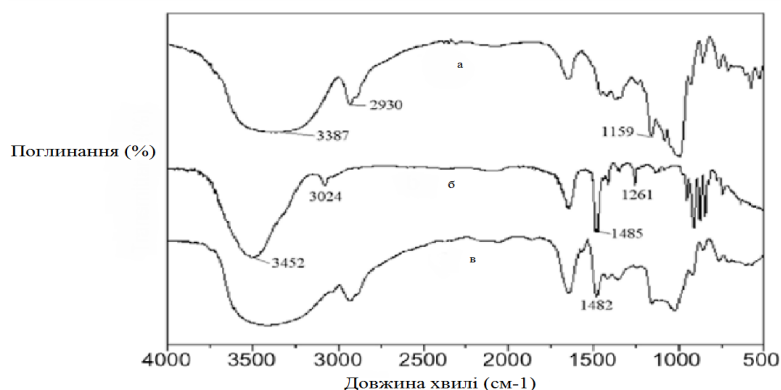


Рис. 1. ІЧ-спектр, а - кукурудзяного нативного крохмалю; б - основного реагенту; в - катіонного крохмалю

ІЧ-спектр нативного кукурудзяного крохмалю, основного реагенту і катіонного крохмалю представлено на рисунку 1. В ІЧ-спектрі нативного кукурудзяного крохмалю (рис. 1-а), надзвичайно широка смуга при 3387 см-1 і при 2930 см-1, вони були віднесені до піку смуги О-Н і С-Н, відповідно. У спектрі основного реагенту (рис. 1-б), широка смуга при 3452 см-1 була присвоєна коливанню О-Н групи води, що залишилися після висушування. На рисунку 1-в показаний спектр катіонного кукурудзяного крохмалю. Як видно, ІЧ-спектр катіонного крохмалю подібний до нативного крохмалю, проте крім піків, які характерні крохмалю, з'явилася додаткова смуга на рівні 1482 см-1, що присвоюється С – N групі. Ця смуга не була представлена в нативному виді крохмалю (рис. 1-а), що підтверджує приєднання катіонного фрагменту на спектрі катіонного крохмалю (рис. 1-в).

Висновок. Було отримано ІЧ-спектри нативного кукурудзяного крохмалю, основного реагенту і катіонного крохмалю. Проаналізувавши спектри можна зробити висновок, що синтез катіонного крохмалю пройшов успішно.

Література

1. Жушман, А.И. Модифицированные крахмалы /А.И. Жушман. – М.: Пищепромиздат, 2007. – 236 с.
2. Развитие технологии производства зерновых крахмалов. // Пищевая промышленность. – 2013. №8. – с. 14-16.

10. Дослідження мікроелементного складу екстракту акації методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою

Анастасія Бондаренко, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом зростає інтерес до пошуку нетрадиційних джерел біологічно цінних компонентів екстракту акації, перспективних для створення нових харчових продуктів. Особливу увагу приділяють хімічному складу та вмісту в сировині антиоксидантів, що здатні попереджувати вільнорадикальне окислення біологічних структур організму, а також оцінці її мікроелементного складу.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження було обрано екстракт акації (*Robinia pseudoacacia*). Мікроелементний склад екстракту акації досліджували методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-MS) на приладі Agilent 7500 се ICP-MS System (Японія). *Розчини № 1, 2, 3.* З маточного розчину екстракту акації взяли відповідно аліквотні частини 1, 2 та 3 см³ і розвели Milli-Q Water (Blank) в віалках на 10 см³.

Результати. Даний екстракт був обраний з гідромодулем 1:35, оскільки після екстрагування було виявлено, що лише при 70 %-ному спирті відбулося осадження дубильних речовин в осад. Для проведення досліджень методом ICP/MS із кожної проби взяли по 0,5 см³ і визначали тричі мікроелементний склад для 44 елементів. В таблиці наведено результати визначення токсичних елементів в екстракті акації (зразок № 3), де розраховано середнє арифметичне значень експериментальних даних ($X_{\text{сеп}}$), стандартне відхилення, що виявляє відтворюваність методу (S), тобто ($X_{\text{сеп}} \pm S$) та відносне стандартне відхилення S_n , %.

Результати визначення мікроелементного складу для деяких елементів екстракту акації методом ICP-MS

Елемент	Концентрація, мкг/дм ³					S _n , %
	Blank	№ 3 (1)	№ 3 (2)	№ 3 (3)	$X_{\text{сеп}} \pm S$	
Li	0,005	1,388	1,240	0,963	1,197±0,216	18,0
Al	0,0631	380,7369	471,087	289,614	380,479±90,737	23,8
V	0,0026	3,9464	4,713	5,605	4,755±0,830	17,5
Cr	0,0074	180,8926	208,443	199,793	196,376±14,089	7,2
Mn	0,0258	42,0942	35,954	27,766	35,272±7,188	20,4
Co	0,0008	1,4402	0,978	0,805	1,075±0,328	30,5
Ni	0,1817	138,551	147,618	174,908	153,692±18,924	12,3
Cu	0,1511	156,09	184,999	148,076	163,055±19,422	11,9
Zn	0,5983	957,924	1071,402	879,084	969,470±96,677	10,0
Ga	<0,1	0,698	0,888	0,786	0,791±0,095	12,0
As	0,0052	15,6348	14,650	13,694	14,66±0,97	6,6
Se	<0,1	3,072	2,668	2,897	2,879±0,203	7,0
Rb	0,0071	10,3629	8,418	7,905	8,895±1,297	14,6
Ag	<0,1	0,012	0,015	0,014	0,014±0,002	11,2
Cd	<0,01	1,278	1,31	1,364	1,317±0,043	3,3
Ba	<0,1	6,572	5,245	5,896	5,904±0,664	11,2
Pb	0,0062	8,6048	9,539	8,842	8,995±0,486	5,4

Висновок. При дослідженні екстракту кори акації визначено мікроелементний склад для 44 елементів та розраховано їх статистичні величини. Рівні вмісту токсичних елементів не становлять загрози для використання в лікувальних цілях екстракту акації.

11. Дослідження складу гідролату меліси

Ірина Івченко, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гідролати трав – це водяна суспензія, яка має рН від 3,5 до 6. Гідролати зберігають всі корисні властивості ефірних олій рослин, з яких вони отримані, але на відміну від останніх діють дуже м'яко, не викликаючи опіків або алергічних реакцій [1].

Матеріали та методи. У роботі отримували гідролат меліси за допомогою гідродистиляції та досліджували його компонентний склад. В якості сировини використовували сухе листя меліси. Для ідентифікації компонентів отриманого гідролату використовували метод газової хроматографії.

Результати та обговорення. Процес отримання гідролату меліси проводили на класичній перегінній установці. Технологія отримання гідролатів полягає в тому, що при паровій дистиляції молекули води екстрагують з рослин тільки легкі молекули, а більш важкі молекули (гіркоти, віск тощо) залишаються у сировині. Параметри процесу: тривалість відгонки – 1,5 години, гідромодуль 1:35, температура – 100 °С, тиск – 0,1 МПа.

Дослідження складу гідролату проводили за допомогою мас-селективного детектора. Колонка газової хроматографії являла собою сплавний кварцовий капіляр зі стаціонарною фазою (5% феніл)-поліметилсилоксану, товщиною плівки 0,25 мкм, довжиною 30 м і внутрішнім діаметром 0,25 мм. Газ-носіє – гелій з тиском колонної головки 48,7 кПа і швидкістю потоку 1,0 мл/хв.

Ідентифікацію компонентів проводили за допомогою порівняння часу утримання та повних мас-спектрів з відповідними даними бібліотек сполук [2].

У таблиці вказано список сполук, які було ідентифіковано в гідролаті меліси.

Таблиця

Результати ідентифікації компонентів гідролату меліси

RI*	Компонент
1271	Гераніаль
1241	Нераль
1262	Гераніол
1232	Цитронелол
1417	Кариофілен
1029	Лімонен

*RI – індекс утримання, визначається по відношенню до серії n-alkanів на колонці.

Висновки. У роботі було отримано гідролат меліси та ідентифіковано основні його компоненти, а саме: гераніаль, нераль, гераніол, цитронеол, кариофілен, лімонен. Завдяки цим компонентам гідролат меліси є сильним антиоксидантом, противірусним та протибактеріальним фітозасобом. Йому притаманні заспокійливі, імуностимулюючі, відновлювальні та протизапальні властивості.

Література

1. Akram Astani, Melissa officinalis Extract Inhibits Attachment of Herpes Simplex Virus in vitro / Akram Astani, Jürgen Reichling, Paul Schnitzler // Chemotherapy. – 2012. – Vol. 58. – 70–77 р.
2. Ткачев, А.В. Исследование летучих веществ / А.В. Ткачев. – Н.: Изд. Полиграф. Предпр. «Офсет», 2008. – 969 с.

12. Метод визначення розмаринової кислоти в комплексній добавці

Ольга Соломко, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вміст розмаринової кислоти у лікарській сировині широко варіюється, наприклад у мелісі розмаринової кислоти не менше 2%, у м'яті – не менше 0,5%, у розмарині – не менше 1%, тощо.

Розмаринова кислота являється одним із кращих рослинних антиоксидантів, що позитивно впливає на тривалість зберігання продуктів. Розмаринова кислота використовується як консервант харчових продуктів.

Матеріали та методи. Для отримання екстракту з високим вмістом кислоти обрано розмарин та м'яті перцевої, які окрім високого вмісту активних компонентів в поєднанні надають чудову пряно-ароматичну дію на харчовий продукт.

Підготовлену сировину завантажували в екстрактор і проводили екстрагування 50% розчином етилового спирту, протягом 60 хв при 75-80°C. Для виявлення найкращих екстрагентів при одержанні витяжок були використані етиловий спирт (96 %, 70 %, 50 %, 30 %) та вода очищена. Беручи до уваги оптимальну дисперсність, із рослинної сировини готували витяжки згідно з вищенаведеною методикою та аналізували в них вміст діючих речовин. Для ідентифікації компонентів отриманого екстракту використовували фотоколориметричний метод.

Результати та обговорення. Визначення вмісту фенольних сполук полягає в окисненні реактивом Фоліна-Чокальтеу (до складу якого входить вольфрамат натрію і фосфомолібдат натрію) з утворенням блакитного комплексу, що має максимум поглинання при довжині хвилі 490 нм. Концентрацію фенольних речовин виражали в мг/г сухої речовини. Результати дослідження наведені в таблиці.

Таблиця

Вміст фенольних сполук у екстракті розмарину з м'ятою перцевою

№ п/п	Концентрація фенольних сполук				
	30%	50%	70%	96%	Вода
1.	8,11	10,62	9,06	3,26	7,94

Як видно з таблиці, найбільшою екстрагуючою здатністю фенолів для екстракту розмарину з м'ятою перцевою володіє 50% етиловий спирт (10,62 мг/г). Також непоганими показниками володіють 70 % етиловий спирт (9,06 мг/г), 30% етиловий спирт (8,11 мг/г) і вода (7,94 мг/г).

Найбільш ефективним є 4-кратне екстрагування, при цьому вилучається 6,27% розмаринової кислоти при екстрагуванні водою та 8,45% при екстрагуванні 50% етанолом. Подальше екстрагування є недоцільним через низький вихід розмаринової кислоти та значні витрати екстрагента.

Висновки. Визначено оптимальний розчинник для екстрагування розмаринової кислоти з розмарину та м'яті перцевої – **етанол 50%**. Оптимальне співвідношення сировини до розчинника – **1:50**. Усі отримані зразки були досліджені на концентрацію фенольних сполук; вміст розмаринової кислоти; вміст Цезій-137.

Встановлено, що екстракт розмарину з м'ятою перцевою володіє багатьма функціями, які позитивно впливають на організм людини, найкраща властивість екстракту - антиоксидантна, яка залежить від виду розчинника і співвідношення.

13. Визначення в продуктах термолізу протонованих фосфатів аніонного складу конденсованих фосфатних кислот

Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Надія Антрапцева, Поліна Філіпова

Національний університет біоресурсів і природокористування, Київ, Україна

Вступ. Загальний вміст вільних фосфатних кислот визначають титруванням їх розчином лугу після екстракції з продуктів термолізу органічними розчинниками. Відомості про умови кількісного визначення їх аніонного складу поодинокі і потребують уточнення.

Матеріали і методи. В якості модельних зразків для дослідження використовували поліфосфатні кислоти з відомим аніонним складом. Екстракцію вільних фосфатних кислот, присутніх у продуктах термолізу протонованих фосфатів, здійснювали осушеним ацетоном. Для визначення умов екстрагування проводили обробку продуктів термолізу ацетоном з наступним аналізом загального вмісту кислот (у перерахунку на P_2O_5). Аніонний склад конденсованих фосфатних кислот визначали методом кількісної хроматографії на папері.

Результати. Аналіз отриманих експериментальних даних свідчить про те, що вільні фосфатні кислоти, присутні в продуктах термолізу, практично повністю переходять в ацетонові витяжки внаслідок трьохкратної обробки зразка.

Для визначення загального вмісту високомолекулярних фосфатних кислот в окремій серії дослідів визначали умови деструкції поліфосфатних аніонів у монофосфатні. Згідно з отриманими даними, нагрівання водного розчину, що містить поліфосфатні кислоти з $n=5$, протягом години призводить до руйнування пента-аніонів до ди-. Повна деструкція зв'язків Р-О-Р відбувається протягом 3 годин.

Хроматографування поліфосфатних кислот здійснювали на холоді (+4,+5 °С), використовуючи як рухому фазу метилетилкетон, обраний експериментальним шляхом. Це дозволяло досягнути кращого розділення окремих форм аніонів. Для визначення вмісту кожної з конденсованих кислот використовували метод «мокрого спалювання» з кількісним аналізом вмісту фосфору в кожній з аніонних форм

Результати визначення аніонного складу фосфатних кислот, що містяться у контрольних зразках (поліфосфатні кислоти відомого складу), наведено в табл.

Таблиця. – Результати аналізу аніонного складу поліфосфатних кислот

Склад контрольного зразка поліфосфатних кислот, P_2O_5 , мас.%		Знайдено за результатами аналізу*	Помилка визначення	
			Відносна, %	Середня квадратична
Загальний вміст,	13,74	13,31	3,13	3,41
у тому числі:				
моно-	4,33	4,26	1,62	0,77
ди-	3,14	3,00	4,46	0,93
три-	2,47	2,41	2,43	0,51
тетра-	3,38	2,27	3,78	0,71
пента-	1,42	1,37	3,52	0,37

* Середнє з п'яти паралельних визначень.

Висновки. Встановлено умови коректного визначення аніонного складу конденсованих фосфатних кислот з кількісною оцінкою кожного з полімерних аніонів.

14. Рентгенографічне дослідження твердого розчину кобальту(II) і магнію фосфатів октагідратів

Ігор Фількін, Надія Антрапцева

Національний університет біоресурсів і природокористування, Київ, Україна

Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У літературі є короткі відомості про те, що індивідуальні середні фосфати кобальту(II) і магнію октагідрати мають подібну структуру. Тим часом, якщо для $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ є відносно повні кристалографічні дані, то для $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ вони обмежуються лише набором основних міжплощинних відстаней і інтенсивностей відповідних рефлексів. Кристалографічні характеристики твердого розчину кобальту(II) і магнію фосфатів октагідратів у літературі відсутні.

Мета даної роботи - визначити кристалографічні дані твердого розчину кобальту(II) і магнію фосфатів октагідратів.

Матеріали і методи. В якості об'єктів дослідження використовували фосфати твердого розчину складу $\text{Co}_{3-x}\text{Mg}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $0 < x \leq 1$, з різним вмістом Co(II) і Mg. Їх одержували взаємодією суміші розчинів нітратів кобальту(II) і магнію, взятих у певному співвідношенні, з розчином Na_2HPO_4 . Рентгенофазовий аналіз виконували, на дифрактометрі ДРОН-4-М (FeK_α), внутрішній стандарт – NaCl. Розрахунок параметрів елементарної комірки здійснювали методом найменших квадратів.

Результати. Згідно з отриманими рентгенографічними даними, фосфати з різним вмістом Co(II) і Mg ($K = \text{Co/Mg}$) можна поділити на три групи. До першої з них належать фосфати, значення K в яких становить $K \geq 2,00$. Ідентифікація їх показала, що вони є індивідуальною кристалічною фазою зі структурою $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ і загальною формулою $\text{Co}_{3-x}\text{Mg}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x \leq 1$). На рентгенограмах фосфатів з $0,007 < K < 2,00$ поряд з фазою структури $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ реєструється незначна кількість кристалічної фази зі структурою $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, про що свідчить наявність на рентгенограмах нових дифракційних відображень з $d = 6,71; 3,16; 3,016; 2,431$ Å. При $K \leq 0,007$ рефлекси структури $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ відсутні.

Фосфати твердого розчину $\text{Co}_{3-x}\text{Mg}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x \leq 1$) утворюються внаслідок ізоморфного заміщення частини Co(II) на Mg в кристалічній структурі фосфату-матриці октагідрату складу $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Вони структурно однотипні з індивідуальним фосфатом кобальту(II) і, як $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, кристалізуються в моноклінній сингонії (просторова група $C2/m$).

Прецизійними дослідженнями визначено, що параметри елементарних комірок фосфатів твердого розчину різного катіонного складу перебувають у лінійній залежності від ступеня заміщення кобальту(II) на магній. Це відповідає закону Вегарда і правилу Ретгера про утворення твердого розчину заміщення.

Таблиця. – Параметри елементарної комірки $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ і твердого розчину на його основі групі (моноклінна сингонія, пр. гр. $C2/m$)

Склад фосфатів	<i>a</i> , Å	<i>b</i> , Å	<i>c</i> , Å	β , град	<i>V</i> , Å ³
$\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	10,061	13,309	4,689	104,97	606,6
$\text{Co}_{2,5}\text{Mg}_{0,5}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	10,070	13,317	4,693	105,00	607,9
$\text{Co}_2\text{Mg}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	10,080	13,344	4,697	105,05	610,1
$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	9,966	27,709	4,648	104,01	1245,3

Висновки. Отримано рентгенометричні характеристики та розраховано параметри елементарної комірки фосфатів складу $\text{Co}_{3-x}\text{Mg}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $0 < x \leq 1$.

15. Біобезпека бальзаму для волосся

Ірина Івченко, Ольга Слободян

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із сучасних засобів по догляду за волоссям є косметичні бальзами, які подовжують і посилюють косметичну дію шампунів, є ефективним способом догляду за волоссям: живлять, звожують і захищають волосся, нормалізують їх стан, лікують волосся і шкіру голови (залежно від призначення). Контроль якості косметичної продукції є обов'язковим елементом при її розробці та виробництві.

Матеріали та методи. У роботі проведений систематизований аналіз нормативних документів щодо дослідження мікробіологічних показників. Методи мікробіологічних досліджень показників полягають у посіві проби бальзаму у поживне середовище з подальшим підрахунком колоній.

Результати та обговорення. Косметична продукція безпосередньо діє на людський організм, тому показники її безпеки є визначальним критерієм при розробці товару. Нормативна база виробництва та реалізації косметичних виробів в Україні налічує понад 120 стандартів. Серед них - міждержавні стандарти (ГОСТ) і національні стандарти України (ДСТУ). СанПіН 2.2.9.027-99 встановлюють вимоги і норми безпеки для здоров'я людини косметичних засобів. Кількість МАФAM, дріжджів роду *Candida* та пліснявих грибів визначають з метою встановлення відповідності парфумерно-косметичної продукції вимогам безпеки щодо загального забруднення мікроорганізмами. Вміст потенційно-патогенних та патогенних бактерій родини *Enterobacteriaceae*, *S. aureus*, *P. Aeruginosa* встановлюють за альтернативним критерієм - відсутністю їх у певній масі/об'ємі парфумерно-косметичної продукції.

Згідно ДСТУ 4763:2007 «Бальзами косметичні. Загальні технічні умови» косметичні бальзами за мікробіологічними показниками мають відповідати вимогам, наведеним у таблиці.

Таблиця

Мікробіологічні показники косметичних бальзамів

Назва показника	Характеристика і норми
Кількість МАФAM, КУО/г, см ³	< 1000
Бактерії роду <i>Enterobacteriaceae</i> в 1 г, см ³ продукції	Відсутні
<i>Staphylococcus aureus</i> в 1 г, см ³ продукції	Відсутні
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> в 1 г, см ³ продукції	Відсутні
Кількість дріжджів і пліснявих грибів, КУО/г, см ³	< 100

Висновки. Отже, безпеку продукції парфумерно-косметичної промисловості щодо обмежень рівня вмісту мікроорганізмів характеризують за такими обов'язковими показниками: кількість МАФAM, кількість дріжджів роду *Candida* та пліснявих грибів, вміст бактерій родини *Enterobacteriaceae*, вміст *Staphylococcus aureus*, вміст *Pseudomonas aeruginosa*.

Література

1. Мікробіологія харчових виробництв : навч. посіб. / Т. П. Пирог, Л. Р. Решетняк, В. М. Поводзинський, Н. М. Грегірчак. - Вінниця : "Нова книга", 2007. - 464 с.
2. Бальзами косметичні. Загальні технічні умови ДСТУ 4763:2007 [Чинний від 2007-28-04]. - К.: Держстандарт України. - 2007. - 12 с. - (Національні стандарти України).

16. Дослідження мікробіологічних показників бальзаму для волосся

Анастасія Сергієнко, Ольга Слободян

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наше волосся знаходиться під постійним несприятливим впливом навколишнього середовища і тому догляд за ним потрібен завжди. Бальзами для волосся є засобами інтенсивного догляду за шкірою голови та волоссям, вони підсилюють косметичну дію шампунів, живлять і захищають волосся, нормалізують його стан. Одним з найважливіших показників якості бальзамів для волосся є їх мікробіологічний контроль.

Матеріали та методи. В даній роботі досліджували бальзам для волосся, розроблений та одержаний в лабораторних умовах. Дослідження мікробіологічних показників бальзаму для волосся проводилося відповідно до вимог ГОСТ 29188.0-91 "Парфумерно-косметичні вироби. Правила приймання, відбір проб, методи органолептичних випробувань" і ГОСТ 26668-85 "Продукти харчові. Методи відбору проб для мікробіологічних аналізів".

Результати та обговорення. Відповідно до вимог СанПіН 2.2.9.027-99 кількість МАФАМ, дріжджів роду *Candida* та пліснявих грибів визначають з метою встановлення відповідності парфумерно-косметичної продукції вимогам безпеки щодо загального забруднення мікроорганізмами. Результати дослідження наведені в табл.

Таблиця

Результати мікробіологічного дослідження бальзаму для волосся

Об'єкт дослідження	Ступінь розведення	Кількість колоній на чашці Петрі			КМАФАнМ, КУО в 1 г бальзаму для волосся	Норма, КУО/г	Примітка
		Бактерії	Гриби	Загальна			
Бальзам для волосся	$1 \cdot 10^1$	2	23	25	$2,5 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$	Посів на МПА
	$1 \cdot 10^1$	-	32	32	$3,2 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^2$	Посів на СА
	$1 \cdot 10^1$	-	-	-	-	Не допуск.	Посів на Ендо

В дослідженому зразку наявне перевищення нормативного показнику, що вказує на мікробіологічне забруднення бальзаму для волосся.

Висновки. Встановлено, що в дослідженому зразку бальзаму для волосся має місце перевищення нормативного показнику, що може бути пов'язано з використанням слабкого консерванту бензоату натрію (E211) та контамінацією через нестерильні умови під час отримання та пакування даного виробу.

17. Дослідження нанокомпозитних гідрогелів на основі агар-агару модифікованого галлоїзитними алюмосилікатними нанотрубками

Антон Бондаренко, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Синтезовано нанокомпозитні гідрогелі на основі природних матеріалів - полісахариду агар-агару та галлоїзитних алюмосилікатних нанотрубок, що можуть бути затосовані в біотехнології та медицині для створення медичних асептичних пов'язок, дренажних сорбентів та покриттів.

Матеріали та методи. Було вивчено органолептичні характеристики синтезованих зразків нанокомпозитів, їх морфологія, елементний склад. Методи дослідження: ІЧ-спектроскопія, скануюча електронна мікроскопія (СЕМ), метод енергодисперсійної рентгенофлуоресцентної спектроскопії (ED-XRF technique).

Результати: на рисунку 1-а представлені фотографії зразків агар-агарових гідрогелів з вмістом галлоїзитних нанотрубок 0,5, 1 та 1,5 %, на рисунку 1-б – наведено СЕМ знімки висушених гелів. В табл. 1 наведено елементний склад зразків.

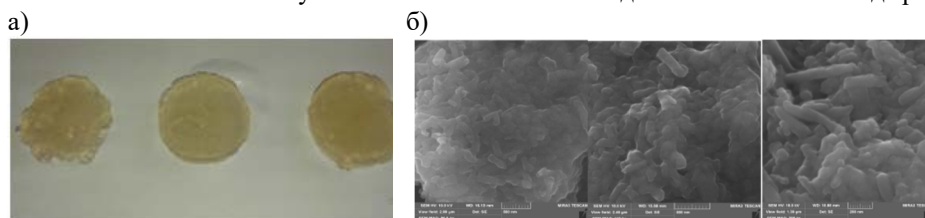


Рис. 1. Мікрофотографії СЕМ (б) висушених гелів (а) з вмістом нанотрубок 0,5, 1 та 1,5 % відповідно

Жовтий колір обумовлений значною (близько 1 см) товщиною зразків гелів, а поглиблення інтенсивності відтінку пов'язане зі збільшенням вмісту наповнювача галлоїзитних нанотрубок від 0,5 до 1,5 %. На дотик міцність гідрогелів росте зі зростанням концентрації галлоїзитів. При висушуванні гідрогелів відбувається концентрування і агломерація наповнювача на окремих ділянках, про що свідчать наведені СЕМ знімки.

Елементний склад отриманих гідрогелів за даними ED-XRF аналізу

Вміст (%) нанотрубок	Вміст елементів, % ат.					
	C	O	Si	Al	Ca	P
0,5	25,85	53,66	9,26	10,45	0,36	0,42
1	35,46	44,80	10,43	9,32	-	-
1,5	37,31	46,50	7,91	8,06	0,22	-

Значний вміст вуглецю в зразках відноситься до органічного вуглецю агар-агару. Елементи кремній та алюміній відповідають галлоїзитним нанотрубкам, а їхнє співвідношення близько 1:1 відповідає стехіометричному співвідношенню в галлоїзиті.

Висновок. Таким чином, в синтезованих нанокомпозитах галлоїзитні алюмосилікатні нанотрубки рівномірно розподіляються в матриці агар-агарового гідрогелю, розроблений матеріал є перспективним для фарм та харчової галузей.

18. Розроблення технології отримання солодових екстрактів із зернової сировини

Вікторія Христенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогоднішній день ринок харчових біологічно-активних добавок розвивається найбільш стрімко, тому отримання екстракту з солоду рослинної сировини з високим вмістом біологічно активних речовин, та подальшим введенням його в харчові продукти, дієтичні добавки та косметичні засоби є актуальним.

Матеріали і методи. Серед продуктів підвищеної біологічної цінності є солод злакових культур - пшениці, вівса, ячменю і кукурудзи. У пророслому зерні (солоді) міститься увесь набір інгредієнтів, необхідних для раціонального харчування - білки, легкозасвоювані вуглеводи, клітковина з харчовими волокнами, мінеральні речовини, вітаміни. Крім того, в солоді злаків містяться фарбувальні і поліфенольні сполуки, а також рослинні ферменти і гормони.

Результати. Процес здійснюється, запобігаючи контакту з повітрям. Гідромодуль для кожної сировини підбирається індивідуально. Оптимальна тривалість процесу становить: 255 хвилин – для пшеничного солода (при СР 3 %); 210 хвилин – для ячмінному солоду (при СР 2 %); 205 хвилин – для кукурудзяному солоду (при СР 2 %). Більш тривале витримування солоду у воді не доцільне, бо не призводить до суттєвого збільшення сухих речовин у екстракті.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб виробництва солодового екстракту включає очищення сировини, подрібнення, екстрагування та концентрування, відповідно технології, застосовують екстрагування з використанням низькочастотних механічних коливань при частоті 5 Гц, амплітуді 10 мм, протягом оптимальної тривалості процесу для визначеної сировини і температурі екстрагента 60-70°C. Відповідно технології, екстрактор з вібропристроєм має в собі вібротурбулізуючу систему перемішування, зі збірником фільтрованого екстракту додатково послідовно з'єднані підігрівач фільтрованого екстракту, випарна установка, збірник концентрату екстракту-рідини, підігрівач і сушарка з циклоном концентрату екстракту-рідини, транспортер концентрату екстракту-порошку, автомат фасувально-пакувальний концентрату екстракту-порошку, транспортер фасованого концентрату екстракту-порошку, а з екстрактором і центрифугою фільтруючою додатково послідовно з'єднані збірник-змішувач шроту проекстрагованої сировини та осаду від центрифуги фільтруючої, прес шламовий, транспортер шламу, сушарка шламу з циклоном, транспортер висушеного шламу, автомат фасувально-пакувальний висушеного шламу і транспортер фасованого шламу.

Встановлення екстрактора забезпечить високу інтенсивність процесу екстрагування, скоротить його тривалість і забезпечить максимальне вилучення біологічно активних речовин з рослинної сировини за рахунок зменшення шару нерухомої рідини та створення конвективних потоків, що сприяють перенесенню речовин в екстрагент.

Висновки. Досліджено режими екстрагування пшеничного, ячмінного та кукурудзяного солоду, що дає змогу отримувати високоцінні екстракти з цих сировин для косметичної, харчової та фармацевтичної галузей промисловості. Розроблено технологію отримання солодових екстрактів із застосуванням віброекстракційного обладнання.

19. Вплив наночастинок SiO₂ у складі соків на їх поверхневий натяг

Анастасія Терещенко, Біла Галина

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Надія Антрапцева

Національний університет біоресурсів і природокористування, Київ, Україна

Вступ. Кремнієві наночастинок наразі досліджують як носій для білкових молекул, оскільки вони мають велику активну поверхню, хімічно і термічно стабільні, добре суспендуються у водних розчинах та відносно інертні в навколишньому середовищі. Крім цього, такі наночастинок мають корисні фізичні й хімічні характеристики: кремній не сприяє розвитку мікроорганізмів, оптично прозорий, може виступати як ізолятор, захищаючи вміст капсули від впливу навколишніх факторів.

Матеріали та методи. В якості моделі був вибраний натуральний сік (виноградно-яблучний, ТМ Galicia), що був збагачений наночастинок SiO₂.

Вплив наночастинок SiO₂ на поверхневий визначали експериментально. Поверхневий натяг розраховували за формулою $\sigma = \sigma_0 \frac{n_0 \rho}{n \rho_0}$. Стандартна рідина – вода: $\sigma_0 = 72,0 \text{ Дж/м}^2$; $\rho_0 = 997,07 \text{ г/л}$; $n_0 = 43,7$. Густина соку $\rho = 1052 \text{ г/л}$.

Таблиця

Величина поверхневого натягу для розчинів з додаванням наночастинок SiO₂

Температура		Досліджуваний р-н		Поверхневий натяг води		
		Виноградно-яблучний сік				
25°C	298К			72,0 Дж/м²		
№	с,	Число крапель, n				σ·10³,
	г/л	1	2	3	середнє	Дж/м²
Вода	0	44	43	44	43,7	72,0
20 сік	1,0	47	47	48	47,3	70,184
15 сік+5 SiO₂	0,75	47	48	48	47,7	69,596
10 сік +10 SiO₂	0,5	51	51	50	50,7	65,478
5 сік +15 SiO₂	0,25	53	54	53	53,3	62,284

Висновок. При додаванні SiO₂ поверхневий натяг соку зменшується.

20. Винна кислота – харчова добавка Е 334 з широким спектром застосування

Ольга Сульжук

Національний університет хархових технологій, Київ, Україна

Вступ. Винна кислота Е334 за своєю природою антиоксидант, бере участь в процесі регуляції кислотності, комплексоутворенні і є синергістом антиокислювачів.

Окрім харчової, косметичної та фармацевтичної галузі, винну кислоту застосовують в електроніці та електротехніці, при виготовленні комп'ютерів, мікрофонів; у виробництві кольорових металів; в аналітичній хімії, для поділу на ізомери рацематів органічних речовин, а також для виявлення альдегідів; для фарбування тканин в текстильній промисловості; як сповільнювач схоплювання гіпсової суміші в будівельній сфері.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз спектру застосування та ринку виробництва харчової добавки Е 334.

Результати та обговорення. Винну кислоту отримують з природної сировини, з відходів виноробства: винного каменю, сушених винних дріжджів, виннокислого вапна. Безвідходне виробництво є великою перевагою перед виробництвом суміжних харчових добавок. Дана добавка дозволена до застосування в харчовій промисловості у всіх країнах світової спільноти. Вона користується великою популярністю, за рахунок своєї поганой вологопоглинаючої здатності, кислуватий присмак і абсолютній нешкідливості [1].

На сьогоднішній день в Україні налічується близько 65 тисяч га виноградників. Ми маємо географічну зону, сприятливу для розвитку виноробства та вирощування як європейських, так і автохтонних сортів винограду, яких ніде в світі більше немає. Виноробство України базується на прекрасних історичних традиціях, досягненні наукових закладів, генетичній пам'яті мешканців півдня країни. Гама виноробних регіонів різноманітна – від Закарпаття до Криму.

Вченим і медикам давно відома користь харчового антиоксиданту Е334 Винна кислота і роль хімічної сполуки для нормального функціонування всіх життєво важливих систем людського організму, безпосередню участь в метаболізмі або обмінних і травних процесах, щомиті відбуваються в організмі [2].

Література

1. Сарафанова Л.А. Современные пищевые ингредиенты. Особенности применения / Л.А. Сарафанова. — С. Пб. : Профессия, 2009. — 208 с.
2. Конспект лекцій з дисципліни «Інноваційні інгредієнти в технології консервованих продуктів» для студентів всіх форм навчання напряму підготовки 8.05170107 «Технології зберігання, консервування та переробки плодів і овочів» / укладач Назарко І.С. / Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулужа, 2016. — 100 с.

21. Аспекти сенсорного та фізико-хімічного аналізу якості пива

Руслан Волошенюк, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Відомо, що в Україні випускається понад 900 найменувань пива. Поряд з великими заводами, пінний напій випускають і невеликі пивоварні, які у 2017р, за даними Pro-Consulting.ua, зварили 17 млн літрів крафтового пива. Збільшення акцизів, висока вартість і певний дефіцит ячмінного солоду, досить тривалий час технологічного циклу виробництва є збудливими мотивами спрощення технології, повної або часткової заміни дефіцитної сировини. Визначають якість пива за його фізико-хімічними показниками (густина, вміст алкоголю, кількість екстрактивних речовин, кислотність, піностійкість, колірність) та сенсорним аналізом.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз методів визначення якості пива та ринку його виробництва на теренах України.

Результати та обговорення. При визначенні якості пива використовують методи аналізу: органолептичні і фізико-хімічні. Під час сенсорної оцінки існують чотири різні аспекти пива, які піддаються питанню: зовнішній вигляд, аромат, смак і відчуття яке виникає у ротовій порожнині після проби даного зразка. Оцінка вигляду пива включає нотатки про його колір, які можуть варіюватися від світлої соломи до чорної; його чіткість, яка може бути прозорою, помутною або непрозорою; і його піна. Оцінюючи аромат, існує широкий спектр функцій, представлених для оцінки. Важливим аспектом пива, загальноприйнятою практикою є проковтування пива під час сенсорної оцінки, щоб краще оцінити ці елементи. Інші смакові відчуття часто описуються як солодовий, солодкий, кислий, цитрусовий або кислий. Останній аспект сенсорної оцінки - відчуття ротовою порожниною, стосується текстури пива, можливих відчуттів, таких як теплота, терпкість або гладкість. Рівні карбонізації і карбонізація текстури також відіграють важливу роль у відчутті пива [1]. Із фізико-хімічних показників пиво нормують : масову частку сухих речовин у початковому суслі, мінімальну частку спирту, кислотність, колір, мінімальну масову частку диоксиду вуглецю і стійкість [2]. Між масовою часткою сухих речовин у початковому суслі і вмісту спирту в пиві існує пряма залежність. Пиво з вмістом спирту 4% повинно містити сухих речовин у початковому суслі 11-12%, 6-16%, а німецьке 11% за масової частки сухих речовин у початковому суслі 28%. Кислотність світлих типів пива з масовою часткою сухих речовин у початковому суслі від 8 до 11% повинна бути в межах 1.3 – 2.8 см³ 0.1 моль/см³ розчину NaOH на 100 см³ пива. Така сама величина передбачена для напівтемного пива з вмістом сухих речовин сусла 10-10.5% [3].

Основними виробниками пива в Україні є: Carlsberg Ukraine, об'єднані САН ІнБев Україна і Efes Ukraine, Оболонь, Oasis CIS. Всі дані компанії, крім «Оболонь», належать міжнародним холдингам[4]. В основному пиво споживають молоді чоловіки. Кожен двадцятий споживач пива вживає його щодня. За частотою вживання пива Україна знаходиться на одному з останніх місць. Більше 40% продажів припадає на пиво низького цінового сегмента. Практично половина всього виробленого пива в Україні розливається в ПЕТ-тару. У минулому році українці в основному віддавали перевагу пиву «Перша приватна броварня», а серед імпортного пива воліли «Leffe» [4].

Література

1. <https://beerandbrewing.com/dictionary/nB20s1R16j/>
2. Глазачев Ф., Лхотский А. Пивоварение
3. Державна служба статистики України, оцінка Pro-Consulting

22. Гуміарабік — харчова добавка широкого спектру застосування

Олена Теребило, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В наш час пріоритетними у створенні харчових систем з підвищеною харчовою цінністю є використання натуральних харчових інгредієнтів та добавок. Одним із широко застосовуваних біополімерів в харчовій промисловості та медицині є ексудат тропічних видів акації — гуміарабік.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз спектру застосування та ринку харчової добавки E-414 на теренах України.

Результати. Серед великої кількості харчових добавок природного походження вирізняються гідроколоїди своїми структуроутворювальними, вологоутримуючими та стабілізуючими властивостями (здатні набухати і зв'язувати воду в кількості, яка перевищує їх власну масу). За хімічною природою гідроколоїди представлені двома видами біополімерів - білковими речовинами і полісахаридами. Гуміарабік високої якості отримують з акації *Acacia Senegal* та *Acacia seyal*, які зростають переважно в Африці, а також в Індії та Австралії. Рідше його отримують із деревного соку вишні, абрикосів або сливи. Як відомо, гуміарабік характеризується складною хімічною будовою молекули та надмолекулярною структурою. Він має три фракції: арабіногалактан (близько 88,0%), арабіногалактанпротеїновий комплекс (сягає 10,4%) і глікопротеїн (становить 1,2%). У всіх трьох фракціях полісахаридний компонент, має схожу структуру та належить до гетерополісахаридів. Полісахаридні фрагменти складаються з D-галактози, L-арабінози, L-рамнози і D-глюкуронової кислоти у співвідношенні приблизно 3:3:1:1. У харчовій промисловості гуміарабік знаходить застосування як стабілізатор емульсій «олія у воді», не змінюючи їх консистенцію, що використовується у виробництві емульсій для безалкогольних напоїв на основі ефірних олій (наприклад при виготовленні дістичної «Кока-коли»). Використовується як стабілізуючий агент у молочних напоях з наповнювачами з ягід і фруктів та для отримання кремової консистенції морозива і вершків. Дозволений до застосування при виробництві дитячого харчування.

У кондитерській промисловості його використовують при виробництві зефіру (як стабілізатор піни) та ірисок (як емульгатор жирів). В якості глазурувального агенту гуміарабік вводять у продукти з какао та шоколаду (формуванні глазури для горіхів). З метою запобігання кристалізації цукру, а також як зв'язувальний компонент - гуміарабік включають до жувальних цукерок, льодяників і пастили.

Як вологоутримувальний агент його використовують у виробництві м'ясних і рибних продуктів харчування. У м'ясопереробній промисловості застосовують також для приготування розсолів. Низькоконцентровані розчини гуміарабіку застосовують у виробництві червоного вина для стабілізації його кольору, для покращення ігристих властивостей шампанських вин та для стабілізації піни у пиві. Також гуміарабік застосовується для інкапсулювання лабільних, малорозчинних та нерозчинних у воді речовин (у фармацевтичному виробництві - в якості сполучного компонента і оболонки для таблеток).

У косметології гуміарабік (інші назви - аравійська камідь, Gum Arabic, Gum Acacia, Fibregum B, E-414) входить у рецептуру лосьйонів, кремів, масок для обличчя. При прямому контакті не викликає роздратування шкіри і слизових оболонок (гіпоалергенний).

Висновок. Завдяки своїм унікальним властивостям харчова добавка – гуміарабік застосовується у багатьох галузях як харчової, косметичної так і фармацевтичної промисловості.

23. Біозолото – інноваційна складова сучасних косметичних засобів

Анастасія Дзюбенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Косметолог Синобу Цудзіно зміг довести, що такий дорогоцінний метал, як золото, має величезний потенціал не тільки в сфері боротьби з онкологічними захворюваннями, а й в світі професійної косметології. Адже саме за допомогою цього елемента можна відновити пошкоджені ділянки шкіри.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури стосовно застосування біозолота у складі косметичних засобів.

Результати. Так зване біозолото або колоїдне золото являє собою нанорозмірне золото в поєднанні з амінокислотами і різними біологічно активними добавками [1]. Іони золота, що містяться в косметиці, виступають провідниками лікувальних компонентів: вітамінів, гормонів, рослинних екстрактів, як наслідок компоненти глибоко проникають в клітини шкіри, надаючи свою лікувальну дію. Під впливом іонів золота посилюється регенерація клітин, відбувається омолодження шкірних покривів. Тому косметичні засоби з вмістом золота так необхідні для зрілої, в'ялої шкіри [2]. Біозолото є повністю гіпоалергенним компонентом, надає м'язам особі еластичності і пружності, надаючи ефекту підтяжки шкіри, робить її доглянутою і сяючою [2]. Першими в розробці «золотої» косметики стали японці - їм вдалося встановити, що золото здатне відновлювати водний баланс в шкірі: як з'ясувалося, заряд електроструму людського тіла збігається з негативним зарядом іонів електроструму золота. Саме це відкриття, підкріплене величезною кількістю електролітичних експериментів, і дало старт величезної популярності біозолота в косметиці [3].

Косметичні засоби, які містять у своєму складі біозолото:

- сприяють кращому проникненню кисню і різних поживних елементів (мінералів, амінокислот, вітамінів) в шкіру і волосся, допомагаючи їм засвоюватися.
- наділені сильними антисептичними властивостями, так як біозолото не схильне до окислення.
- допомагають наповнити шкіру киснем і вологою, прискорити обмін речовин, посилити циркуляцію лімфи і крові, активізувати клітинні процеси.
- збільшують швидкість ділення клітин, сприяючи омолодженню шкіри і виробленню природного колагену.
- ефективно виводять зі шкіри позитивно заряджені іони, шлаки, токсини і важкі метали.
- допомагають нормалізувати рівень рН шкіри.
- сприяють налагодженню електролітичного балансу і зміцненню захисних властивостей шкірних покривів.
- допомагають усунути надлишковий активний кисень, який є однією з головних причин старіння і виникнення різних захворювань [3].

Література

1. Что такое биозолото?. // Журнал Созвездие Красоты. – 2019.
2. Аббасов Э. Золото в косметологии / э. Аббасов, Т. С. Тишаква. // Харківський Національний Медичний Університет. – 2016. – С. 5–6.
3. Біозолото в косметиці. // Copyright. – 2016.

24. Кофеїн: відкриття, властивості, застосування в косметичі

Андрій Можейко, Бойчук Тетяна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сьогодні кофеїн це – глобальний бізнес. Застосування кофеїну поширюється на неймовірну кількість продуктів. Його додають в енергетичні напої, таблетки і гелі, жуйки і цукерки і т.д.. Діапазон концентрацій (доза кофеїну) в цих продуктах широкий – починаючи від кількох міліграмів до більше ста на унцію (29.56мл).

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури стосовно відкриття кофеїну, властивості, впливу на організм людини, застосування в косметичі.

Результати. У 1819 році німецький хімік, лікар та філософ Фридріх Фердінанд Рунге виділив з кофейних зерен прозору речовину, при висушуванні, яка формує кристали та назвав його кофеїном. Кристали легко розчиняються у гарячій воді, а у холодній розчинити їх важко. Звісно ж, стимулюючі властивості кофе були відомі задовго до того, як Рунге відкрив кофеїн. Люди давно виявили, що деякі рослини викликають підбадьорливий ефект: в Африці заварювали в гарячій воді оболонки кофейних бобів, а в Китаї – листя чаю, в Парагваї та Чилі – пагони думи мате, в Бразилії висушені ягоди. Дивовижно, але практично всі рослини, які використовувались людьми для зняття втоми та відновлення енергії, містять одну й ту ж речовину – кофеїн. Його можуть називати теїном, матеїном і гуараніном в залежності від рослини, де він був виявлений, але хімічно це завжди одна і та ж молекула. Відкриття кофеїну поклало початок вивченню властивостей стимулюючих рослин. Напій, що містить кофеїн, діє на організм як стимулятор. Потужність ефекту буде залежати від вмісту кофеїну в напої: в плодах гуарани кофеїну в два рази більше, ніж в зернах кави, тому й напої на основі гуарани діють сильніше, ніж кава.

У середньому: в чашці кави міститься 65-120 мг кофеїну (хоча в розчинній каві його кількість значно більше); в чашці чаю - від 20 до 90 мг; в склянці газованого напою - 30-60 мг. Згідно FDA (Food and Drug Administration - Управління з контролю якості харчових продуктів і лікарських засобів): *добова доза* кофеїну - 400 мг (4 чашки кави) є безпечною; 1 грам кофеїну (еквівалент 10 чашок кави) є токсичним для людського організму; 10 грамів (2 чайні ложки) або 100 чашок кави - смертельним!

Якщо кофеїн так впливає на мозок у багатьох відношеннях, чому порошок кофеїну не варто порівнювати з кокаїном або героїном? Кофеїн дійсно викликає залежність. Коли ви вирішуєте відмовитися від кави, ви відчуваєте сонливість, тому що додатковий аденозин продовжує проявляти свій вплив на клітини. Ще однією властивістю кофеїну є підвищення вироблення дофаміну (гормон радості, задоволення і ейфорії), адреналіну і серотоніну (гормон щастя). Кофеїн також відрізняється від важких наркотиків на молекулярному рівні, тому що він викликає вивільнення дофаміну в менших кількостях ніж необхідні для важкої залежності [1].

Косметичні бренди активно додають цей компонент у свої б'юті-засоби, оскільки в помірних дозах кофеїн підсилює кровообіг і дозволяє нормалізувати лімфотік, сприяє виведенню токсин з організму, розщепленню жирових клітин, сприяє росту волоссяних цибулин, є сильним антиоксидантом [2].

Література

1. Department of Organic Synthesis and nanotechnology. Химия, применение и действие кофеина [Електронний ресурс] / Department of Organic Synthesis and nanotechnology. – 2016.
2. Орасмья-Медер Т. Наука красоты / Т. Орасмья-Медер, О. Шатрова., 2016.

25. Лікопін – харчова добавка E 160d з широким спектром застосування

Кристіна Ворушило

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Лікопін - органічна речовина природного походження, яка відноситься до групи каротиноїдів, має велику молекулярну масу, не розчиняється у воді, добре розчиняється в маслах і спирті. Лікопін забарвлений в помаранчево-червоний колір, застосовується як барвник (добавка E160d) в харчовій промисловості. Відтінки кристалічного пігменту залежать від методу отримання, варіюються від світло-червоних до темно-вишневих тонів.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз сфер застосування та ринку виробництва харчової добавки E160d на теренах України.

Результати та обговорення. Лікопін у великій кількості міститься в помідорах, звідки його виділяють олійною екстракцією. У харчових технологіях застосовується кристалічна форма речовини або концентрований екстракт в маслі. Реалізація промислового методу отримання з натуральних джерел (найчастіше помідорів) займає багато часу, вимагає вкладення коштів для ефективної екстракції й очищення продукту. Добре налагоджена технологія отримання лікопіну мікробіологічними методами за допомогою специфічних грибків [1].

Екстракт помідорів: темно-червона в'язка рідина. Чистий лікопін: темно-червоні голки, розчинні в оліях та жирах, від оранжевого до оранжево-червоного кольору. Гарно розчиняється в рослинних оліях; в етанолі; нерозчинний у воді. Стійкість до світла, нагрівання, фруктовим і іншим кислотам помірна, до лугів дуже незначна [2].

Лікопін надає гарного натурального кольору продуктам переробки фруктів: Джем, конфітюри, желе. Для цих цілей до сировини додають пігмент в кількості 100 мг / кг. Харчові продукти з E160d приємні на вигляд, позитивно впливають на організм людини [1].

Так само, як всі інші біологічно активні речовини, лікопін виявляє сприятливий вплив на організм в певних концентраціях, перевищувати які медики і фізіологи не рекомендують. Максимальна концентрація, допустима для регулярного надходження в органи травлення, становить 15 мг / кг маси. При необхідності вона може тимчасово збільшуватися до 50 мг / кг маси тіла.

Надмірне вживання E160d може проявлятися в зміні забарвлення шкірних покривів з природною на жовтувату. Стан нормалізується після зменшення в раціоні кількості продуктів харчування з лікопіном. Не можна виключати також індивідуальну непереносимість речовини, при прояві якої слід прибрати з раціону продукти з даними пігментом.

Література

1. [Електронний ресурс] / Невідомий – Режим доступу до ресурсу: <http://is-it-good.info/additives/e160d-likopin>
2. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия / Л.А. Сарафанова. – СПб: ГИОРД, 2004. – 808 с.

26. Лимонна кислота – харчова добавка E330 з широким спектром застосування

Олена Савицька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Лимонна кислота є природною фруктовую кислотою, що міститься в цитрусових, чорній смородині, малині та інших плодах [1]. Лимонна кислота (2-гідрокси-1,2,3-пропанетрикарбоновa кислота, $C_6H_8O_7$) являє собою підкислювач, консервант, емульгатор, ароматизатор, секвестрант і буферний агент, широко використовуваний у багатьох галузях промисловості, особливо в харчових, напоїв, фармацевтичних, нутрицевтичних і косметичних продуктах. Завдяки своїм чудовим фізико-хімічним властивостям і екологічно доброякісному характеру, використання лимонної кислоти в кількох промислових секторах швидко зросло протягом 19-20-х століть [2].

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз сфер застосування та ринку виробництва харчової добавки E 330.

Результати та обговорення. Лимонна кислота в хімічному відношенні належить до класу ациклічних окси-кислот, такої як трикарбалилова при заміщенні водню в одному її радикалі спиртовим гідроксилом. Лимонна кислота позитивно впливає на функціонування організму людини (стимулює роботу підшлункової залози і обмін речовин в організмі, підвищує апетит, сприяє кращому засвоєнню їжі) [1]. З екологічної точки зору, кислота швидко деградує в поверхневих водах і не становить небезпеки для навколишнього середовища або для здоров'я людини. Після розчинення у воді він проявляє слабку кислотність, але сильно кислотний смак, що впливає на солодкість і забезпечує фруктову терпкість, для якої вона широко використовується для доповнення фруктових смаків у харчовій промисловості та напоях. У поєднанні з цитратом кислота демонструє чудову буферну здатність, а її чудові властивості хелатируючих іонів металу додають до фізико-хімічних властивостей, що робить її ідеальною для харчових, косметичних, нутрицевтичних і фармацевтичних застосувань, кількість яких свідчить про її вишукану універсальність. Крім того, він має статус GRAS (загальноновизнаний як безпечний) у США. Сьогодні лимонну кислоту виробляють на великих хімічних ферментаційних заводах і в кінцевому підсумку виділяють у двох формах - безводній і моногідраті. Вступ на міжнародний ринок нових китайських виробників переробив хімічний ринок, який існував у своєму олігополійному стані близько 80 років з моменту створення в 1920-х роках комерційного процесу бродіння в Західній Європі та США. Через нові біотехнологічні виробничі підрозділи, що в основному знаходяться в Китаї, глобальне постачання лимонної кислоти протягом останніх двох десятиліть зросла з менш ніж 0,5 до більш ніж 2 млн. т., що стало найбільшою хімічною речовиною, отриманою за допомогою ферментації біомаси та найбільш широко використовуваної органічної кислоти [2].

Література

1. Фалес, В.М. Аналіз виробництва та застосування лимонної кислоти / В.М. Фалес, О.В. Хіврич, А.М. Литвиненко // Харч. пром-сть. - 2009. - N 8. - С. 91-94.
2. Citric acid: emerging applications of key biotechnology industrial product / Rosaria Ciriminna, Francesco Meneguzzo // Chemistry Central Journal 2017 11:22

27. Технологія одержання цукрогліцеридів (харчова добавка E474)

Юлія Коробка, Ольга Халетій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

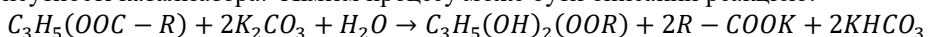
Вступ. Цукрогліцериди є продуктом переестерифікації жирів і вуглеводів. Вони виявляють стабілізуючі і емульгуючі властивості, підтримують в'язкість харчових продуктів і поліпшують їх консистенцію. Їх використовують у виробництві харчових покриттів.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, вивчено досвід з технології одержання цукрогліцеридів - харчової добавки E474 та її властивості.

Результати. Цукрогліцериди є складною сумішню продуктів реакції між жирами і сахарозою. Хімічний склад і консистенція добавки E474 залежить від обраних вихідних сполук, їх співвідношення та умов перебігу реакції [1]. При використанні насичених жирів одержані цукрогліцериди набувають напівтвердої консистенції, що полегшує транспортування і наступне дозування добавки. Отримують сахарогліцериди шляхом естерифікації цукрів різними видами харчових жирів або олій. До складу входить суміш моно- і диефірів сахарози і харчових жирних кислот з моно-, ди- і тригліцеридами. Здатність витримувати високі температури залежить від вмісту в добавці цукру.

Для отримання цукрогліцеридів в лабораторних умовах проводять хімічну реакцію, яка називається естерифікацією. При цьому на цукор впливають харчовими жирами або оліями у відповідному розчиннику або без. В результаті утворюються залишки розчинників і продукти розщеплення цукру. Такий спосіб вважається недостатньо рентабельним для отримання добавки E474 в промислових масштабах. В результаті реакції також утворюються побічні продукти, які псують якість цукрогліцеридів. Щоб отримана харчова добавка могла використовуватися в складі готових страв або напівфабрикатів, речовину потрібно очистити від домішок.

Одним із промислових способів одержання цукрогліцеридів є взаємодія між сахарозою і твердими жирами при нагріванні у розчині диметилформаміду в присутності каталізатора. Хімізм процесу може бути описаний реакцією:



Кінцевий продукт виділяють шляхом випарювання розчинника і наступної багаторазової екстракції реакційної маси гарячим етанолом. Цукрогліцериди кристалізуються при охолодженні спиртового екстракту.

Хоча цукрогліцериди вважаються однією з найактуальніших харчових добавок, проте немає остаточного висновку щодо безпечності її використання. Дослідження впливу добавки E474 на організм людини ще тривають, тому законодавства багатьох країн тимчасово виключили цукрогліцериди з переліку дозволених добавок.

Висновок. Цукрогліцериди є перспективною емульгуючою добавкою у різних сферах харчової промисловості. Проте її виробництво потребує обережного вибору вихідних реагентів, розчинників, каталізаторів і параметрів процесу, оскільки всі ці фактори впливають на хімічний склад продукту, що у свою чергу впливає його емульгуючі властивості і безпечність для здоров'я людини.

Література

1. Позняковський В.М. Гігієнічні основи харчування, безпека та експертиза харчових продуктів.-Новосибирськ, 2002.

28. Капсоїцин: властивості та застосування

Максим Пашкевич

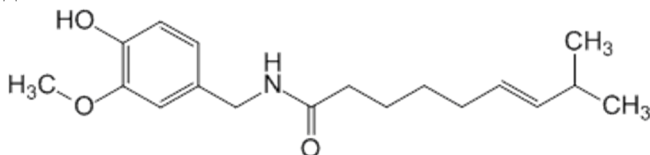
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Капсоїцин є одним з різновидів алкалоїдів, який міститься в різних видах стручкового перцю. Екстракти гострих сортів перцю, що розташовані на території України: Український гіркий, Харківський, Астраханський, Афганський.

Матеріали та методи. Аналіз вмісту капсаїциноїдів у досліджуваних зразках плодів перцю стручкового проводили методом ВЕРХ. Використано бібліографічні джерела.

Результати. Капсоїцин є домінуючим капсаїциноїдом червоного перцю (69% від загального вмісту капсаїциноїдів); іншим представником цієї групи сполук є дігідрокапсаїцин. (до 22% від загального вмісту капсаїциноїдів). За даними ВЕРХ спиртових екстрактів зразків вітчизняних сортів перцю стручкового вміст капсаїциноїдів в них коливається до 500 мг на 1кг висушеного перцю. Найвища концентрація капсоїцину виявлена на внутрішній стороні насіннєвої камери, проте саме насіння перцю капсоїцину не містить.

Хімічно чистий капсоїцин є леткою, гідрофобною, безбарвною речовиною без запаху, що добре розчиняється у спирті, ацетоні, етилацетаті і практично нерозчинний у воді.



Капсаїциноїди подразнюють шкіру та викликають пекучі відчуття при контакті з будь-якими тканинами людини. Крім лікувального застосування, капсоїцин використовується в деяких репелентах, як інсектицид в засобах боротьби з щурами та іншими шкідниками, в газових балончиках та інших аерозольних засобах [2].

За даними Наукового комітету Європейського Союзу по продуктам харчування, середнє споживання капсоїцину в Європі становить 1,5 мг / добу (0,025 мг / кг / добу для людини масою тіла 60 кг), а максимальне надходження з їжею - 25-200 мг / добу (до 3,3 мг / кг / добу для людини масою тіла 60 кг).

Капсоїцин використовується як знеболююче у деяких препаратах для зовнішнього застосування, зазвичай у концентраціях від 0,025% до 0,25%. Він може бути застосований у формі крему для тимчасового полегшення незначного болю, зокрема, у м'язах, суглобах, спині, болю [1]. Широко застосовується в косметичних засобах-масках для волосся (за рахунок подразнення шкіри посилюється кровообіг, активізуються коріння волосків, і посилюється їх зростання), обгортаннях для схуднення та боротьби з целюлітом, тощо.

Висновок. Капсоїцин та його похідні є подразнюючими засобами природного походження- перспективні для використання у медицині та косметології.

Література

1. Палий В.М. Экспертиза раздражителей методом тонкослойной хроматографии / В.М. Палий, М.Я. Сегай // Эксперт-криминалист. — 2008. — № 38 — С. 132—133.
2. Юнусов С.Ю. Алкалоиды: справочник / С.Ю. Юнусов. — Ташкент : ФАН, 1981. — 320 с.

29. Вітамін С – властивості, історія відкриття

Марта Фецич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вітаміни-це необхідні для нормальної життєдіяльності організму низькомолекулярні органічні речовини різноманітної хімічної природи, синтез яких у організмів даного виду відсутній або обмежений. За хімічною будовою вітаміни поділяються на 2 великі групи: водорозчинні та жиророзчинні.

Матеріали і методи. Методом дослідження було обрано інформаційний огляд літератури стосовно аскорбінової кислоти.

Результати. Відкриття вітаміну С пов'язане з лікуванням цинги. Багато народів світу знали про зв'язок між вживанням певного виду їжі та виникненням симптомів гіповітамінозу чи авітамінозу. Цинга була страшним нещастям у тривалих морських подорожах. Так, під час кругосвітньої подорожі британського адмірала Джорджа Ансона з 1900 чоловік, що відплили з Англії, в живих залишилося тільки 188. Джеймс Лінд запропонував використати цитрусові для лікування й профілактики цинги і став першим, хто вивчив ефективність такого лікування в результаті систематичних експериментів у 1747 р. Це був один з перших клінічних експериментів в історії медицини. Лінд дав докладний опис цинги та запропонував способи її лікування й запобігання ("Lind's Treatise on scurvy", Edinburgh, 1753). У 1795 р. цитрусові стали звичайною добавкою до раціону британських моряків, які одержали образливе прізвисько "лайміз" (лимонники). У 1920 році І. Дрюммонд запропонував називати антискорбутну речовину вітаміном С. Згодом з'ясувалось, що цингою хворіють лише морські свинки, людиноподібні мавпи та люди. У 1922 році дослідник Н.А. Бессонов першим виділив активний протицинготний препарат з соку білокачанної капусти. Хоч препарат був не досить очищений, проте виліковував експериментальний скорбут. Після публікації Бессонова з'явилося багато робіт різних авторів, після яких було доведено, що вітамін С допомагає зберігати здоровими зуби, кістки, м'язи, кровоносні судини, сприяє росту і відновленню тканин, загоєнню ран [1].

Вітамін С (аскорбінова кислота) виявляє в організмі людини фундаментальну біохімічну фізіологічну роль. Відноситься до водорозчинних вітамінів. Добова потреба у вітаміні становить 50-80 мг. Джерелом вітаміну С служить рослинна їжа. Особливо багаті нею перець і чорна смородина, далі йдуть орієк, петрушка, капуста, щавель, цитрусові, суниці, але чемпіоном серед всіх рослин є шипшина: 1,2 г на 100 г сухих ягід. Біологічна дія аскорбінової кислоти пов'язана із її участю в окислювально-відновлювальних реакціях, що зумовлено особливостями структури і властивістю легко віддавати і приєднувати атоми водню. Фізіологічна роль аскорбінової кислоти зумовлена її участю в окисно-відновних процесах – вона зворотно окиснюється в дегідроаскорбінову кислоту під дією ферменту аскорбатоксидази з утворенням окисно-відновної системи. Аскорбінова кислота необхідна для нормального тканинного обміну та тканинного дихання. Вітамін С активує синтез кортикостероїдів у корі надниркових залоз, прискорює білоксинтетичну та детоксикаційну функції печінки. Разом із вітаміном Р аскорбінова кислота бере участь у стабілізації судинних стінок. Аскорбінова кислота впливає на активність ферментів: одних (каталази) стимулює, інших (амілаза) – пригнічує [2].

Література

1. Вітаміни. Сторінки історії. // З історії нутриціології. – 2010. – С. 63–66.
2. Вітаміни. // Світ медицини та біології. – 2012. – №2. – С. 191–194.

30. Глутамат натрію - E621: властивості, вплив на організм людини

Людмила Катеринич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Глутамат натрію - мононатрієва сіль глютамінової кислоти, є однією з найбільш широко представлених в природі замінних амінокислот, або E 621 - відома харчова добавка, що надає стравам «м'ясний» смак.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз сфер застосування та вплив на організм харчової добавки E 621.

Результати та обговорення. Добавка E621 дуже популярна і відноситься до дозволених в РФ, ЄС і багатьох інших країнах. Також її часто застосовують в стравах китайської та японської кухні. Основна роль цієї добавки - посилювати смак і аромат. Вона додає продуктам смак м'яса або бульйону, і триває ця дія на смакові рецептори 20 хвилин з моменту вживання [1]. При додаванні глутамату натрію в харчові продукти посилюються їх природні смакові властивості, ослаблені в процесі переробки і зберігання, маскуються окремі негативні складові смаку і запаху.

Зазвичай використовується для посилення смаку та аромату у виробництві сухих супів, бульйонів, продуктів швидкого приготування, чіпсів, крекерів, соусів, майонезів, кетчупів, м'ясопродуктів, консервованих море-і рибопродуктів в кількості від 0,1 до 0,5% [1]. У деяких країнах, особливо на Сході, глутамат натрію використовують як смакову добавку поряд з сіллю і спеціями і вводять в деякі страви безпосередньо перед їх вживанням. За останніми даними добавка E621 однозначно шкодить організму. У чутливих людей або при великих дозах споживання глутамату натрію може виникати специфічний синдром «китайських ресторанів». Він проявляється в загальній слабкості, прискореному серцебитті, тимчасової втрати чутливості в області спини і потилиці. Може провокувати втрату зору і витончення очної сітківки (результат проведення дослідів на щурах). Призводить до глаукоми. Гігієнічні стандарти допускають максимальну допустиму добову дозу для людини - 120 мг / кг ваги тіла[1].

За результатами досліджень вільні солі глютамінової кислоти дуже швидко всмоктуються в шлунково-кишковому тракті, що може привести до різких стрибків рівня глутамату в плазмі крові. Деякі вчені стверджують, що подібні піки можуть несприятливо впливати на нейрони, приводячи або до судомної активності, або до розповсюджується депресії [2].

Висновки боятися глутамату натрію на етикетці продуктів не варто, просто ставиться до харчової добавки треба з розумом .

Література

1. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия / Л.А. Сарафанова. – СПб: ГИОРД, 2004. – 808 с.
2. Дубовая Г. А. Влияние глутамата натрия на живые организмы / Г. А. Дубовая. // Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка. – 2013. – №19. – С. 149–254.

31. Таніни –харчова добавка Е 181: властивості та застосування

Оксана Хоменко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Колір харчового продукту має для споживача величезне значення. Колір продукту залежить від присутніх у ньому забарвлюючих речовин.

Матеріали і методи. Методом дослідження було обрано інформаційний огляд літератури стосовно властивостей та сфер застосування добавки Е181.

Результати та обговорення. Таніни харчові - суміш естерів фенольних кислот з моносахаридами або багатоатомними спиртами. У харчовій промисловості зареєстровані як харчова добавка Е181 та відносять до категорії барвників [1]. Таніни спроможні виконувати функцію освітлювача, стабілізатора, загущувача. Також їм притаманний терпкий смак. Колоїдні розчини, що утворюються у воді, володіють кислою реакцією і сильною дубильною дією. Причиною дубильної дії добавки Е 181 є здатність танінів утворювати міцні зв'язки з полісахаридами, білками і іншими біополімерами. Таніни діляться на два види: конденсовані, які представляють собою похідні від флаванолів, та гідролізовані, - виготовлені на основі складних ефірів галлової кислоти. На зовнішній вигляд таніни - це аморфні порошки або пухка маса від світло-жовтого до світло-коричневого кольору, який розчиняється в спирті, воді та гліцерині [2]. Таніни харчові містяться в деревині дуба, евкаліпта, каштану і гранатового дерева; корі верби, смереки, модрині; зеленому і чорному чаї, хурмі [2]. Їх одержують екстракцією дозволеними розчинниками з відповідної природної сировини, не доводячи процес до гідролізу. Для цього спочатку проводять обробку подрібненої сировини гарячою водою з метою вилучення відповідних фенолів. Надалі таніни висолюють і екстрагують бутилацетатбутанільною сумішшю (3:1). На наступному етапі органічні розчинники випаровують під вакуумом в атмосфері вуглекислого газу для запобігання окиснення танінів. Вміст основної речовини у кінцевому продукті становить не менше 96% [1]. Велика частина харчових танінів легко піддається гідролізу спочатку в шлунку, потім в кишечнику. Утворюються природні компоненти для організму, що проявляють позитивний ефект. Вони демонструють антибактеріальну дію, зменшують інтенсивність запальних процесів, виводять з харчового тракту отруйні солі металів та інші токсини. Цими властивостями обумовлена і користь для людини зеленого чаю та якісних вин декількох років витримки. У чутливих людей барвник Е 181 може викликати роздратування кишківника, нирок, ураження печінки, подразнення шлунково-кишкового тракту. При попаданні танінів в організм в надмірних кількостях, дубильні речовини гальмують поглинання мінералів, таких як залізо. Це може призвести до хвороб, пов'язаних з недовіком заліза та інших мінералів в організмі [2]. У харчовій промисловості таніни використовуються в якості барвника Е 181 для освітлення вина, пива, фруктових соків. Також добавку Е 181 застосовують для додання терпкого смаку при виготовленні різних напоїв. Також завдяки кислотним властивостям таніни використовують для стабілізації вин і пива, та для обробки виноматеріалів, переважно білих столових вин, зазвичай у поєднанні з оклеюванням желатином.

Література

1. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Навч. посібник.- Львів: Центр Європи, 2009. - 836 с. ISBN 978-966-7022-83-9 (с. 249 - 250).
2. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки: Энциклопедия. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб: ГИОРД, 2004. - 808 с. ISBN 5-901065-79-4 (с. 588 - 590);

32. Харчовий консервант E270 або молочна кислота як важливий компонент багаточисельних продуктів харчування

Козловська Марія

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день термін придатності харчового продукту має бути максимально довгим, саме тому і застосовують такі харчові добавки як консерванти, що перешкоджають утворенню та розмноженню плісняви, грибків та інших шкідливих мікроорганізмів.

Харчова добавка E270 (молочна кислота) має не лише консервуючу дію, а і є абсолютно нешкідливою для людського організму, так як живий організм сам продукує цю кислоту, що виконує ті ж самі функції. [1]

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз спектру застосування та ринку харчової добавки E 270 на території України.

Результати та обговорення. Молочну кислоту відносять до категорії харчових консервантів з причини її здатності забезпечувати триваліше збереження продуктів шляхом запобігання розмноженню і розвитку хвороботворних бактерій і шкідливим грибкам. Сама по собі кислота молочна присутня у всіх кисломолочних продуктах, причому вона утворюється навіть в тісті в процесі бродіння. Крім того, навмисно отримати харчовий консервант E270 Молочна кислота можна шляхом зброджування продуктів молочного виробництва і розчинів цукру за допомогою молочнокислих бактерій [2].

Молочну кислоту застосовують в харчовій промисловості, в медицині, косметології, ветеринарії і для всіляких технічних цілей. Молочна кислота стримує розвиток гнильних бактерій, але не діє на мікроскопічні гриби і дріжджі. Молочна кислота і її солі у присутності води є сильними пластифікаторами майже всіх білків. У хлібопеченні молочна кислота і лактати збільшують об'єм м'якиша і покращують скоринку хліба. Молочну кислоту додають в затор в пивоварінні для зниження жорсткості води і досягнення величини рН, близькою до оптимальної для дії амілолітичних і протеолітичних ферментів. Молочну кислоту застосовують при виробництві пекарних дріжджів для очищення посівних дріжджів від сторонньої мікрофлори, у тому числі від лактобацил, а також для очищення м'яси, стимулюючи розмноження дріжджів.

Для використання в харчових продуктах дозволені лактати натрію (E325), калія (E326), кальцію (E327), амонія (E328) і магнію (E329). Використовуються вони у виробництві безалкогольних напоїв, карамелевих мас, кисломолочних продуктів [3].

Висновки. Додавання харчового консерванта E270 Молочна кислота в процесі виготовлення продуктів харчування носить глобальні масштаби не лише в Україні, але і в країнах ЄС. Цю добавку активно використовує велика частина виробників молочних продуктів, тим паче, що її вживання офіційно дозволене законом в необмежених кількостях.

Література

1. Нечаев, А.П. Технология продуктов питания/ А.П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова.- 2-е издание, переработанное и исправленное. - СПб.: ГИОРД, 2003.- 640 с.
2. Назаров, Н.И. Общая технология пищевых производств / Н. И. Назаров, А. С. Гинзбург, С. М. Гребенюк и др. - М.: Лег. и пищ. пром-ть, 1981. - 360 с.
3. Семенихина, В.Ф. Молочная промышленность/ В.Ф. Семенихина, Я.А. Яркина. – М.: 2004. – С: 25-26.

33. Рибофлавін (Е 101) – натуральний харчовий барвник

Лілія Могильна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Рибофлавін (харчова добавка Е101) - один з найважливіших вітамінів, що є коферментом багатьох біологічних процесів. Добавка Е101 більше відома як вітамін В2. Добавка Е101 може бути отримана хімічним синтезом з 3,4-диметиланіліна і рибози, а так само мікробіологічними методом з гриба *Eremothecium ashbyii* або за допомогою генетично-модифікованих бактерій *Bacillus subtilis* [1].

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз властивостей та сфери застосування рибофлавіну.

Результати та обговорення. Корисні властивості барвника Е101 Рибофлавіну в першу чергу обумовлені вмістом вітаміну В2, який має загальнозміцнювальну і лікувальну дію на організм людини. До складу барвника Е101 не входять шкідливі хімічні сполуки або домішки. Харчова добавка Е101 абсолютна безпечна і навіть належить до лікарських засобів.

Рибофлавін (Вітамін В2) у великій кількості міститься в таких продуктах харчування як алича, петрушка або кріп, малина, баклажани, яблука, спаржа, суніця, квасоля, абрикос і салат. Барвник отримують як з натуральної сировини, так і синтезують вітамін В2 хімічним шляхом [2].

Однак, користь від барвника отриманого синтетичним шляхом не може бути менше, ніж від компонента натурального походження. Що унікально, корисні властивості рибофлавіну настільки значні і добре вивчені, що даний хімічний компонент входить до складу дитячого харчування.

Більшість каш, пюре і соків, а так само сухі сніданки для дітей містять вітамін В2 у вигляді барвника Е101. Виняткова користь барвника Е101 полягає в тому, що завдяки цій харчовій добавці продукти збагачуються вітаміном В2, який вважається незамінним для людини [3].

Література

1. Спиричев В.Б. Теоретические и практические аспекты современной витаминологии.// Укр.біохім. журнал, 2004, т.76, №4, с 32-53.
2. Шнайдман Л.О. Производство витаминов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 443с.
3. Поморцева Н.В. Перспективы получения витаминов и коферментов с помощью микроорганизмов (обзор).// Химико- фармацевтический журнал, 1986, №8, с. 965-974.

34. Використання глюкозно-фруктозного сиропу в косметичці

Вікторія Тиха, Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Надія Антрапцева

Національний університет біоресурсів і природокористування, Київ, Україна

Вступ. Глюкозно-фруктозний сироп — це цукрозамінник, який виробляють з крохмалю шляхом послідовного розщеплення його за допомогою різних ферментів до бажаного вуглеводного складу та декстрозного еквівалента. Саме відсоток вмісту вуглеводів у суміші впливає на функціональні властивості сиропів і на органолептичні та фізико-хімічні властивості кінцевих продуктів відповідно.

Глюкозно-фруктозний сироп виробляють на основі натуральної природної зернової сировини, з якого виділяється крохмальна фракція, що проходить потім стадію ферментного або кислотного оцукрювання. Ферментне оцукрювання крохмалю — це відтворення в промислових масштабах природного процесу, що відбувається при проростанні зерна, в ході якого поживні речовини, у вигляді крохмалю, перетворюються в прості вуглеводи (моносахариди), що володіють високою засвоюваністю і мають поживну цінність [1, 2].

Матеріали та методи. В тезах наведено аналіз літературних джерел стосовно глюкозно-фруктозного сиропу.

Результати. Глюкозно-фруктозні сиропи в цьому випадку є перспективним варіантом, оскільки має безліч переваг [3].

Його перспективно використовувати не лише в харчовій промисловості, а й в косметичній. З додавання глюкозно-фруктозного сиропу покращуються такі властивості косметичного продукту:

- Органолептичні. Змінюється колір — стає більш насиченим. Надає приємного смаку (наприклад в губних помадах) — має приємний солодкий смак; запах — краще виражений, приємний.

- Виступає в ролі консерванта — збільшує тривалість зберігання продукту.

Висновки. Глюкозно-фруктозний сироп досить перспективно використовувати в косметичці, оскільки надає хороші властивості продукту.

Література

1. Дробот, В.І. Глюкозно-фруктозний сироп – перспективний натуральний замінник цукру / В. І. Дробот, Т. А. Сильчук, Л. І. Удворгелі, Ю. В. Бондаренко, А. Б. Таланов // *Хранение и переработка зерна.* – 2006. – № 9 (87). – С. 38–39.
2. Нечаев, А.П. Пищевые добавки / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, А.Н. Зайцев. – М.: Колос, Колос-Пресс, 2002. – 256 с.
3. Супрунчук, В.К. Глюкозно-фруктозний сироп / В.К. Супрунчук, Н.П. Роменский, Л.В. Хорунжая, А.Н. Панчук. – К.: Урожай, 1993. – 112 с.

35. Куркумін – харчова добавка E100 з лікувальними властивостями

Поліна Горкуненко, Вікторія Капко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Прянощі і приправи не просто надають стравам гострий смак, багато з них володіють цілющими властивостями. По своїй хімічній природі, куркуміни — це поліфеноли, які легко розчиняються в спирті та ефірі, але зовсім нерозчинні у воді. Барвник E-100 з коріння куркуми одержують шляхом екстрагування порошку з коріння петролейним ефіром, а після спиртом.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз спектру застосування, вплив на організм людини харчової добавки E-100 - куркуміни.

Результати та обговорення. Куркуміни (харчова добавка E 100) — яскраво-жовті натуральні барвники, що одержуються з рослини куркуми (*Curcuma longa*) Куркумін має цілий ряд лікувальних властивостей — він має протизапальну, антиоксидантну, протипухлинну дію. Протягом останнього тисячоліття куркумін використовувався як ранозагоювальний засіб і як лікарський препарат в індійській і китайській медицині.

Куркуміни у вигляді харчової добавки E 100 використовуються як барвник при виробництві сирів, вершкового масла, гірчиці. Маючи гірко-пекучий смак і злегка камфорний запах, барвник E 100 широко використовується в кондитерській промисловості, при виготовленні лікерів і інших алкогольних напоїв. Куркумін є основним інгредієнтом у приправі Каррі, яка широко розповсюджена в країнах Східної Азії, як пряність, що додається в рис, овочі, тісто, м'ясні й рибні блюда.

Протиракова властивість куркумінів проявляється завдяки їх можливості викликати природну смерть ракових кліток, без впливу на здорові клітини. В 2004-му році були проведені дослідження, які довели, що куркумін перешкоджає нагромадженню бета-амелойдів у мозку людей із хворобою Альцгеймера, і руйнує тромбоцити, що викликаються цією хворобою. Крім цього, куркумін (харчова добавка E 100) відновлює функціональний стан кліток серця. Ці лікувальні властивості куркуміна обумовлені можливістю молекул потрапляти в мембрани кліток різних органів, роблячи їх стійкими до інфекцій. На цьому список корисних властивостей куркуми не вичерпується. Наприклад, при фарингітах і ларингіті куркуму рекомендовано використовувати у вигляді полоскань; свіжий корінь куркуми здатний швидко зупинити кровотечу, а при легеневих кровотечах застосовують куркуму з молоком; аюрведа за допомогою куркуми знімає енергетичні блокування (стан напруженості), тобто очищає енергетичні канали [2].

Від 4 січня 1999 Кабінет міністрів постановив, що куркумін входить до складу харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах [3].

Література

1. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия / Л.А. Сарафанова. – СПб: ГИОРД, 2004. – 808 с.

2.Стевлинская В. Г. Куркума – Полезные свойства / Стевлинская В. Г., 2012.

36. Агар – харчова добавка E406: властивості, застосування

Олесюк Валерія

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Агар – харчова добавка E406 широко використовується у харчовій та косметичній галузі. У виробництві кондитерських виробів: зефіру, пастили, суфле, мармеладу, конфітюру, джемів, начинки для цукерок, морозива. Застосовується у виробництві овочевих і фруктових консервів, освітлених напоїв, пива, м'ясних і рибних консервів. Завдяки низькій калорійності добавка агар, використовується у виробництві діабетичної продукції, жувальної гумки, хлібобулочних виробів, згущеного молока, майонезу. Агар як низькомолекулярна речовина здатна глибоко проникати в шкіру, завдяки цьому він широко застосовується в косметичній галузі. Добавка входить до складу очищувальних кремів, скрабів, ліфтинг-масок і інших засобів по догляду за шкірою.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури стосовно властивостей E406, сфер застосування та вплив на організм людини.

Результати та обговорення. Агар (харчова добавка E406) - жовтуватий порошок, без запаху і смаку, які містять мінеральні солі, воду і 80% полісахаридів. Є високомолекулярним полісахаридом групи галактанів. З'єднуючись з водою, утворює в'язкий колоїдний розчин. Харчова добавка E 406 відноситься до загусників. Це сильний geleутворювач: швидкість і якість желювання в 10 разів перевищує желатин. У холодній воді добавка E406 не розчиняється, для цього потрібна температура 95-100 ° С. Агар є вологиопоглинаючим колоїдом, який добувають з червоно-лілових водоростей сімейства Rhodophyceae. Це полімерна речовина, яке складається з двох видів дисахаридів: чистої агарози і сульфатованих, обробленої метиловим спиртом – агаропектину. В організмі людини Агар не засвоюється, завдяки вмісту грубого волокна у великій кількості з організму виводяться токсини, солі важких металів, шлаки, таким чином, забезпечується ефективне очищення печінки від шкідливих компонентів. Більш того, ця харчова добавка добре справляється з проблемою підвищеного газоутворення в кишечнику, налагоджує кислотність шлункового соку і обволікає стінки шлунка. Було також відзначено позитивний вплив E406 на підвищення імунітету, зниження холестерину в крові і стабілізації рівня глюкози. Більш того, ця харчова добавка в наш організм експортує корисні елементи, такі як магній, залізо, кальцій, калій, йод, марганець, фосфор, цинк. Корисні елементи в свою чергу стимулюють функції щитовидної залози і покращують метаболізм.

Харчова добавка E 406 визнана однією з найбезпечніших. Вона дозволена до застосування у всіх країнах. Обмежень по допустимій добовій нормі немає

Література

1. Гельфман, Н.И. Коллоидная химия/Гельфман Н.И., Ковалевич О.В., Юстратов В.П.- СПб.: Изд-во «Лань», 2004. - 336 с.
2. Пищевая химия. Изд. 4-е, испр. и доп./А.П. Нечаев [и др.]. - СПб.: ГИОРД, 2007. - 640 с.
3. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: Учебник для вузов./Ю.Г. Фролов. - М.: Альянс, 2009. - 464 с.

37. Визначення в продуктах термолізу протонованих фосфатів аніонного складу конденсованих фосфатних кислот

Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Надія Антрапцева, Поліна Філіпова

Національний університет біоресурсів і природокористування, Київ, Україна

Вступ. Загальний вміст вільних фосфатних кислот визначають титруванням їх розчином лугу після екстракції з продуктів термолізу органічними розчинниками. Відомості про умови кількісного визначення їх аніонного складу поодинокі і потребують уточнення.

Матеріали і методи. В якості модельних зразків для дослідження використовували поліфосфатні кислоти з відомим аніонним складом. Екстракцію вільних фосфатних кислот, присутніх у продуктах термолізу протонованих фосфатів, здійснювали осушеним ацетоном. Для визначення умов екстрагування проводили обробку продуктів термолізу ацетоном з наступним аналізом загального вмісту кислот (у перерахунку на P_2O_5). Аніонний склад конденсованих фосфатних кислот визначали методом кількісної хроматографії на папері.

Результати. Аналіз отриманих експериментальних даних свідчить про те, що вільні фосфатні кислоти, присутні в продуктах термолізу, практично повністю переходять в ацетонові витяжки внаслідок трьохкратної обробки зразка.

Для визначення загального вмісту високомолекулярних фосфатних кислот в окремій серії дослідів визначали умови деструкції поліфосфатних аніонів у монофосфатні. Згідно з отриманими даними, нагрівання водного розчину, що містить поліфосфатні кислоти з $n=5$, протягом години призводить до руйнування пента-аніонов до ди-. Повна деструкція зв'язків Р-О-Р відбувається протягом 3 годин.

Хроматографування поліфосфатних кислот здійснювали на холоді (+4, +5 °С), використовуючи як рухому фазу метилетилкетон, обраний експериментальним шляхом. Це дозволяло досягнути кращого розділення окремих форм аніонів. Для визначення вмісту кожної з конденсованих кислот використовували метод «мокрого спалювання» з кількісним аналізом вмісту фосфору в кожній з аніонних форм

Результати визначення аніонного складу фосфатних кислот, що містяться у контрольних зразках (поліфосфатні кислоти відомого складу), наведено в табл.

Таблиця. – Результати аналізу аніонного складу поліфосфатних кислот

Склад контрольного зразка поліфосфатних кислот, P_2O_5 , мас.%		Знайдено за результатами аналізу*	Помилка визначення	
			Відносна, %	Середня квадратична
Загальний вміст,	13,74	13,31	3,13	3,41
у тому числі:				
моно-	4,33	4,26	1,62	0,77
ди-	3,14	3,00	4,46	0,93
три-	2,47	2,41	2,43	0,51
тетра-	3,38	2,27	3,78	0,71
пента-	1,42	1,37	3,52	0,37

* Середнє з п'яти паралельних визначень.

Висновки. Встановлено умови коректного визначення аніонного складу конденсованих фосфатних кислот з кількісною оцінкою кожного з полімерних аніонів.

38. Рентгенографічне дослідження твердого розчину кобальту(II) і магнію фосфатів октагідратів

Ігор Фількін, Надія Антрапцева

Національний університет біоресурсів і природокористування, Київ, Україна

Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У літературі є короткі відомості про те, що індивідуальні середні фосфати кобальту(II) і магнію октагідрати мають подібну структуру. Тим часом, якщо для $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ є відносно повні кристалографічні дані, то для $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ вони обмежуються лише набором основних міжплощинних відстаней і інтенсивностей відповідних рефлексів. Кристалографічні характеристики твердого розчину кобальту(II) і магнію фосфатів октагідратів у літературі відсутні.

Мета даної роботи - визначити кристалографічні дані твердого розчину кобальту(II) і магнію фосфатів октагідратів.

Матеріали і методи. В якості об'єктів дослідження використовували фосфати твердого розчину складу $\text{Co}_{3-x}\text{Mg}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $0 < x \leq 1$, з різним вмістом Co(II) і Mg. Їх одержували взаємодією суміші розчинів нітратів кобальту(II) і магнію, взятих у певному співвідношенні, з розчином Na_2HPO_4 . Рентгенофазовий аналіз виконували, на дифрактометрі ДРОН-4-М (FeK_α), внутрішній стандарт – NaCl. Розрахунок параметрів елементарної комірки здійснювали методом найменших квадратів.

Результати. Згідно з отриманими рентгенографічними даними, фосфати з різним вмістом Co(II) і Mg ($K = \text{Co/Mg}$) можна поділити на три групи. До першої з них належать фосфати, значення K в яких становить $K \geq 2,00$. Ідентифікація їх показала, що вони є індивідуальною кристалічною фазою зі структурою $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ і загальною формулою $\text{Co}_{3-x}\text{Mg}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x \leq 1$). На рентгенограмах фосфатів з $0,007 < K < 2,00$ поряд з фазою структури $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ реєструється незначна кількість кристалічної фази зі структурою $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, про що свідчить наявність на рентгенограмах нових дифракційних відображень з $d = 6,71; 3,16; 3,016; 2,431$ Å. При $K \leq 0,007$ рефлексів структури $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ відсутні.

Фосфати твердого розчину $\text{Co}_{3-x}\text{Mg}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ($0 < x \leq 1$) утворюються внаслідок ізоморфного заміщення частини Co(II) на Mg в кристалічній структурі фосфату-матриці октагідрату складу $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Вони структурно однотипні з індивідуальним фосфатом кобальту(II) і, як $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, кристалізуються в моноклінній сингонії (просторова група $C2/m$).

Прецизійними дослідженнями визначено, що параметри елементарних комірок фосфатів твердого розчину різного катіонного складу перебувають у лінійній залежності від ступеня заміщення кобальту(II) на магній. Це відповідає закону Вегарда і правилу Ретгерса про утворення твердого розчину заміщення.

Таблиця. – Параметри елементарної комірки $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ і твердого розчину на його основі групі (моноклінна сингонія, пр. гр. $C2/m$)

Склад фосфатів	a , Å	b , Å	c , Å	β , град	V , Å ³
$\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	10,061	13,309	4,689	104,97	606,6
$\text{Co}_{2,5}\text{Mg}_{0,5}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	10,070	13,317	4,693	105,00	607,9
$\text{Co}_2\text{Mg}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	10,080	13,344	4,697	105,05	610,1
$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	9,966	27,709	4,648	104,01	1245,3

Висновки. Отримано рентгенометричні характеристики та розраховано параметри елементарної комірки фосфатів складу $\text{Co}_{3-x}\text{Mg}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $0 < x \leq 1$.

39. Determination of the thermal stability of succinic acid on air

Oleksandr Popov, Anastasiia Serhiienko, Igor Fesych, Nataliya Sabadash
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Succinic acid is a food additive E363 and belongs to the class of antioxidants. It is contained in cheese, rye bread, some fruits and berries. Since succinic acid is used in various technological processes associated with different thermal processing of raw materials, in particular in the manufacture of bakery and confectionery products, it is important to study the thermal behavior of the investigated food additive and determine the temperature of its decomposition.

Materials and methods. The object of the study was crystalline succinic acid. The thermogravimetric analysis was carried out on a derivatograph DTG 60H of the Japanese company Shimadzu. The experiment was carried out in aluminum crucibles on air (21% O₂, 78% N₂ by volume) in the temperature range 20 ... 300 °C at a heating rate of 20 °C·min⁻¹. The weight of the succinic acid was ~ 5 mg. The thermograms recorded the temperature changes (T), mass (TGA) and the differential temperature variation curve of the sample (DTA).

Results and discussion. In fig. the thermogram of succinic acid is given at a heating rate of 20 °C·min⁻¹. On the DTA curve it is possible to fix two endo-effects. The first effect observed at a temperature of 192 °C and not related with the loss of sample mass corresponds to the acid melting process. The second endo-effect at 230 °C is associated with mass loss and corresponds to the process of decomposition or destruction of succinic acid. First there is a process of dehydration with the formation of anhydride, which is further transformed into ethylene, CO and CO₂.

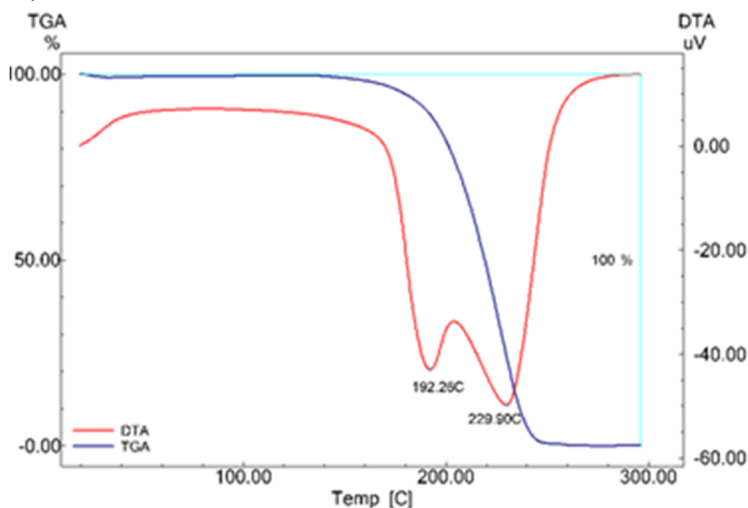


Fig. The succinic acid thermogram at a heating rate of 20 °C · min⁻¹.

Conclusions. According to the results of our research, it was found that acid does not change until reaching 200 °C (there is no chemical transformation); after this temperature there is a decomposition, so it is technologically expedient to use the food additive E363 in the temperature range from room temperature to 200 °C.

Section 17

Energy and resource saving technologies

Chairperson – professor Oleksandr Seriogin

Secretary – Oleksii Osmak

Секція 17

Енерго- і ресурсощадні технології

Професор – професор Олександр Серьогін

Секретар – Олексій Осьмак

1. Аналіз альтернативних джерел електропостачання

Юлія Кучеренко, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проблеми енергозбереження та екології змушують звернути увагу на установки, що використовують поновлювані джерела енергії (вітер, сонце, перепад водних потоків і т.д.).

Матеріали і методи. Актуальність проблеми енергозбереження визначається не тільки прогресуючим збільшенням при видобутку і транспортуванні викопних енергоносіїв, запаси яких не безмежні, а й постійно збільшується енергоспоживанням. Дефіцит енергії і обмеженість паливних ресурсів з наростаючою гостротою визначає необхідність переходу до нетрадиційних, альтернативних джерел енергії (АДЕ).

Основна частина. Важливість переходу до АДЕ визначається:

- згубним впливом на екологію довкілля традиційних енергодобувних технологій;
- здатністю диктувати ціни на паливні ресурси країні, що першою освоїла альтернативну енергетику, знижуючи вартість альтернативної і збільшуючи ціну на традиційну енергію;
- зростанням соціальної напруженості, в зв'язку зі збільшенням чисельності та щільності населення і зростанням онкологічних та інших важких захворювань в районах АЕС, ГРЕС і великих підприємств паливно-енергетичного комплексу.

Однак можливі області застосування альтернативних джерел електроенергії на сьогоднішній день обмежені їх потужністю і ресурсом. У світлі цієї проблеми спостерігається стійка тенденція до розширення децентралізованих (автономних) систем енергопостачання в країнах, де боротьба з втратами енергії і екологічно шкідливими емісіями зведена в ранг державної політики.

Істотний техніко-економічний ефект може бути отриманий шляхом вирішення актуальної наукової проблеми забезпечення електричної енергією споживачів об'єктів автономного енергопостачання.

Однією з найбільш перспективних шляхів вирішення проблеми ефективного енергопостачання автономних об'єктів є використання місцевих нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії.

Поновлювані джерела енергії (ПДЕ) – це джерела на основі постійно діючих або періодичних потоків енергії, що виникають у навколишньому середовищі. Відновлювана енергія присутня у навколишньому середовищі у вигляді енергії, яка не є наслідком цілеспрямованої діяльності людини, і це є її відмінною ознакою.

Для застосування в складі систем енергопостачання автономних об'єктів найбільший практичний інтерес можуть представляти такі поновлювані джерела: пряме сонячне випромінювання; біопаливо; вітер; хвилі; гідроенергія; припливи; геотермоенергія.

Висновки. Більшості поновлюваних джерел притаманний великий недолік – їх енергія не надходить постійно. Працюючі на ній установки повинні мати або акумулятори, або установки – дублери, що працюють на традиційному паливі, або ж електрична мережа повинна мати достатню ємність і маневреність, щоб компенсувати неритмічність роботи.

Доцільно розвивати автономні енергетичні комплекси (АЕК), що включають в свій склад традиційні джерела (наприклад, дизель-електричні установки (ДЕУ), акумулятори) і поновлювані джерела енергії.

2. Автономні системи електропостачання та відновлювані джерела енергії

Кіріл Болібрux, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У всьому світі інтенсивно розвиваються автоматичні системи управління технологічними процесами і виробничими комплексами, електронні системи зв'язку і обробки інформації.

Матеріали і методи. Ціна порушень нормальних режимів роботи, розглянутих споживачів електроенергії, пов'язаних з перервами в електропостачанні, відхиленнями показників якості електроенергії, у зв'язку з аварійними ситуаціями надзвичайно висока. Ефективним засобом для забезпечення надійного і якісного електропостачання споживачів є розробка і впровадження автономних (безперебійних) систем електропостачання (АСЕ), що містять кілька джерел електроенергії, як правило, основну, резервну і аварійну. Крім того, обмежений ресурс органічного палива і негативні екологічні наслідки традиційної енергетики розкривають широкі перспективи для використання в складі АСЕ поновлюваних джерел енергії (ВДЕ).

Основна частина. Нами розглядається один з перспективних напрямків, спрямований на поліпшення експлуатаційно-технічних характеристик АСЕ, за рахунок застосування в їх складі вітроелектричних установок (ВЕУ) і сонячних фотоелектричних установок (СФЕУ) (рисунок 1).

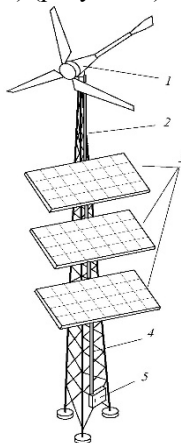


Рисунок 1. Вітро-сонячна електростанція: 1 – вітроагрегат; 2 – щогла; 3 – сонячні батареї; 4 – кабельний канал; 5 – розподільний щит.

Незважаючи на досить високу, в даний час, вартість фотоелектричних батарей, їх використання спільно з ВЕУ може бути ефективним. Оскільки в зимовий час існує великий потенціал вітру, а влітку в ясні дні максимальний ефект можна отримати, використовуючи СФЕУ. Поєднання цих ресурсів для споживачів стає вигідним з економічної точки зору.

Як правило, на початковому етапі в проект майбутньої вітро-сонячної електростанції закладається потужність, на 20 – 30% більше заявленої замовником. Це дозволяє «запасати» електроенергію під час її споживання.

Висновки. Таким чином, запропоновані рішення АСЕ з використанням ВДЕ дозволить поліпшити їх експлуатаційно-технічні характеристики, а також вирішити питання дефіциту енергоресурсів.

3. Вугілля низької якості як сировина для газогенерації

Олексій Бруква, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виробництво висококалорійного, енергетичного і технологічного газу можна здійснити методами газифікації вугілля.

Матеріали і методи. Газифікація – високотемпературний процес взаємодії вуглецю палива з окислювачами, що проводиться з метою отримання суміші горючих газів (H_2 , CO , CH_4).

Основна частина. Сьогодні виявлені наступні ефективні області застосування газифікації твердого палива. Газифікація високо-сірчастого і високо-зольного 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 переробляють 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.

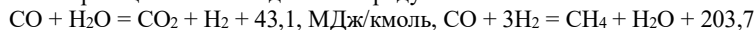
Загальні принципи роботи газогенераторів можна розглянути на прикладі найпростішого шарового газогенератора, який являє собою вертикальну шахту, у верхній частині якої є завантажувальний люк із затвором. У нижній частині газогенератора встановлено колосникові ґрати, через які в шахту подають повітряний 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: $2C + O_2 = 2CO + 218,8$; $C + O_2 = CO_2 + 394,4$.

Діокис вуглецю, що утворюється, відновлюється у відновній зоні новими порціями вуглецю: $CO_2 + C = 2CO - 175,6$, МДж/(кмоль $^{\circ}C$)

Якщо разом з киснем в генератор подають водяну пару, то у відновній зоні протікають реакції: $C + H_2O = CO + H_2 - 132,6$; $C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2 - 89,5$

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: $CH_4 = C + 2H_2 - 71,1$.

Поєднання цих і деяких інших реакцій визначає склад газів, що утворюються по висоті газогенератора. З відновної зони газу виходять з температурою 800-900 $^{\circ}C$. Проходячи через вугілля, що розташоване вище, вони нагрівають його, внаслідок чого протікає процес піролізу. Газу, що виходять з неї, підігрівають і сушать вугілля у верхній зоні – зоні сушки. Дві нижні зони (окислювальна і відновна) складають зону газифікації, а дві верхні – зону підготовки палива.

Алотермічні процеси можна розділити: 1) за способом передачі зовнішнього тепла; 2) за способом отримання алотермічного тепла; 3) автотермічні процеси, в яких спалення палива проводиться на окремому рівні, а не в зоні газифікації.

Висновки. 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.

4. Біопаливо як альтернативне джерело енергії

Владислав Демчук, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У світі і в Україні все частіше і гостріше виникає питання нестачі енергоресурсів. Боротьба за них стає одним з найбільш істотних факторів, що впливають на напрямки розвитку світових відносин і розвиток глобальної політики.

Матеріали і методи. До джерел енергоресурсів відносяться: нафту, газ, вугілля, а також ті природні речовини, які можуть бути використані як джерела для ядерних реакторів. Однак при експлуатації ядерних реакторів серйозно постає питання безпеки і утилізації відпрацьованого палива. Крім того, обмеженість запасів традиційних видів палива та підвищення попиту зумовлюють постійне підвищення їх ціни на світовому ринку.

Основна частина. У зв'язку з цим виникає ціла низка напрямів використання як традиційних, так і нетрадиційних джерел енергії. У високорозвинених країнах намагаються знайти рішення щодо використання водню в якості палива, що представляється досить перспективним, так як енергоємність водню значно перевершує багато видів інших хімічних сполук. Однак водень поки є занадто дорогим паливом.

Іншим цікавим варіантом є видобуток на Місяці гелію-3 з метою його використання в термоядерних реакторах другого покоління.

В обставинах, що склалися на перше місце виходить спосіб отримання енергії за допомогою нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії.

Деякі види палива, нині відносяться до нетрадиційних джерел енергії, відомі досить давно, але в силу різних причин не використовуються. У зв'язку з бурхливим розвитком технологій одним з істотних переваг таких нетрадиційних джерел енергії є тенденція зниження їх ціни, а недавнє підвищення світових цін на нафту і природний газ призвело до чергового сплеску інтересу до розвитку технологій з застосуванням, зокрема, біологічного палива.

Біопаливо досить давно використовувалося для обігріву людини і отримання такої потрібної йому енергії. В основі його лежить біомаса продукт фотосинтезу найпотужнішого на планеті перетворювача сонячної енергії і подальшої різноманітної харчової ланцюжка, основне джерело палив і енергії, включаючи і копалини органічні палива як кінцеві продукти переробки найдавнішої біомаси.

Біопаливом називають продукт переробки біомаси, застосовуваний людиною при отриманні енергії.

У загальному вигляді все біопаливо можна класифікувати наступним чином: первинне деревне паливо (дрова, лісосічні відходи, тріска, енергетичний ліс і т.д.); вторинне деревне паливо (кора, тирса, стружка, гранули, пелети, брикети, деревне вугілля); утилізаційне деревне паливо (відпрацьований луг целюлозного виробництва, паперові і картонні вторсировина); торф; утилізаційне паливо з промислових і побутових відходів (біогаз з різної біомаси, в тому числі від анаеробної очистки побутових і промислових стоків); рідкі види біопалива (біоетанол, дизельне рослинне паливо і т.д.); не деревна біомаса (солома, відходи рослинництва і т.д.).

Висновки. На відміну від країн Західної Європи і Америки у нас не ведеться цілеспрямованих широкомасштабних досліджень у цій області, практично не існує ринку відповідних послуг, законодавчої бази, що стимулює розвиток і виробництво ефективних альтернативних енерготехнологій.

5. Економічні та екологічні аспекти використання геотермальних технологій

Віталій Бабич, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виробництва, підприємства і організації є важливою частиною народного господарства і для підтримки конкурентоспроможної продукції та створення високих технологій, необхідно задуматися про енергоресурсозберігаючі технології.

Матеріали і методи. Народне господарство – це сукупність галузей і сфер економіки країни, взаємопов'язаних суспільним поділом праці. Ефективність народного господарства країни вирішальною мірою залежить не тільки від забезпеченості його сировинними і паливно-енергетичними ресурсами, але і від раціонального їх використання. Створення і широке застосування енергозберігаючих та екологічно чистих технологічних процесів і виробництв є виключно актуальним завданням для всіх галузей промисловості. Основною метою на сьогоднішній день, є зробити акцент на енергоефективність народного господарства, для поліпшення економічних показників розвитку енергетики.

Основна частина. Більшість родовищ палива, поступово вичерпують свої ресурси, і питання про проведення енергозберігаючої політики стає все більш значущим і менш капіталомістким. До екологічно чистих енергозберігаючим джерел енергії відносяться поновлювані джерела. У поняття поновлювані джерела енергії включаються такі форми енергії: сонячна, геотермальна, вітрова, енергія морських хвиль, течій, припливів і океану, енергія біомаси, гідроенергія, низько потенціальна теплова енергія та інші види поновлюваної енергії.

Зупинимося детальніше на двох формах відновлюваної енергії: геотермальній та низько потенціальній.

Ресурси геотермальній енергії поділяються на гідрогеологічні та петрогеотермальні. Перші з них представлені теплоносіями (складають всього 1 % від загальних ресурсів геотермальній енергії) – підземними водами, паром і пароводяними сумішами. Другі – це геотермальна енергія, що міститься в розпечених гірських породах.

Серед можливих джерел низькопотенційної теплової енергії можна виділити наступні: навколишнє повітря, ґрунт поверхневих шарів Землі, водойм і природні водні потоки, вентиляційні викиди будівель і споруд, каналізаційні стоки, скидних тепло технологічних процесів.

Як пристрій переносу теплової енергії від джерела низькопотенційної теплової енергії (з низькою температурою) до споживача (теплоносія з більш високою температурою) використовується тепловий насос.

На сьогоднішній день геотермальний тепловий насос є найбільш ефективною енергозберігаючою системою опалення та кондиціонування. Реальних альтернатив застосування теплових насосів, з можливістю широкого використання в опаленні, гарячому водопостачанні та кондиціонуванні, на сьогоднішній день не існує.

В даний час масштаби використання теплових насосів в світі приголомшують: в Швеції 50% всього опалення забезпечують геотермальні теплові насоси. В Стокгольмі 12% всього опалення забезпечується геотермальними насосами із загальною потужністю 320 МВт. в Швейцарії експлуатуються понад 60000 теплових насосів, що економить 150000 л рідкого палива.

Висновки. Теплові насоси ідеально підходять для низькотемпературних систем опалення (тепла підлога, радіатори, потужність яких перераховується на знижену температуру подачі).

6. Хімічні процеси в поновлюваних джерелах енергії

Олексій Гордон, Олександр Серьогін

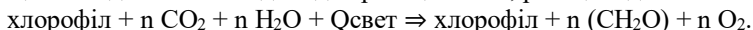
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В даний час знаходять все більше застосування нетрадиційні способи отримання енергії. На відміну від традиційної енергетики, що використовує органічне паливо та забруднює атмосферу викидами і водойми скидами, нетрадиційна енергетика використовує відновлювані джерела енергії і є екологічно чистою і нешкідливою для людини і навколишнього природного середовища.

Матеріали і методи. Найбільший інтерес в дослідженні хімічних процесів представляють наступні способи отримання енергії.

Основна частина. Енергія біомаси. В основі використання лежать процеси фотосинтезу і перетворення біологічної енергії.

Необхідною умовою здійснення фотосинтезу є підведення світлової енергії до рослини, а саме до хлорофілу, який, поглинаючи енергію всього видимого спектру сонячного випромінювання, активізується і передає свою енергію воді. Вода в результаті цього виділяє атом водню для реакції з CO_2 , реакція йде по схемою:



Кисень надходить в атмосферу, і утворюється вуглеводневі з'єднання $n (\text{CH}_2\text{O})$, де n – число атомів вуглецю в з'єднанні, що йде на побудову інших органічних речовин – жирів, білків і вуглеводів, що становлять органічну речовину біомаси. При окисленні біомаси або продуктів її переробки виділяється теплова енергія, еквівалентна поглиненій нею в процесі фотосинтезу світловий енергії.

Джерелами біомаси є міські відходи – тверді і рідкі; відходи сільського і лісового господарства – рослинні залишки, відходи тваринництва, відходи промисловості, ліси, водорості.

Анаеробна ферментація є мікробіологічний процес розкладання складних органічних речовин без доступу повітря. При ферментації відбувається перетворення вуглеводнів (бродиння) і білків (гниття) в біогаз – суміш метану CH_4 (до 60 ... 70%), діоксиду вуглецю CO_2 , азоту N_2 , водню H_2 і кисню O_2 (разом – 0,4 ... 6%), і утворюється стабілізований осад вихідної біомаси. Отриманий біогаз має високу питому теплоту згоряння, рівною 17 ... 21 МДж / м^3 і є висококалорійним, зручним для практичного використання паливом, а стабілізований осад – хорошим органічним добривом.

Воднева енергетика. Серед численних речовин, реакція окислення яких супроводжується виділенням тепла, особливе місце займає водень.

Він задовольняє численним вимогам, що пред'являються до енергоносіїв, оскільки володіє високою питомою теплотою згоряння. Але головна перевага водню полягає в тому, що це екологічно чисте паливо.

Геотермальна енергія. Геотермальною енергією називають теплову енергію земної кори. Геотермальна енергія виробляється за рахунок радіоактивного розпаду ізотопу калію та інших елементів, таких як Na, Li, Mg, Ca, розсіяних в земній корі. Величина мінералізації термальної води залежить від геологічних та гідрологічних умов родовища і лежить в межах від 1 до 6235 г / л.

Висновки. Підводячи підсумки, можна сказати наступне. Нетрадиційна енергетика є екологічно чистішою в порівнянні з традиційною. Виробництво енергії або поєднується з утилізацією відходів інших виробництв, або дає менше шкідливих викидів, або взагалі не супроводжується хімічними процесами.

7. Жом як сировина для гранулювання

Владислав Алюшкін, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день гранулювання широко використовується у цукровій промисловості.

Матеріали і методи. Гранулювання як самостійний процес проводиться з метою одержання напівфабрикатів і готового продукту, виготовлення твердих дозованих форм корму для тварин.

Основна частина. 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.

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.



Рисунок. 1. Гранульований жом

Сухий жом являється висококонцентрованим кормом для худоби. Вага його зменшена у 12-13 разів ніж у свіжого, завдяки чому він більш зручний і транспортабельний. 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 (ніадин) – 0,26, біотин – 0,001, кальцій – 4,7 г, фосфор – 1,2 г, кормова одиниця – 0,85.

Висновки. 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. 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.

8. Области застосування сонячної енергетики

Станіслав Ваулін, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В даний час найбільш актуальною проблемою людства можна вважати питання енергетичного майбутнього країни і світу в цілому.

Матеріали і методи. Енергетика має численні галузі в залежності від основного енергоносія: ядерна, вугільна, газова, гідроенергетика та альтернативна, заснована на використанні нетрадиційних відновлюваних джерел енергії. До альтернативної енергетики можна віднести: вітроенергетику, сонячну, геотермальну і т.д. Якщо порівняти всі галузі з екологічних, економічних критеріїв і показників безпеки, то можна прийти до висновку, що найбільш перспективною з них є сонячна енергетика.

Основна частина. Сонячна енергія, що надходить на територію країни, за три дні перевищує енергію річного виробітку. Крім того, запаси її невичерпні і за критерієм екологічності їй немає рівних.

Вченими підраховано, що невеликого відсотка сонячної енергії досить для забезпечення транспортних, промислових і побутових потреб як в даний час, так і в майбутньому. На енергетичному балансі Землі і стані біосфери це не відіб'ється, незалежно від того, буде ця енергія використана чи ні.

Однак не можна випустити з уваги один значний недолік. Сонячні випромінювання, падаючи на земну поверхню, не мають певного місця концентрації, тому їй необхідно вловити і перетворити в форму енергії, яку було б можливо використовувати для потреб людини. Крім того, щоб підтримати енергопостачання в нічний час доби і похмурі дні, потрібно якимось чином сонячну енергію запасти.

Автомобілі на сонячній енергії. Перший прототип транспортного засобу на сонячних батареях з'явився в 1955 році в Чикаго завдяки Вільяму Коббу.

Мобільна фотоелектрична станція. Мобільна фотоелектрична станція являє собою автономне джерело енергії і може бути використана як в польових умовах, так і для стаціонарного споживання. Хоча, основним призначенням станції служить зарядка акумуляторів.

Портативна система сонячного електроживлення. Дана система призначена переважно для живлення побутової і спеціальної апаратури постійного струму.

Сонячна кухня. Сонячна кухня являє собою побутову геліоустановку, призначену для приготування їжі. Основним елементом є геліоконцентратор, який фокусує сонячні промені на поверхні приймача випромінювання – посуду, в якій готується їжа.

Світильники на сонячних батареях. Сьогодні вже мало кого здивуєш використанням фотоелектричних систем для нічного освітлення вулиць, автострад і інших територій. Ці системи мають автономне електропостачання на базі сонячного модуля, що дозволяє зробити освітлення мало витратним.

Висновки. Потенційні можливості сонячної енергетики надзвичайно великі. Однак існує один головний недолік. Незважаючи на те, що для забезпечення всіх енергетичних потреб світу необхідно і достатньо всього лише 0,0125% всієї кількості енергії Сонця, на жаль, навряд чи коли-небудь ці величезні потенціали вдасться реалізувати у великих масштабах. По-перше, це неможливо з причини низької інтенсивності сонячного випромінювання. По-друге, використання такого великого числа колекторів тягне за собою значні матеріальні витрати. Можливо ситуація зміниться в кращу сторону, якщо вдасться використовувати більш дешеві матеріали для виготовлення колекторів.

9. Переваги і недоліки нетрадиційної енергетики

Ілля Орлов, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нетрадиційна енергетика відповідає отриманню енергії нетрадиційними методами. Найбільше застосування цих методів освоєно серед поновлюваних джерел енергії, до яких належать енергії сонця, вітру, геотермальна енергія, біопаливо, енергії морських хвиль, воднева енергетика.

Матеріали і методи. Широке застосування нетрадиційної енергетики знаходять не в усіх країнах у порівнянні з традиційними методами, проте представляють інтерес з точки зору необмеженого ресурсу енергії.

Основна частина. Сонячна енергія заснована на перетворенні енергії сонця, в результаті якого виходить електрична і теплова енергії.

Для генерації електричної енергії комплектуються сонячні електростанції, основою яких служать сонячні батареї, що виготовляються на основі кристалів кремнію. Найпотужніша сонячна електростанція Топаз, знаходиться в Каліфорнії і є найбільшою сонячною електростанцією в світі з потужністю 550 МВт.

Енергія вітру спеціалізується на перетворенні кінетичної енергії повітряних мас в атмосфері в електричну, механічну, теплову або в будь-яку іншу форму енергії, зручну для використання. Найбільший в світі вітрогенератор – Enercon E-126. Висота вежі – 135 метрів, діаметр ротора – 126 метрів, загальна висота – майже 200 метрів. При хорошому вітрі він виробляє до 7,58 мегават електроенергії.

Геотермальні джерела енергії засновані на використанні теплової енергії надр Землі для виробництва електричної енергії на геотермальних електростанціях або, безпосередньо, для опалення або гарячого водопостачання. Комплекс The Geysers, Каліфорнія (США), що складається з 22-х геотермальних електростанцій, сумарною потужністю 1517 МВт, як і раніше продовжує залишатися найбільшим по використанню геотермальної енергії.

Біопаливо – паливо з рослинної або тваринної сировини, з продуктів життєдіяльності організмів або органічних промислових відходів. Різняться рідке біопаливо для двигунів внутрішнього згоряння, наприклад, етанол, метанол, біодизель, тверде біопаливо – дрова, брикети, паливні гранули, тріска, солома, лузга і газоподібне – синтез-газ, біогаз, водень.

Енергія морських хвиль – це енергія, що переноситься хвилями на поверхні океану. Може використовуватися для здійснення корисної роботи – генерації електроенергії. Енергія хвиль – невичерпне джерело енергії.

Осцилююча водяна колона з повітряною турбіною Уеллса являє собою класичний пророблений вид хвильової електростанції. Станція Agucadoura Wave Farm потужністю 2,24 МВт займає перше місце серед коли-небудь реалізованих.

Воднева енергетика – галузь енергетики, заснована на використанні водню, як засіб для акумулювання, транспортування і споживання енергії. Водень обраний як найбільш поширений елемент на поверхні землі і в космосі.

Висновки. В Україні більшість підприємств створено на основі традиційних джерел енергії, переобладнання або ж створення нових підприємств на основі альтернативних джерел енергії вимагає великих вкладень. Застосування відновлюваної енергії має як великі перспективи так і ризики через те, що джерело цієї енергії має стихійний і непостійний характер, що в свою чергу в разі відсутності підтримки з боку держави, робить альтернативну енергетику не привабливою для інвестування коштів.

10. Вибір математичного апарату для реалізації системи управління енергокомплексами з нетрадиційними поновлюваними джерелами енергії

Руслана Дубиківська, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В даний час зростає попит на автономні енергетичні комплекси (АЕК) з нетрадиційними поновлюваними джерелами енергії (НПДЕ), які є в усьому світі найбільш швидкозростаючим в процентному відношенні видом енергії.

Матеріали і методи. Однак у НПДЕ є ряд недоліків.

1. Висока вартість. Відновлювана енергія в найбільш підходящих умовах виявляється цілком конкурентоспроможною за ціною з енергією від традиційних джерел. 2. Мала щільність енергетичного потоку. Потрібне створення установок, що мають великий перерозподіл по території, що призводить до її відчуження і до збільшення капітальних вкладень. 3. Нестабільність (добова, сезонна, погодна) надходження енергії, і як наслідок, низька надійність забезпечення енергією.

Основна частина. Аналіз практичного використання автономних енергетичних систем показує, що уникнути ситуацій нестачі або надлишку енергії в повній мірі не вдається. Для вирішення цієї проблеми пропонується використовувати управління на операційному рівні з використанням технологій штучного інтелекту.

Мета управління на операційному рівні полягає в автоматичному забезпеченні технологічних вимог працездатності компонентів енергосистеми, зниженні ймовірності ситуацій, пов'язаних як з нестачею енергії для забезпечення споживача, так і з її надлишком. В якості вхідних даних системи управління АЕК з поновлюваними джерелами енергії визначаються ознаки опису стану об'єкта управління: сукупне поточне і прогнозоване значення енергії, що генерується P_E, P_E' ; поточне і прогнозоване значення споживаної енергії E_R, E_R' ; поточне і прогнозоване значення рівня заряду накопичувача E_z, E_z' .

В якості вихідних даних – керуючі дії: заряд / розряд накопичувача ΔE_z ; зміна забезпечення енергією споживача відповідно до ранжування навантаження ΔE_R .

Автономні енергокомплекси з НПДЕ є типовий приклад складної технічної системи. Критерії, що характеризують об'єкт управління стосовно АЕК з НПДЕ як об'єкту управління.

Критерій \ Тип вихідної інформації	Тип вихідної інформації		
	детермінована	стохастична	нечітка
Визначеність входів і виходів	-	-	+
Формалізованість даних	+	+	+
Стаціонарність процесу	+	+	+
Відомості про внутрішні взаємозв'язки	-	+	+
Наявність імовірнісних характеристик	-	+	+
Наявність експертних висновків	-	-	+
Зашумлення інформації	-	-	-

Висновки. Проведений аналіз критеріїв, що характеризують тип невизначеності АЕК з НПДЕ, як об'єкта управління, з використанням зазначеної класифікації, дозволяє зробити висновок про доцільність застосування методики нечіткого управління для створення систем управління АЕК з НПДЕ на операційному рівні.

Section 18

**Power equipment,
heat and power systems
of industry enterprises**

Секція 18

**Енергетичне обладнання,
системи
тепло-електропостачання
промислових підприємств**

18.1.

Industrial power

Chairperson – professor Sergii Vasylenko

Secretary – Roman Gryshchenko

18.1.

Промислова теплоенергетика

Голова – професор Сергій Василенко

Секретар – Роман Грищенко

1. Emissions of Greenhouse Gases at the Ukrainian Thermal Power Plants

Liudmyla Haponych, Andrey Pashko

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. One of trends of the development of world power engineering lies in the prevention of change in climate and decrease in the man-made emission of greenhouse gases. One of the greatest sources of emission of greenhouse gases in Ukraine are thermal power plants (TPP).

Materials and methods. At the Ukrainian TPPs, about 20 % of the total volume of man-made emissions of greenhouse gases is ejected during the last years. Just CO₂ is the main GG that is formed at the burning of organic fuel. The main factors determining huge volumes of CO₂ emission at the Ukrainian TPPs are the volumes of coal consumption and high specific expenditure of fuel [1]. Using the procedure described in [2], we estimated CO₂ emission caused by coal burning at the Ukrainian TPPs in 2017. For these calculations, we used information from the official accounts of TPPs.

Results and discussion. In table 1, we present the generalized results of these calculations. Total emissions formed during the burning of coal at the Ukrainian TPPs in 2017 constituted 44.4 mln t. For comparison, we also give the values of CO₂ emissions at the Ukrainian TPPs in 2014–2016. The gradual decrease in CO₂ emissions at TPPs is connected with the decrease in energy generation during the last 3 years. As is seen in Table 1, the specific CO₂ emission at TPPs is about 1100 g CO₂ per kW-h of supplied electric energy. This correlates with the high values of specific expenditure of fuel per 1 kW-h of generated electric energy, which is observed at the Ukrainian TPPs (see Table 1). Note for comparison that at coal-fired TPPs of Japan, Europe, and America working with supercritical steam parameters (its pressure is 240–260 bar), with established equipment for sulfur and nitrogen purification, this parameter is 860–940 g CO₂/kW-h, whereas for TPPs on ultracritical steam parameters (more than 280 bar), it is 760–840 g CO₂/kW-h [3].

Table 1 – Total CO₂ emissions at Ukrainian TPPs in 2014–2017

Year	Supplied electric energy, kW-h	Total CO ₂ emission, kt	Specific CO ₂ emission, g CO ₂ /kW-h	Specific expenditure of fuel, g e. f./kW-h
2014	62032.7	68114.1	1098.0	397.7
2015	49397.8	54592.9	1105.2	400.8
2016	52726.3	60636.2	1150.0	403.7
2017	40526.1	44896.5	1107.8	402.6

Conclusion. During the last year, high specific emissions of CO₂ are observed at Ukrainian TPPs. Ukrainian power engineers should solve the problem of passage to the trajectory of low-carbon development according to the European environmental legislation and national interests. The strategy of measures for decrease in CO₂ emissions in power generation should lie in the wide introduction of ecologically pure power efficient low-carbon technologies.

References

1. Volchyn I. A. Perspektyvy vprovadzhennia chystykh vuhilnykh tekhnolohii v enerhetyku Ukrainy // I. A. Volchyn, N. I. Dunaievska, L. S. Haponych, M. V. Cherniavskiy, O. I. Topal, Ya. I. Zasiadko. – K.: HNOZIS, – 2013. – 310 s.
2. Volchyn I. A., Haponych L. S. Vykydy dioksydu vuhletsiu na ukraïnskykh vuhilnykh teplovykh lektrostantsiakh// Naukovi pratsi NUKhT. – Tom 24, № 6 – 2018. – S. 131-142.
3. Phillips J. N., Wheelton J. M. Economic Analysis of Advanced Ultra-Supercritical Pulverized Coal Power Plants: A Cost-Effective CO₂ Emission Reduction Option? // Proceedings from the Sixth International Conference «Advances in Materials Technology for Fossil Power Plants». – Santa Fe, New Mexico, USA. – 2010. – P. 53–64.

2. Про оптимальну висоту поперечного круглого ребра

Олексій Альошин, Валентин Петренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Всі теплообмінні апарати, в яких одним із теплоносіїв є повітря, мають оребрену поверхню теплообміну, в якій значна частина металу витрачається на оребрення. Тому задача оптимізації форми оребреної поверхні є актуальною.

Методи досліджень. Дослідження ефективності форми (висоти) ребра на процеси теплоперенесення виконано на основі аналізу розв'язку диференціального рівняння теплопровідності з граничними умовами 3 роду.

Результати і обговорення Розподілення температури в радіальному ребрі постійної товщини та матеріалу, а також умов охолодження конвективним потоком повітря, виконано на основі аналітичного виразу, отриманого в результаті розв'язку модифікованого рівняння Бесселя,

$$r^2 \frac{d^2 \Theta}{dr^2} + r \frac{d\Theta}{dr} - m^2 r^2 \Theta = 0, \quad (1)$$

за граничних умов $r = r_o$, $\Theta = \Theta_o$; $r = r_e$, $\frac{d\Theta}{dr} = 0$, яке збалансовує процеси передавання

тепла в радіальному напрямку молекулярною теплопровідністю та відведення теплоти боковою поверхнею ребра до потоку повітря.

Розв'язок (1) з наведеними граничними умовами дає розподілення температурного напору вздовж ребра у вигляді $\Theta(r) = \Theta_o \frac{I_o(m r) K_1(m r_e) + I_1(m r_e) K_o(m r)}{I_o(m r_o) K_1(m r_e) + I_1(m r_e) K_o(m r_o)}$, а ефективність радіального ребра, як

$$E_p(r_e) = \left[\frac{2 r_o}{m(r_e^2 - r_o^2)} \right] \frac{I_1(m r_e) K_1(m r_o) - I_1(m r_o) K_1(m r_e)}{I_o(m r_o) K_1(m r_e) + I_1(m r_e) K_o(m r_o)}, \quad (2)$$

де I_o, I_1 – модифіковані функції Бесселя 1 роду нульового та першого порядку відповідно; K_o, K_1 – модифіковані функції Бесселя 2 роду нульового та першого

порядку відповідно; $m = \sqrt{\frac{2\alpha}{\lambda \delta}}$, $\Theta = t_p - t_{ox}$.

Оскільки зі збільшенням діаметра ребра поверхня теплообміну зростає, а ефективність падає, і, при цьому, за певних умов, темп падіння ефективності перевищує темп зростання поверхні, існує певна доцільна висота ребра, за межами якої збільшення висоти ребра призводить лише до перевитрати металу

Робота присвячена дослідженню функції $f(r_e) = 2\pi(r_e^2 - r_o^2) E_p(r_e)$, яка пропорційна кількості відведеної теплоти від ребра під час зміни висоти $(r_e - r_o)$, товщини δ , теплопровідності λ та інтенсивності тепловіддачі α до потоку повітря, яке охолоджує поверхню ребра.

Висновки. Асимптотичне значення функції $f(r_e)$ відповідає умові неспроможності радіального ребра нарощувати тепловидатність, а відповідна висота ребра – гранично допустима висота за певної товщини та теплопровідності матеріалу ребра та інтенсивності тепловіддачі на його поверхнях.

3. Kinetic Study of Dehydration Stage of Biomass, Coal and Their Mixtures Thermal Degradation

V. Andrusenko, Y. Zasiadko, S. Vasilenko

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Since the modern technologies of clean coal utilization suggest the co-firing of coal with solid biomass, therefore, the determination of kinetic constants of biomass (or coal-biomass mixtures) demoisturization (as a separate stage of biomass combustion) becomes an important problem. In the present work a new method of approximation has been developed.

Methods and Instrumentation. The experimental data processed as stated above are presented in Fig.1

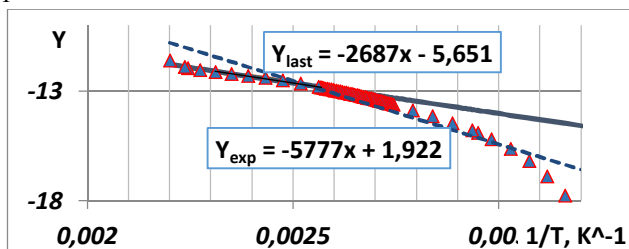


Fig.1. Correlation of experimental data

Results and Discussion. It can be easily seen that when approximated by a single straight line ($Y_{exp} = -5777x + 1,922$) the data more or less align along the line in a central part of a plot, whereas at the low and high temperature regions they tend to deviate, which eventually determines a significant deviation of calculated current values of a sample mass from the experimental ones. The line $Y_{last} = -2687x - 5,651$ approximates the points close to the process ending approximately within the reverse temperatures of $0,0024 \dots 0,0022 \text{ K}^{-1}$. If now imagine a series of tangential lines to the experimental curve, then it becomes clear that the slope of these lines will gradually decrease with the increase of temperature, until reaches the last line $-Y_{last}$. Having differentiated, one obtains an equation for the determination of the slope of the tangent to every point of the Y_{exp} curve, presented in the form. It is easily differentiable, and gives an equation of the MathCad form. The slope of every such derivative will determine the current value of activation energy as a function of temperature. The value of the frequency factor could be derived from the value of the free member of a straight line passing through every point on the curve $Y_{exp}(1/T)$ and having a slope determined by the same equation. Comparison of resultant calculations are given in Fig.2 a and b.

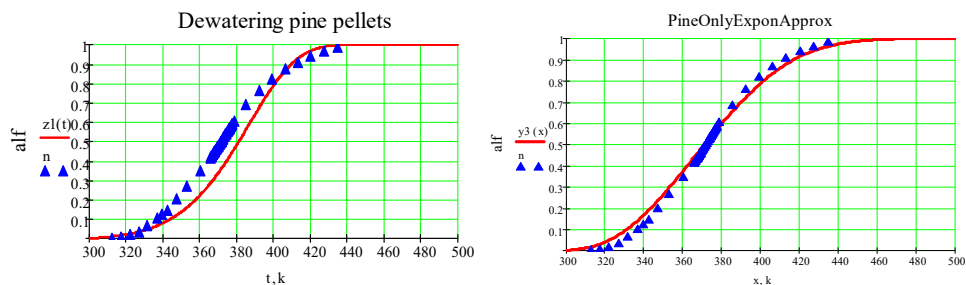


Fig. 2. Degree of conversion change with the temperature growth at constant rate heating, pine pellets

Conclusion: The developed method of the variable kinetic coefficients determination allows for the calculation of the dehydration stage of the thermal degradation process with high accuracy and may be recommended for use in the engineering calculations.

4. Доцільність використання контролерів Arduino у схемах автоматизації холодильних установок

Олександр Голуб, Олексій Пилипенко, Андрій Форсюк, Роман Грищенко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Представлено приклад використання контролера Arduino для створення системи автоматизації та моніторингу нестандартної лабораторно-дослідної холодильної установки.

Матеріали та методи. Виконано ретельний аналіз літературних джерел стосовно функціональних можливостей вільно програмованих контролерів Arduino та проведено співставлення отриманих результатів з стандартними параметричними контролерами, що застосовуються у холодильній техніці. За гідравлічною схемою лабораторно-дослідної установки розроблено детальну розгорнуту схему автоматизації та алгоритми управління установкою в різних режимах її роботи.

Результати та обговорення. До контролерів Arduino можливо підключити давачі практично будь-яких виробників. Проте існує значна кількість власних найрізноманітніших давачів, починаючи від перетворювачів температури (цифрові, аналогові, термопари, безконтактні термометри), відносної вологості (цифрові, аналогові, резистивні), тиску, витрати та закінчуючи газоаналізаторами, оптичними та ультразвуковими вимірювачами відстані.

Для відображення даних використовується як комп'ютер так і місцевий дисплей. До плат Arduino під'єднуються різноманітні типи дисплеїв, як монохромні LCD так і кольорові TFT.

Місцевими елементами управління є кнопки, джойстики, енкодери та сенсорні панелі. Також керування та налаштування контролера можна здійснювати і через смартфон.

Розроблено систему автоматичного управління та реєстрації параметрів роботи лабораторно-дослідного стенду на базі вільнопрограмованого контролеру Arduino Due.

Розглянута одноступенева установка спроектована для охолодження проміжного холодоносія та оснащена кожухотрубним конденсатором і повітряним конденсатором-випарником. Установка працює в трьох режимах: «чиллер рідина-рідина», «чиллер рідина-повітря», «тепловий насос повітря-рідина».

До системи автоматичного керування запропонованої холодильної установки входить наступне обладнання: контролер Arduino Due (1 шт.); цифровий давач температури (10 шт.); цифровий давач відносної вологості та температури (1 шт.); ультразвуковий давач відстані (1 шт.); витратомір (1 шт.); цифровий давач тиску (2 шт.); реле потоку (1 шт.); монохромний LCD дисплей (1 шт.); джойстик (1 шт.); модуль тактової кнопки Robotdyn з світлодіодним підсвічуванням (3 шт.); потенціометр (1 шт.); індикаторні RGB світло діоди (5 шт.); транзисторний модуль (1 шт.); релейний 8-ми каналний модуль (2 шт.).

Загальна ринкова вартість всього комплексу на базі контролера Arduino Due, склала близько 2200 грн., що відповідає середній вартості стандартного параметричного контролера холодильної камери.

Висновок. Контролери Arduino укомплектовані периферійним обладнанням за співвідношенням вартість – функціональність, значно перевищують сучасні параметричні контролери, тому їх доцільно використовувати у промислових установках.

5. Дослідження ефективності роботи твердопаливного котлоагрегата та прогнозування за зміни технічних характеристик палива і температури довкілля

Богдан Герасименко, Софія Макара, Михайло Масліков
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Частка твердого палива у загальному обсязі споживання в Україні складає близько 70 %. Понад 2/3 устаткування ТЕС і ТЕЦ відпрацювало свій ресурс, фізично і морально застаріло. Сучасне енергозабезпечення країни залежить від ефективного використання існуючих твердопаливних котлоагрегатів.

Матеріали і методи. Дослідження і аналіз ефективності роботи твердопаливного котлоагрегата. Методами дослідження є обчислювальний експеримент з використанням розробленої математичної і комп'ютерної моделі.

Результати і обговорення. В середовищі Microsoft Excel розроблена на базі математичної комп'ютерна модель твердопаливного парового котла, за допомогою якої проведено обчислювальний експеримент. Адекватність моделі перевірена співставленням результатів випробування парового котла БКЗ 220 100 Гц з результатами обчислювального експерименту.

Створена модель спрямована на визначення техніко-економічних показників, зокрема, ККД котлоагрегату та витрати палива. Вона дозволяє змодельовати режим роботи котлоагрегата за різних виробничих факторів. Присутня функція внесення поправок до діючого режиму, що спрощує прогнозування роботи котлоагрегату.

Проведено аналіз роботи котлоагрегата на вугіллі різної калорійності, вологості, зольності, за різних температур навколишнього середовища та інших режимних факторів. Досліджена також робота котлоагрегата на вугіллі з «підсвічуванням» природним газом.

Розроблена комп'ютерна модель дозволяє визначати ефективність роботи котлоагрегата за різних режимів роботи, що дає можливість прогнозувати витрату палива і видатки на його закупівлю для забезпечення ним всього періоду експлуатації.

Може використовуватись для навчання робочого персоналу ТЕЦ, у навчальному процесі студентів, для прогнозування ефективності роботи парогенератора та видатків на придбання палив для виробництва в цілому, для розроблення системи оптимального керування робочого процесу парогенератора.

Висновки. Проведено аналіз використання твердопаливних барабанних водотрубних парових котлів у сучасних умовах. Визначено їх технічний потенціал та режими роботи. На базі існуючих методів розрахунку розроблена раціональна комп'ютерна програма для моделювання роботи котлоагрегату. Отримано залежності впливу режимних факторів на ефективність роботи котла.

Література

1. Виноградов-Салтиков В.О., Марценко В.П., Федоров В.Г. (2010), Проблеми теплового балансу парових і водогрійних котлів, Наукові праці НУХТ, №32, ст. 47-48
2. Беднаржевский В.С. Математическое моделирование и компьютерные технологии в задачах проектирования энергетических паровых котлов // «Вычислительные технологии». 2002. Т. 7 № 6. С. 40–51.

6. Кріоскопія молочно-овочевих сумішей для морозива

Наталія Зерніна, Максим Масліков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Кріоскопічна температура сумішей для морозива залежить від їх складу та використаних рецептурних компонентів, що обумовлює необхідність її визначення для розрахунку вмісту зв'язаної води, розроблення рекомендацій до режимів фризирования та зберігання морозива для кожного сорту морозива.

Матеріали і методи. Досліджувались зразки: пюре буряка, пюре броколі, комбінованого овочевого пюре (суміш пюре буряка та пюре броколі у співвідношенні 1/1), суміші для молочного морозива; сумішей для молочно-овочевого морозива зі вмістом овочевого пюре 10%, 15%, 20%. Використано метод визначення кріоскопічних температур з кривих заморожування [1]. Для побудови кривих заморожування використано установку та методику вимірювання та реєстрації температур на базі термопар, розроблену на кафедрі ТЕХТ НУХТ [2].

Результати і обговорення. Кріоскопічні температури досліджуваних зразків наведені у табл. 1.

Таблиця 1.

Зразок	Кріоскопічна температура, °С
Молочне морозиво	-3,25
Пюре броколі	-0,69
Пюре буряк	-1,37
Овочеve пюре (буряк - броколі 1/1)	-1,27
Суміші для молочно-овочевого морозива зі вмістом овочевого пюре:	
10%	-3,07
15%	-3,06
20%	-2,55

Вищі кріоскопічні температури овочевого пюре можна пояснити його великим вологовмістом, тоді як молочне морозиво має високий вміст розчинених речовин, зокрема цукру. Зростання вмісту овочевого пюре у суміші призводить до деякого підвищення її кріоскопічної температури.

Висновки. Визначені дані дають змогу розрахувати вміст у новостворених сумішах для морозива зв'язаної води та підібрати оптимальні режими холодильного оброблення

Література

1. Поліщук Г.Є., Мартич В.В., Масліков М.М. Дослідження кріоскопічної температури сумішей морозива різного хімічного складу // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.Г. Ґжицького.- 2013, т.16.- №2.- ч.4.- с. 91-97.

2. G. Polischuk, M.Maslikov Unit for food's temperature control during their refrigerating // Ukrainian Journal of Food Science.- 2013, vol. 1.- Issue 3, pp. 194-198.

7. Дослідження умов заморожування м'ясної продукції у штабелі при нерівномірному обтіканні повітрям

Сергій Фесюн, Ярослав Засядько, Алла Францішко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Проведені дослідження умов заморожування м'ясної продукції

Матеріали та методи. На сьогоднішній день відсутні методики розрахунку нестационарного теплообміну від тіл, що охолоджуються. У цих умовах найбільш перспективним є застосування методів 3-вимірного моделювання камер заморозки, включаючи моделювання аеродинаміку та теплообмін до повітряних потоків у камерах, що моделюються. Пакет прикладних програм ANSYS CFX надає виключні можливості у цьому сенсі.

Результати та обговорення. Моделювання проводилося на кафедрі теплоенергетики та холодильної техніки ННІТІ ім. Академіка Гулогі І.С. НУХТ за допомогою ліцензованого пакету ANSYS CFX 15. Ставилася задача розробити модель охолодження одиночного кейджа при різних режимах його обтікання. Щодо фізконстант продукту у кейджі прийнято, що матеріал паралелепіпеда, що моделює кейдж є однорідним і має теплоємність та теплопровідність відповідно до значень для мяса птиці за: THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF PROCESSED MEAT AND POULTRY PRODUCTS. Food Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, 3600. Для вирішення задачі охолодження вантажів у кейджах було створено два домени – один тверде тіло (продукти). Другий домен – власне повітряний простір, яких охоплює перший домен і сполучається із ним через тепловий контакт зовнішньої поверхні кейджів. При цьому програма сама визначає умови аеродинамічної та теплової взаємодії між доменами. Моделювання нестационарного процесу охолодження дозволило отримати розподіл температури у центральному поперечному перерізі кейджа при охолодженні через двогодинні проміжки часу (рис. 1). Як видно, має місце значна нерівномірність темпу охолодження, що викликане суттєвою нерівномірністю обтікання даного кейджа. Так. Через 6 годин охолодження на лівій бічній грані кейджа температура впала на 65 K, а на протилежній – ледве на 40 K.

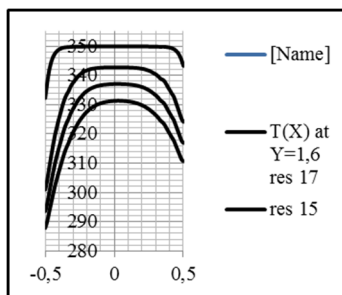


Рис.1. Криві розподілу температури у поперечному перерізі кейджа через двогодинні інтервали охолодження.

Висновок. Виконане моделювання свідчить про широкі можливості застосування даного метода для оптимального проектування камер шоквої заморозки м'ясної продукції та прогнозування часу холодильної обробки продукції.

8. Моделювання розподілу повітря у камерах шокової заморозки

Олександр Потапський, Ярослав Засядько, Алла Францішко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Технологія шокового заморожування є найкращим засобом для того, щоб якнайдовше зберегти продукти.

Матеріали та методи. На сьогоднішній день, нажаль, відсутні методики та методологія розрахунку затоплених струменів повітря, що обтікають вантажі, більше того, відсутні методики розрахунку нестационарного теплообміну від тіл, що охолоджуються. Переважно питання проектування повітророзподілу у камерах шокової заморозки вирішуються на базі певного досвіду проектування та шляхом застосування емпіричних співвідношень, які, як правило, мають суто обмежені можливості застосування. У цих умовах найбільш перспективним є застосування методів 3-вимірного моделювання камер заморозки, включаючи моделювання аеродинаміку та тепломін до повітряних потоків у камерах, що моделюються. Пакет прикладних програм ANSYS CFX надає виключні можливості у цьому сенсі

Результати та обговорення. Пакет ANSYS CFX власне формує середовище, у якому є можливість сформувати геометричний об'єкт, тобто камеру, що моделюється, включаючи вантажі у кейджах, повітроохолодники, тощо. Позитивним є той факт, що геометрична модель проектується у масштабі 1:1, що, у свою чергу, дозволяє адекватно відобразити усі локальні аеродинамічні параметри, включаючи масштаби турбулентності та параметри пристінних шарів без їхнього масштабування. Вбудовані у ANSYS CFX програми генераторів сіток дозволяють згенерувати розрахункові сітки будь-якої складності та тонини відображення об'єкта (підпрограми Workbench та ICEFM). Згенерована сітка передається у блок препроцесора ANSYS CFX, у якому, власне і відбувається програмування індивідуальної моделі. Тут задаються початкові та граничні умови, включаючи початкову температури вантажів, температуру охолодженого повітря, граничні умови на стінках, стелі та підлозі камер, що дозволяє максимально урахувати індивідуальні особливості конкретного проекту. Тут також можна увести параметри, які дозволять провести варіативні розрахунки для вибору оптимальних конструкцій повітроохолодників, а саме: - швидкість та крутку потоку повітря, його початкову температуру, геометрію повітроохолодника стельового типу, тощо. Особливо сприятливою є можливість детально проаналізувати та визначити оптимальну конструкцію, параметри та геометрію повітророзподільного пристрою, яке б забезпечило найвищу інтенсивність теплообміну між повітрям та продуктом, що заморожується.

Висновок. Виконане моделювання дозволяє визначити найбільш прийнятну конструкцію повітроохолодників, запровадити додаткові повітророзподільні пристрої, а також оптимально розмістити продукти у камері з метою максимального зменшення тривалості циклу.

9. Ефективність використання різних схем холодильних установок, що працюють на R744 на території України

Костянтин Тимофєєв, Андрій Форсюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. За останні кілька десятиліть синтетичні холодоагенти, такі як ХФУ та ГХФУ, втратили своє значення та перестали використовуватися через санкції, накладені Монреальським та Кіотським протоколами. Постійна екологічна стурбованість та обмежуючі реформи, пов'язані з глобальним потеплінням від використання ГФУ сполук, спричинили відродження систем охолодження на основі вуглекислого газу та інших екологічно безпечних речовин.

Разом з сучасними компонентами та системними рішеннями, R744 знову використовується і буде впроваджуватись для охолодження в майбутньому. Пояснюється це тим, що діоксид вуглецю має високі екологічні і енергетичні показники та показники безпеки. Для переходу до використання екологічно безпечних холодоагентів в Україні існують усі необхідні умови починаючи з кліматичних умов, закінчуючи забезпеченістю обладнання та відповідними холодильними агентами.

Матеріали і методи. Переваги та недоліки використання CO₂ у якості холодильного агенту, питання забезпеченості ринку необхідними компонентами системи, вивчення аспектів безпечного використання та стандартизації, перелік актуальних у світі галузей використання кліматичного обладнання з CO₂ досліджувалися описовим, системним методом, методом аналізу і синтезу, методом узагальнення. Калькуляцію собівартості одиниці виробленого холоду для різних систем холодопостачання здійснювалась з допомогою статистичного, математичного, порівняльного методів, аналізу і синтезу, методу якісного і кількісного аналізу.

Результати. Проведено аналітичний огляд літературних публікацій з питань переходу до використання CO₂, специфіки та проблематики впровадження даної технології як в Україні, так і у світі в цілому, виконано розрахунок техніко-економічних параметрів холодильної системи магазину роздрібної торгівлі для різних холодильних агентів, порівняно з показниками для R744. На рис. 1. зображено середні значення COP для кожної з досліджених систем та відсоток покращення/зниження ефективності роботи порівняно до існуючої установки на R507.

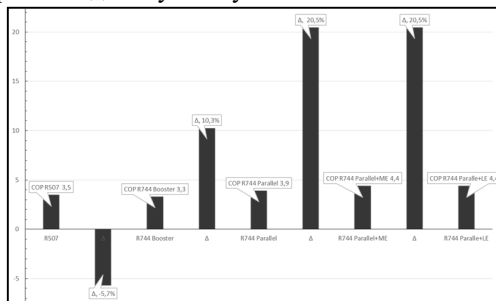


Рис.1. Ефективність використання різних систем R744 порівняно до класичної на R507.

Висновки. Одержані результати показують перспективність використання вуглекислоти в торгівельних холодильних установках на території України.

10. Енергоефективні рішення для систем вентиляції та кондиціонування повітря продуктових мінімаркетів

Сергій Фесюн, Марія Мирошник, Володимир Павліченко, Олександр Давиденко,
Олександр Рябчук

*Національний університет харчових технологій
BMSERVICE PLUS DISTRIBUTION*

Вступ. Представлено проект системи вентиляції та кондиціонування повітря з використанням вентиляційного обладнання Vents та контролерів Carel.

Матеріали та методи. Виконано ретельний аналіз існуючого вентиляційного обладнання, обладнання для управління системами вентиляції та кондиціонування, проведено порівняння можливих варіантів реалізації системи підтримки заданих параметрів повітря в приміщенні. За технічним завданням розроблений проект системи вентиляції та кондиціонування повітря в приміщенні.

Результати та обговорення.

З розвитком нових технологій відкривається можливість створювати сучасні енергоефективні проекти систем вентиляції та кондиціонування, які працюють в автоматичному режимі, підключені до системи моніторингу, параметри роботи установки відображаються та програмуються з будь-якої точки планети (за умови доступу до мережі інтернет).



Рис.1. Основне обладнання, що використовується

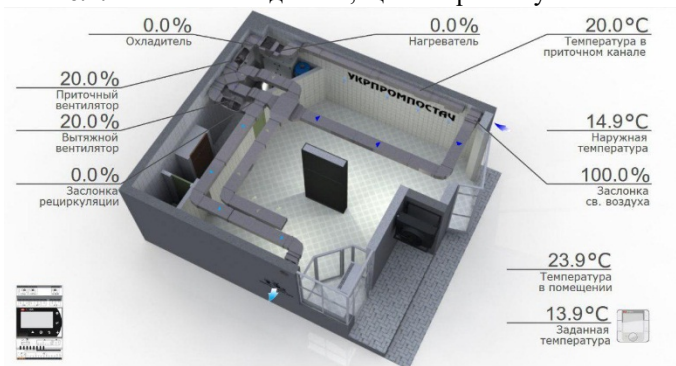


Рис.3. Мнемосхема системи вентиляції та кондиціонування.

Розроблено проект системи вентиляції та кондиціонування повітря з використанням енергозберігаючих каналних установок X-VENT та контролерів Carel.

Висновок. Вентиляційне обладнання українського виробника Vents у поєднанні з італійськими контролерами Carel дає змогу створювати енергоефективні системи з можливістю підтримки необхідних параметрів повітря в приміщенні, контролю та зміни їх на об'єкті та дистанційно.

11. Сучасні системи моніторингу холодильного обладнання

Олександр Потапський, Марія Мирошник, Володимир Павліченко, Дмитро Тараров, Олександр Рябчук

*Національний університет харчових технологій
BMSERVICE PLUS DISTRIBUTION*

Вступ. Одним із головних критеріїв якості роботи холодильного обладнання є підтримка заданої температури в певному діапазоні. З введенням системи НАССР (ХАССП) на підприємство постає питання не тільки в підтримці заданої температури з певним відхиленням, а й у постійному контролі та запису історії. З даною задачею як найкраще справляються системи віддаленого моніторингу холодильного обладнання.

Матеріали та методи. Виконано аналіз існуючих систем моніторингу холодильного обладнання, проведено порівняння різних варіантів реалізації даних системи. За технічним завданням розроблений проект моніторингу холодильного обладнання на базі системи диспетчеризації «Boss» від «Carel».

Результати та обговорення. Зі збільшенням кількості одиниць холодильного обладнання та підвищенням вимог щодо контролю та запису історії роботи обладнання стають актуальнішими системи віддаленого моніторингу. Основними задачами яких є не тільки запис та контроль параметрів, а й попередження можливих аварійних ситуацій з встановленим холодильним обладнанням. Дане програмне забезпечення дає можливість з інтервалом 20 с опитувати кожен контролер, зчитувати та записувати його параметри, датчики температури та тиску, параметри роботи компресорів, ЕС-вентиляторів, повітроохолоджувачів, та іншого обладнання, що підключене до системи моніторингу. Система диспетчеризації «Boss» від «Carel» дає можливість створювати та переглядати графіки роботи обладнання, де можна чітко відслідковувати стан обладнання, зміни його роботи в часі, температурні режими та аварійні ситуації, що дозволяє за необхідності своєчасно скоректувати необхідний параметр роботи, щоб не допустити аварійну ситуацію чи вийти з неї. Величезною перевагою даної системи є те, що відслідковувати та вносити зміни можна віддалено, навіть з мобільного телефону не виїжджаючи на об'єкт.



Рис.1. Приклад реалізації системи диспетчеризації, мнемосхема об'єкта

Висновок. Система диспетчеризації «Boss» від «Carel» дає можливість контролювати роботу холодильного обладнання, сповіщає про аварійні ситуації, записує історію, та передбачає віддалену зміну параметрів його роботи.

12. Енергоефективних об'єкти – «розумні» магазини

Віктор Тільний, Марія Мирошник, Володимир Павліченко, Валентина Бондаренко
Олександр Рябчук

*Національний університет харчових технологій
BMSERVICE PLUS DISTRIBUTION*

Вступ. З ростом глобального потепління та зростанням чисельності, людство почало всерйоз задумуватись про зменшення енергоспоживання, викидів в атмосферу та інших необдуманих дій що спричиняють шкоду навколишньому середовищу. Це в свою чергу спонукає виробників обладнання, технічних фахівців до створення енергоефективного обладнання та цілих систем, що дозволяють економити енергоресурси та бережливо ставитись до навколишнього середовища.

Матеріали та методи. Виконано аналіз існуючих BMS-систем, проведено порівняння різних варіантів реалізації даних систем. Розроблений проект енергоефективного об'єкта – “розумного” магазину на базі контролерів Carel.

Результати та обговорення. Контролер рChrono дає можливість керувати різними споживачами на об'єкті в залежності від періоду доби, пори року, чи специфічної, заданої умови, наприклад святкового дня; контролювати витрату енергоносіїв, що дозволяє створювати енергоефективні об'єкти з мінімальною кількістю спожитих ресурсів для досягнення заданих параметрів.



Рис.1. Приклад схеми підключення споживачів

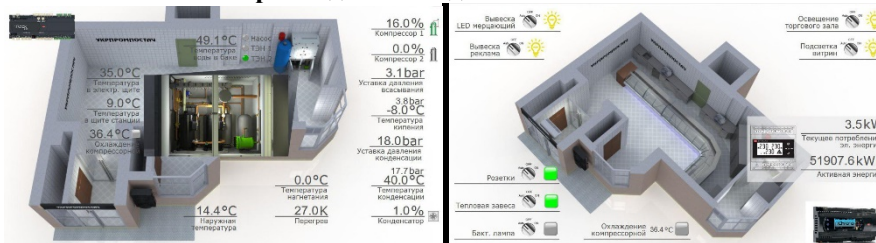


Рис.2. Мнемосхеми об'єктів з реалізованими системами

Висновок. Дані технічні рішення дозволили створити ряд об'єктів, де об'єднані системи холодозабезпечення, вентиляції та кондиціонування, опалення приміщення за рахунок теплоти рекуперації від холодильного обладнання, контролю та управління енергоресурсами, станом мікроклімату приміщення та роботою встановленого обладнання, можливістю дистанційного контролю та зміни параметрів

13. Вплив параметрів гострої та відпрацьованої пари турбоустановки на економічну ефективність виробництва цукру.

Богдан Сослюк, Віталій Філоненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасних умовах ціноутворення на паливо та електричну енергію набуває актуальності вирішення проблеми зменшення питомої ваги покупної (від РЕМ) електричної енергії в структурі собівартості цукру на цукрових заводах, що мають досконалі системи тепло споживання.

Матеріали та методи. Результати енерго-технологічних аудитів ТЕЦ цукрових заводів.

- Теплоенергетичні баланси комплексу «ТЕЦ-Цукрозавод».
- Енергетичні рівняння турбоустановок з протитиском.
- Рівняння Флюгеля-Стодоли для витрати пари на парові турбіни.

Результати та обговорення. Сформовано метод визначення експлуатаційної та номінальної електричної та теплової потужності турбоагрегату, що гарантує формування економічно ефективної системи енергопостачання цукрового заводу, яка враховує наступні фактори:

Питоме тепло-споживання заводу – $\underline{q}_{\text{техн}}^{3\text{-ду}}$. Експл. Діапазон: 130 – 210 (220) Мкал/(т буряку);

Питоме споживання електроенергії заводу – $\underline{e}_{\text{техн}}^{3\text{-ду}}$. Експл. діапазон: 22 – 36 кВт·год/(т буряку);

Параметри гострої пари в ТЕЦ – $p_o; t_o; i_o$.

Параметри відпрацьованої пари парової турбіни – p_n .

Питому витрату гострої пари на вироблення електричної енергії в турбоагрегаті – $\underline{d}_o^{\text{ТА}}$, Експл. діапазон: 6,2 – 11,2 кг/(кВт·год).

Показник взаємозв'язку – $\underline{q}_{\text{гран}}^{\text{MIN}}$ між трьома параметрами – $q_{\text{техн}}^{ц/з}, e_{\text{техн}}^{ц/з}, d_o^{\text{ТА}}$. Експл. діапазон: 100 – 230 Мкал/т буряку.

Показник взаємозв'язку – $\underline{e}_{\text{гран}}^{\text{MAX}}$ між трьома параметрами – $q_{\text{техн}}^{ц/з}, e_{\text{техн}}^{ц/з}, d_o^{\text{ТА}}$, Експл. діапазон: 18,5 – 53 кВт·год/(т буряку);

Ринкову ціну палива.

Собівартість електроенергії власного вироблення.

Закупівельну ціну електроенергії від РЕМ.

Ціну продажу електроенергії власного вироблення в РЕМ.

Висновок. Методика апробована на трьох цукрозаводах України і може бути рекомендована службам енергоменеджменту цукрових заводів для фінансової оптимізації виробництва.

14. Ентропійний аналіз сушильних установок

Ярошевський Ілля, Стрельченко Владислав, Сергій Самійленко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Згідно з сучасними уявленнями про механізми енергетичних перетворень ефективність довільної теплотехнологічної системи визначається мірою досконалості процесів, що в ній реалізуються.

Матеріали і методи. Аналіз енергетичної ефективності сушильних установок (СУ) як складних теплотехнологічних систем буде науково обґрунтованим лише у разі застосування в ньому фундаментальних термодинамічних характеристик, за допомогою яких можна коректно та об'єктивно визначити необоротність реальних процесів.

У розроблених методиках застосовано класичну характеристику необоротності – зростання ентропії (ΔS_{irrev}), а критерії термодинамічної ефективності сформульовані у межах змісту другого закону термодинаміки.

Результати. Для аналізу енергетичної ефективності сушильних установок різної топології розроблено ентропійний коефіцієнт термодинамічної досконалості сушильної установки:

$$\eta_S^{CY} = \frac{\Delta S_{irrev}^{min}}{\sum \Delta S_{irrev}^{CY}}, \quad (1)$$

де ΔS_{irrev}^{min} і $\sum \Delta S_{irrev}^{CY}$ – відповідно мінімальне і реальне (дійсне) зростання ентропії у СУ, Вт/К.

ΔS_{irrev}^{min} визначається із умови мінімальної необоротності енергетичних перетворень, якій відповідає необоротна взаємодія з навколишнім середовищем енергії, яка затрачається у процесі сушіння на утворення сухої насиченої пари:

$$\Delta S_{irrev}^{min} = S_0 - S''_n + \frac{H''_n - H_0}{T_0}, \quad (2)$$

де H''_n , S''_n – відповідно потокова ентальпія та ентропія сухої насиченої пари за її реального парціального тиску; H_0 , S_0 – відповідно потокова ентальпія та ентропія води за параметрів навколишнього середовища.

$\sum \Delta S_{irrev}^{CY}$ розраховується із синтетичного чи аналітичного ентропійних балансів сушильної установки.

Висновки. Розроблена комплексна методика аналізу енергетичної ефективності сушильних установок на основі ентропійного методу забезпечує термодинамічно коректну характеристику систем різної топології у межах єдиного системного науково обґрунтованого підходу.

15. Моделювання теплоперенесення в каналах під час перехідного режиму течії методом чергованості (затухання) турбулентності

Алекс Мартиросян, Сергій Василенко, Володимир Бондар
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для описання процесів перенесення під час перехідного режиму течії рідини доцільно використовувати закони затухання, що визначають стійкість відповідних процесів, в даному випадку процесу турбулентного перенесення.

Матеріали та методи. Під час моделювання теплоперенесення за вимушеного однонаправленого руху рідини в каналах аналізуватимемо в моделі, що базується на методі аналогії, який включає поняття коефіцієнтів турбулентного перенесення. В основу аналізу турбулентного перенесення в потоці в каналі з використанням поняття чергування покладено гіпотезу шляху змішування Л. Прандтля.

Результати та обговорення. Течію в каналі можна розглядати як течію в зімкнутому примежовому шарі. В перехідному режимі по всій товщині примежового шару турбулентність носить почерговий характер, причому коефіцієнт чергування змінюється по всій товщині примежового шару. З цієї точки зору коефіцієнт чергованості є зручною характеристикою для описання процесів перенесення в турбулентних та перехідних течіях. Так, на поверхні поділу рідина-стінка, де турбулентні пульсації повністю гасяться (пригнічуються) твердою поверхнею, ламінарний режим існує у всіх точках поверхні, тому коефіцієнт чергування, очевидно, дорівнює 0. Із збільшенням відстані від міжфазової поверхні в глибину течії стабілізуючий вплив твердої поверхні слабшає, тому коефіцієнт чергування починає зростати та досягає значення 1 в ядрі потоку в каналі розвинутого турбулентного руху. Міру стійкості турбулентної течії задаватимемо рівнянням «принципу рухомої термодинамічної рівноваги Ле Шательє-Брауна» (різновидом якого є рівняння затухання або ж релаксації. Достовірність припущень, що приймалися під час формулюванні моделі затухання (пригнічення) турбулентності перевірили, порівнюючи отриманий вираз з однофазовою моделлю розвинутої турбулентної течії в модифікації Ван-Дріста. Аналіз засвідчив, що запропонована модель адекватно описує процеси перенесення в потоках рідини в каналах під час розвинутого турбулентного режиму течії. Наступне важливе питання – побудова моделі перенесення в потоках під час перехідного між ламінарним та турбулентним режимом руху рідини в каналах, що базувалась би на запропонованому принципі затухання турбулентності. Якщо попередньо при аналізі процесів перенесення в розвинутому турбулентному потоці ми вводили поняття чергування турбулентності в перерізі каналу, то для перехідного режиму вводилось поняття чергування турбулентності як функцію режимних характеристик течії.

Висновок. Таким чином, розроблена модель затухання турбулентності дозволяє адекватно описати процеси перенесення в течіях в каналах, як за розвинутого турбулентного руху рідини, так і за перехідного між ламінарним та розвиненим турбулентним режимом руху рідини.

16. Удосконалення системи технічного водопостачання теплоелектроцентралі (ТЕЦ)

М. Терепенко, В. Павелко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні енергетичні комплекси, зокрема теплоелектроцентралі (ТЕЦ), характеризуються значним споживанням енергоносіїв у різних видах (паливо, вода, повітря), а також значним використанням водних ресурсів для технологічних потреб.

Матеріали та методи. Розроблені технічні рішення, запропоновані матеріали і методи щодо удосконалення конструкції баштової протитечійної градирні, а також передбачений комплекс заходів щодо підвищення ефективності роботи градирні в умовах експлуатації її на ТЕЦ при різних режимах роботи.

Результати та обговорення. В таблиці наведені дані щодо технічної характеристики градирні і представлені деякі результати до і після модернізації її за запропонованим варіантом.

Таблиця 1. Технічна характеристика градирні до і після модернізації її

Параметр	Од. виміру	До модернізації	Після модернізації
Продуктивність	м ³ /год	28·10 ³	28·10 ³
Густина зрошення	м ³ /(м ² ·год)	8,75	8,75
Температурний перепад	°С	10	12,5
Теплове навантаження	Гкал/год	280	350
Питоме теплове навантаження	Мкал/(м ² ·год)	87,5	109,38
Величина крапельного виносу	%	0,02	0,01
Глибина води у водозбірному басейні	м	1,75	1,75
Висота витяжної башти	м	82	82
Висота повітровхідних вікон	м	5	5
Висота зрошувача	м	2,5	0,9
Змочувана поверхня	тис.м ²	440	460
Діаметр вхідних трубопроводів	мм	1600	1600
Діаметр отвору розбризкуючи сопел	мм	24	22
Кількість сопел	шт.	3780	4251

Висновки.

1. Запропонований варіант модернізації градирні ТЕЦ суттєво підвищує енергоефективність цього основного елемента системи технічного водопостачання енергетичного комплексу.

2. Практичне значення отриманих результатів дослідження роботи модернізованої градирні полягає у можливості впровадження цього проекту в системах технічного водопостачання ТЕЦ блочного типу.

Література.

1. Пономаренко В.С. О реконструкции вентиляторных градирен // Химическая промышленность. М.: - 1996.-№7.-С. 45-52.

17. Дослідження впливу зміни режимних параметрів котла на їх роботу

А. Руденко, Ю. Поржезінський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Котли ТЕЦ цукрових заводів, як правило працюють на газі та мазуті. Це котли типу ГМ 35 М, ГМ 50-1, БКЗ-75-39 ГМА. В процесі експлуатації умови роботи котла часто відрізняються від розрахункових, змінюється навантаження, якість палива, коефіцієнт надлишку повітря, може змінюватись температура живильної води, тому експлуатаційному персоналу необхідно знати вплив цих змін на економічність роботи котла з метою зменшення витрат палива.

Матеріали та методи. Проведені аналітичні дослідження роботи парових котлів на газі та мазуті за допомогою розроблених теплових розрахунків на ЕОМ згідно нормативного метода.

Результати та обговорення. Основна втрата теплоти в котлі з відхідними газами q_2 %, яку можливо змінювати в процесі експлуатації і яка залежить від кількості димових газів і їх температури.

Зміна навантаження. Дослідження проведені при оптимальному режимі роботи котла в межах 70-100% . При менших навантаженнях падає температура в топці котла, що викликає зростання витрат теплоти від хімічної неповноти згорання. Адіабатична температура мало змінюється і продуктивність забезпечується підвищенням конвективної складової, збільшується кількість газів, температура газів на виході із топки, ентальпія газів по тракту і відповідно q_2 .

Зміна повітряного режиму. Розглядається зміна коефіцієнта надлишку повітря a_T від 1,1 до 1,3. При збільшенні a_T збільшуються об'єми продуктів згорання, температура газів на виході із топки зменшується, але ентальпія газів по тракту зростає, що приводить до збільшення температури відхідних газів і витрат q_2 .

Зміна якості палива при роботі котла на мазуті. Розглядається вплив зміни вологості в діапазоні 3-10%. При злив'ї мазута із цистерн, особливо взимку, збільшується витрата пари на розігрів мазуту, що приводить до підвищення вологості і зниження теплоти згорання. Витрата палива збільшується, зростає об'єм димових газів, їх температура на виході із котла.

Зміна температури живильної води. Зменшення температури живильної води від 100 °С до 140 °С за умов стабільності інших параметрів приводить до зменшення об'єму димових газів, що сприяє зниженню температури газів на виході із топки. Але корисна різниця температур на економайзері знижується і теплосприйняття його падає, що викликає, в залежності від поверхні нагріву, підвищення температури відхідних газів.

Висновок. 1. При зміні навантаження від 75% до 100% для котлів працюючих на газі температура відхідних газів зростає на 19-10% і витрата палива збільшується на 1,1-1,2%.

2. Збільшення температури живильної води на 10 °С приводить до зниження ККД котла на 0,1-0,23% але витрата палива знижується на 1,25%.

3. Зростання вологості мазуту на 1% викликає збільшення витрати палива на 1,07-1,15%.

4. Збільшення коефіцієнта надлишку повітря на 0,1 викликає зростання витрати палива на 0,76% при спалюванні газу і на 1,32% при спалюванні мазуту.

5. Результати дослідження корисно використовувати при експлуатації котлів ТЕЦ для економії палива.

18. Використання вторинних енергоресурсів у холодильних системах

Задніпряний Андрій, Засядько Ярослав

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Широко застосування холодильного обладнання, є декілька контурів, один з яких, теплий, скидає теплоту у навколишнє середовище, яку можна ефективно утилізувати.

Матеріали та методи. Термодинамічні схеми холодильних установок, аналіз .

Результати та обговорення. Аналізується декілька схем для порівняння їх ефективності. Види економії паливо-енергетичних ресурсів реалізується в двох напрямках: 1 – за рахунок удосконалення технологічних процесів та апаратів та шляхом підвищення ККД та зменшення використання енергетичних джерел. 2 – за рахунок утилізації вторинно енергетичних ресурсів, які виникають у великих об'ємах виробництв, шляхом їх використання можливе зменшення використання паливо-енергетичних джерел близько 30-35%. Теплова енергія - «побічний продукт» холодильної технології. На кожний кіловат витраченої електричної енергії виробляється від 2 до 6 кіловат тепла. Тому утилізація надлишкової теплоти холодильних машини – один із найбільш раціональних способів енергозбереження в холодильній машині.

Таблиця впливу температур конденсації та переохолодження на характеристики середньо- та низькотемпературного обладнання.

Температура конденсації, °C	Величина переохолодження, K	Крива робочого часу		Холодопродуктивність системи, кВт		Енергоспоживання компресорів, кВт		Тепло перегрітого газу та холодоагенту, кВт		Тепло переохолодження рідкого холодоагенту, кВт	
		СТ C	НТ C	СТC	НТС	СТ C	НТ C	СТ C	НТ C	СТ C	НТ C
Максимальний експлуатаційний режим											
50	1	1,0	1,0	100	34	58,8	38,2	162	70	2	1
Напіврічний експлуатаційний режим (температура повітря навколишнього середовища менше середньорічної), м. Харків, +7°C											
50	35	0,3	0,6	30	20,4	11	13,3	29,7	37,1	11	8,5
25	10			30	20,4	7,5	9,8	34,7	41,2	2,8	2,2
25	1			30	20,4	8,3	10,9	31,9	38,3	6,4	0,5

- Продуктивність вказана при умовах плавного регулювання продуктивності компресорів

Висновок. Використання надлишкового тепла холодильної установки дає позитивний ефект як для устаткування, збільшення ресурсу, ефективності, так і заощадження коштів. Необхідно враховувати зміни параметрів установки і визначення доцільності використання додаткового устаткування у кожному окремому випадку.

19. Змішана конвекція у вертикальних каналах дослідної секції, акумулятора теплової енергії

Роман Грищенко, Андрій Форсюк, Сергій Василенко, Олексій Пилипенко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наявні на даний час методики розрахунку та підбору акумуляторів холоду з накопиченням льоду на теплообмінній поверхні не дають можливості адекватно визначити показники енергоефективності процесу генерації льоду та його плавлення.

Матеріали та методи. Проведено порівняльний аналіз результатів експериментального дослідження з наявними рекомендаціями розрахунку інтенсивності теплообміну в обмеженому об'ємі.

Результати та обговорення. Наявні на даний час методики розрахунку та підбору акумуляторів холоду з накопиченням льоду на теплообмінній поверхні не дають можливості адекватно визначити показники енергоефективності процесу накопичення льоду та його плавлення. Це обумовлено тим, що більшість залежностей заснована лише на балансових співвідношеннях між масою накопиченого льоду та кількістю тепла, яку необхідно відвести від «крижаної» води. При цьому не враховується зв'язок температурних параметрів процесу з динамікою льодоутворення і танення льоду, що призводить до неможливості визначити реальну мінімальну досяжну т-ру «крижаної» води, оскільки невідома інтенсивність вивільнення «холоду» в результаті танення льоду. Як наслідок, складно і у більшості випадків неможливо, визначити час і швидкість танення льоду певної товщини для заданих режимних параметрів, що, в свою чергу, ускладнює розрахунок максимальної кількості холоду для «пікового» споживання. Проведений порівняльний аналіз результатів експериментального дослідження засвідчив, що існуючі залежності для розрахунку теплообміну під час вільної, вимушеної ламінарної та змішаної конвекції не дозволяють однозначно описати результати наших експериментальних досліджень [1]. До того ж, відхилення розрахованих значень інтенсивності теплообміну від дослідних значень мають якісно різний характер. Якщо ж врахувати, що дослідні дані нижчі від розрахованих за залежностями для вимушеної течії та, в той же час, систематично переважають розраховані за існуючими залежностями для вільної та змішаної конвекції в великому та обмеженому об'ємах, то можна зробити висновок, що режим течії рідини в півках в діапазоні зміни параметрів, що мали місце в досліді, є перехідним від вимушеного ламінарного до змішаної конвекції.

Висновок. Оскільки рекомендації з розрахунку інтенсивності теплообміну за такого режиму течії рідини в обмеженому об'ємі на сьогодні відсутні, постає необхідність розроблення відповідної моделі теплоперенесення, що базувалась би на адекватних уявленнях про його механізм.

Література.

1. Василенко С. М. Тепломасообмін / С. М. Василенко, Українець А.І., Олішевський В.В. – Київ: НУХТ, 2004. – 250 с. – (Міністерство освіти і науки України).

20. Розроблення калориметра для дослідження зв'язаної вологи в неоднорідних матеріалах

Тетяна Роман, Михайло Іванченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Сергій Іванов

Інститут технічної теплофізики, Київ, Україна

Вступ. Співвідношення вільної та зв'язаної вологи є одним з важливих факторів, який необхідно враховувати при виборі параметрів зберігання готової продукції та оптимізації витрати палива на процеси сушіння сировини.

Матеріали і методи. Одним з найбільш доцільних шляхів отримання кількісної інформації про стан води в матеріалі є метод ДСК. Згідно даного методу, зразок досліджуваного матеріалу розміщується в одному з тиглів диференціального калориметра, після чого температура тиглів знижується до криогенних значень.

Результати. Для розробленням та створенням приладів ДСК необхідно врахувати: широкий температурний діапазон, наявність двох однакових тримачів зразка в зоні проведення дослідів та малий об'єм тримача зразка. Два однакових тримачі зразка необхідні для реалізації диференціального методу вимірювання. В одному тиглі розміщується зразок, а другий залишається пустим, що дозволяє зменшити похибку та вводити поправку на теплоємність самого тигля. Широкий температурний діапазон та малий об'єм тигля пояснюється областю застосування калориметрів: дослідження чистих однорідних речовин (метали, розчини, полімери, тощо). Малий об'єм комірок дозволяє підвищити швидкість вимірювальної системи та збільшити точність вимірювання, проте втрачається можливість коректно досліджувати зразки неоднорідних за структурою матеріалів.

Теплова частина калориметра представляє собою циліндр з високотеплопровідного матеріалу. Зовнішня поверхня циліндра має спіральні канавки, які призначені для циркуляції рідинно-газової азотної суміші. Подача азоту відбувається через штуцери в нижній частині циліндру за допомогою автоматичної системи циркуляції безпосередньо з посудини Дюара. Зовні канавки закриваються циліндричним кільцем з електронагрівником, що перетворює канавки в закриті канали, та дозволяє регулювати температуру всього циліндру. Теплофізичні та геометричні параметри циліндра повинні забезпечувати рівномірне температурне поле в трьох комірках, які вмонтовані у вигляді циліндричних отворів в центрі циліндра. Кожна комірка приладу обладнана кришкою та циліндричним сенсором теплового потоку, який охоплює комірку вздовж стінок. До переваг представленої конструкції можна віднести підвищення швидкості та порівняння даних з еталоном протягом кожного дослідів внаслідок використання трьох комірок, широкий діапазон досліджуваних матеріалів внаслідок конфігурації тримача зразка, можливість повної автоматизації процесу вимірювання та мінімізація впливу оператора.

Висновки. Представлено концепцію нового калориметра, а також принцип дії та опрацювання даних. Перспектива використання калориметра як складової системи глибокого аналізу стану рідини в неоднорідних матеріалах матиме широке застосування у харчовій, хімічній та фармацевтиці промисловостях.

18.2.

Electricity industry

Chairperson – professor S.M. Baliuta

Secretary – I. Ye. Isvolenskyi

18.2.

Електропостачання промислових підприємств

Голова – професор С.М. Балюта

Секретар – старший викладач І.Є. Изволенський

1. Компенсація реактивної потужності з урахуванням показників якості електричної енергії

Сергій Балюта, Людмила Копилова, Дмитро Колос
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Промислові підприємства споживають активну і реактивну потужність (РП). Компенсація РП забезпечує зниження технологічних витрат електроенергії, витрат на обладнання і покращення якості напруги у вузлах мережі, зниження.

Матеріали і методи. Розроблені критерії, способи, алгоритми і методи, спрямовані на підвищення ефективності компенсації РП на промислових підприємствах з урахуванням показників якості електричної енергії. Для вирішення поставлених завдань використовувалися методи економічного, кореляційного і спектрального аналізу, а так само комп'ютерного моделювання.

Результати. Встановлено, що основна маса споживачів РМ на промислових підприємствах знаходиться в мережах до 1000 В (до 90%). Результати розрахунків підтвердили доцільність повної компенсації реактивної потужності в мережах до 1000 В промислових підприємств при будь-якій потужності цехових трансформаторів. На діючих підприємствах СД вигідно використовувати для компенсації реактивної потужності, якщо їх частота обертання більше 1000 об. / хв. і потужність більше 1000 кВт. На промисловому підприємстві, що проектується, оптимальним варіантом компенсації реактивної потужності є застосування в мережах 6 (10) кВ конденсаторних батарей.

Досліджений вплив специфічних електроприймачів (дугові печі, прокатні стани, електрозварювальні установки, перетворювачі струму і частоти, газорозрядні джерела світла, комп'ютерна техніка) на вибір джерел реактивної потужності. Аналіз спектральних характеристик дугової печі показав наявність в спектрі інтергармонік, вони проявляються в діапазоні від 0 до 15 Гц і викликані коливаннями струмів дуги. Аналіз спектральних характеристик зварювальних установок показує, що частота інтергармонік лежить в межах від 0,1 до 5 Гц, а основна енергія спектра зосереджена в діапазоні від 0,2 до 2 Гц. Завдання компенсації реактивної потужності треба вирішувати в комплексі із завданням підвищення якості електроенергії. З точки зору максимального зниження потоків РМ і усунення вищих гармонік фільтри доцільно встановлювати біля джерел вищих гармонік. Для скорочення кількості резонансних фільтрів пропонується застосовувати широкосмугові фільтри. Це особливо актуально при великій потужності КБ і наявності інтергармонік.

Висновки. На промислових підприємствах зі специфічними електроприймачами для компенсації РП необхідно застосовувати пристрої, які в комплексі вирішують проблему компенсації РМ і підвищення якості електроенергії.

Література

1. Рогальський Б. С. Компенсація реактивної потужності. Методи розрахунку, способи та технічні засоби управління : Навч. посіб. для студ. Ч. 1; Вінниц. держ. техн. ун-т. - Вінниця, 2002. - 119 с.
2. Маліновський А. А., Хохулін Б. К. Основи електроенергетики та електропостачання. Підручник. Друге видання, перероблене і доповнене. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 436 с

2. Електромагнітна сумісність споживачів електричної енергії промислового підприємства

Сергій Балюта, Людмила Копилова, Володимир Кравченко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проблема забезпечення якості електроенергії (ЯЕ) та електромагнітної сумісності (ЕМС) на промислових підприємствах є актуальною у зв'язку із застосуванням напівпровідникових перетворювачів різноманітних технологічних електроприводів.

Матеріали і методи. Представлені методи компенсації впливу вищих гармонік на електрообладнання, заснованих на основі оцінки часткового внеску вищих гармонік від джерел і приймачів електроенергії. Для розробки використані методи теорії електричних ланцюгів, теорії систем електропостачання, математичне і комп'ютерне моделювання.

Результати. Виявлені залежності зміни вищих гармонік струму системи від параметрів фільтрокомпенсуючої пристрою (ФКП), підключеного в електричну мережу підприємства, однозначно вказують на наявність вищих гармонік або з боку нелінійного навантаження, або з боку системи і дозволяють визначити місце розташування джерела вищих гармонік, що вносить найбільші спотворення в напругу живлення підприємства відносно точки вимірювання.

В електричній мережі промислового підприємства виявлення джерела вищих гармонік ґрунтується на залежностях величини сумарного коефіцієнта гармонійних складових напруги у вторинній обмотці живильного трансформатора від значення його коефіцієнта трансформації (k_T), а частка внесених спотворень або з боку живлення, або з боку навантаження визначається значенням похідною зазначеної залежності за коефіцієнтом трансформації.

На основі отриманих результатів був розроблений метод по визначенню джерела нелінійних спотворень на об'єктах з безперервним технологічним процесом:

- на основі розрахунку схеми заміщення визначається залежність зміни кута нахилу функції K_{U2} при сукупній зміні джерел вищих гармонік як з боку навантаження, так і з боку мережі живлення;
- в результаті активного експерименту обчислюються похідні зміни K_{U2} по k_T для кожної із ступенів зміни коефіцієнта трансформації;
- на підставі отриманого експериментально коефіцієнта і функції його зміни при різному співвідношенні джерел, отриманої розрахунковим шляхом виробляється обчислення співвідношення вкладу джерела і споживача в загальні спотворення.

Висновки. Розроблено метод виявлення джерел вищих гармонік. Метод дозволяє при відключених джерелах реактивної потужності визначити місце розташування основного джерела спотворень і вибрати параметри фільтрів і координати їх підключення.

Література

1. Рогальський Б. С. Компенсація реактивної потужності. Методи розрахунку, способи та технічні засоби управління : Навч. посіб. для студ. Ч. 1; Вінниц. держ. техн. ун-т. - Вінниця, 2002. - 119 с.
2. Маліновський А. А., Хохулін Б. К. Основи електроенергетики та електропостачання. Підручник. Друге видання, перероблене і доповнене. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 436 с

3. Енергозбереження за допомогою електричного освітлення

Людмила Копилова, Сергій Балюта, Василь Йовбак, Руслан Матура
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Приблизно 10% промислового споживання електроенергії витрачається на освітлення приміщень. Із застосуванням систем керування, прогресивних систем освітлення і технологій можна значно знизити витрати на системи освітлення.

Матеріали і методи. Проведений аналіз структури систем електричного освітлення промислових підприємств. Розглянуто особливості світлових приладів як приймачів електроенергії, їх основні характеристики і вплив на надійність і ефективність роботи освітлювальних установок. Проаналізовані системи керування електричним освітленням

Результати. Встановлено, що по активній потужності найбільш чутливі до зміни напруги газорозрядні лампи високого тиску типу ДРЛ. Кращі показники по споживанню активної потужності мають компактні люмінесцентні лампи і металогалогенні лампи типу ДРІ. Найбільш широкий діапазон споживання реактивної потужності при зміні величини підведеної напруги мають світлові прилади з лампами типу ДРІ та компенсованими ПРА. Світильники з лампами типу ДРІ і ДНаТ (в разі використання компенсованого ПРА) також істотно змінюють величину споживаної реактивної потужності при відхиленні напруги від номінального значення. Для підвищення ефективності роботи електричних мереж слід знижувати рівень гармонійних складових струму і напруги, що генеруються світловими приладами з газорозрядними лампами. Для зниження струму вищих гармонік і підвищення коефіцієнта потужності газорозрядних ламп доцільно застосовувати його коректори, що входять до складу ЕПРА.

Впровадження світлових приладів на основі світлодіодів дозволить підвищити якість напруги в освітлювальних установках. Найпростішим способом зниження рівня вищих гармонік струму, що генеруються нелінійними навантаженнями в зовнішню мережу, є послідовне включення лінійних дроселів

Застосування світлодіодних джерел світла в системі житлово-комунального господарства та на виробничих об'єктах, навіть при існуючій вартості світлодіодів, є економічно та екологічно доцільним порівняно з іншими джерелами світла.

Висновки. Застосування систем керування дозволяє забезпечити ефективність електричного освітлення шляхом автоматичної підтримки заданого рівня освітленості, зонального відключення освітлення, використання сучасної освітлювальної арматури.

Література

1. Курінний Е.Г. Енергетичні співвідношення в електричних мережах з енергозберігальними лампами / Е.Г. Курінний, В.Г. Ленко // Технічна електродинаміка. – Тематичний випуск: Проблеми сучасної електротехніки. – 2006. – Ч. 2. – С. 46-49.
2. Козловская, В. Б. Электрическое освещение: учебник / В.Б. Козловская, В.Н. Радкевич, В.Н. Сацукевич. – Минск: Техноперспектива, 2011 – 543 с.
3. Козловская, В.Б. Перспективы применения источников света на основе светодиодов / Козловская В.Б. [и др.] // Энергоэффективность. – 2009. – №5. – с. 16 – 18.

4. Thermal compensation of wire sag for power lines up to 110 kV.

Volodymyr Romaniuk, Volodymyr Shesterenko
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Compensation of wire sag on overhead power line wires allows to optimize construction of power lines.

Materials and methods. Graph theory, principles of theory of automatic regulation, physical and mathematical process modeling.

Results of discussion. Increasing the length of the power lines or reducing the height of the towers while maintaining the existing estimated spans can significantly reduce the cost of building materials, linear fittings, isolation during the construction of power lines. Such devices by the authors were called thermal compensators of power line arcs of sagging. The active thermal compensation of the sag can be achieved with the help of force elements, which are fastened to the wire and act on it. Making devices with negative temperature extensions for a certain temperature range became possible after the discovery of the unique property of some alloys "to memorize the shape". Most vividly this property is manifested in the alloy of nickel with titanium - nitinol. The alloy is heated to change its structure to a high-temperature modification and in this state it is given a certain shape. Then the alloy smoothed out below the critical temperature and passed to another, low temperature phase. This process resembles thermoelastic transformation.

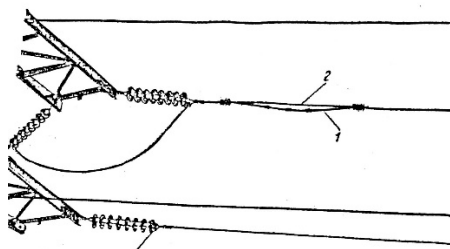


Fig.1. Thermal compensator installed on power line with voltage class 110 kV.
Here 1 – thermal compensator, 2 – power line wire.

With increase of air temperature, the length of a wire increases. When the ambient temperature reaches the temperature of the start of the reverse martensitic transformation of the thermal compensator, it begins to change its length and pull the wire. Lowering the temperature to the point of direct martensitic transformation causes deformation of the thermal compensator. The tension along the wire in the temperature range from the beginning of the direct martensitic transformation to its end is changing. With a further decrease in temperature, the thermal compensator does not participate in the work of the wire, and the tension varies according to the natural characteristic. The main requirement for the work of the thermal compensator with the shape memory effect (SME): the length of the section of the wire, parallel to which the thermal compensator attaches, shall be equal to the length of the thermal compensator in the unloaded state, increased by the magnitude of the maximum permissible deformation of the compensator in the plane parallel to the wire, and the magnitude of the maximum possible deformation of the thermal compensator must be equal to the absolute elongation of the wire in the given temperature range.

Conclusion. The results of these studies can be applied for power lines up to 110 kV. It can be implemented on power lines with any type of towers.

5. Thermal compensation of wire sag on power lines up to 750 kV

Volodymyr Romaniuk, Volodymyr Shesterenko
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Compensation of overhead power line wires sag with voltages up to 750 kV allows to reduce negative influence of electromagnetic field of power line on living organisms in the environment.

Materials and methods. Physical and mathematical modeling were used.

Results of discussion. The value of the temperature extension of the wires Δl , which needs to be compensated is always known. Therefore working stroke of thermal compensator is also known and it also equals Δl . Since the maximum allowable elongation of the material with shape memory effect (SME) - ε , then the length of the thermal compensator:

$$l_k = \frac{100 \cdot \Delta l}{\varepsilon}.$$

Second main requirement of the work of the thermal compensator is the identity of the force generated by the thermal compensator P_k , and the tension T_{np} along the power line wire, $P_k = F_k \sigma_k$, where F_k - cross-sectional area of the thermal compensator;

σ_k - the maximum force generated by the thermal compensator per unit area of the cross section.

After calculating the area of the cross-section of the thermal compensator F_k , it is possible to determine the mass of the thermal compensator. In case if $P_k < T_{np}$, the thermal compensator will not be able to provide compensation for the extension of the wire, the working stroke of the thermal compensator will be less than Δl .

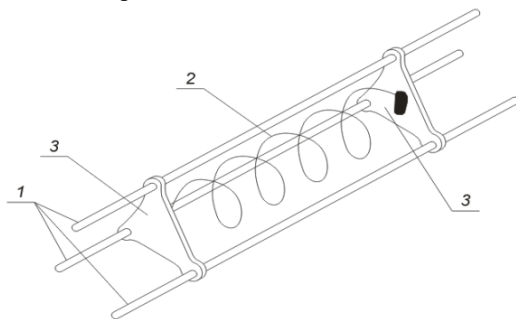


Fig.1. Installing the thermal compensator on power line up to 750 kV:

1 - three wires of one phase. The force element in form of a spring 2 made of the material with SME is attached to two plates 3.

When the thermal compensator is triggered, the spring 1 is compressing and at the same time pulling the wires and compensating the wires sag. With the coaxial placement of wires 3 and thermal compensator 2, the force element of the material with SME can be used both for stretching (compressing) and for twisting the wire in the span. Simultaneous action of twisting and stretching wires creates optimal conditions for removing ice deposits from the wires.

Conclusion. The results should be used in electric networks of all consumers.

6. Basic principles of attachment an active thermal compensation device to working power line

Volodymyr Romaniuk, Volodymyr Shesterenko
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Method and device for attachment a thermal compensating device made from shape memory alloy (SMA) to working power line were reviewed.

Materials and methods. Graph theory and principles of theory of automatic regulation.

Results of discussion. Taking into account that there is a reverse dependence between temperature extension of power line wires and tension in the wires, the compensation of wire sag can be accomplished by increasing the tension in the wires at maximum temperature. Thermal compensation of wire sag is performed with the help of force elements, which are fastened to the wire and act on it. Using the unique properties of material with shape memory effect (SME), it is possible to have a zero or negative temperature extension of power line wire with an increase in temperature. Due to the fact that the material with SME - nitinol has a significant impact strength, a high endurance limit, is easy to bend, dampens vibration, does not corrode even in seawater, does not oxidize when heated to a temperature of 880 °K, is not cracking under stress and is non-magnetic, it is possible to manufacture from this material a power element in the form of a thread of length 1-8 m and to attach it parallel to the segment of the wire in each span.

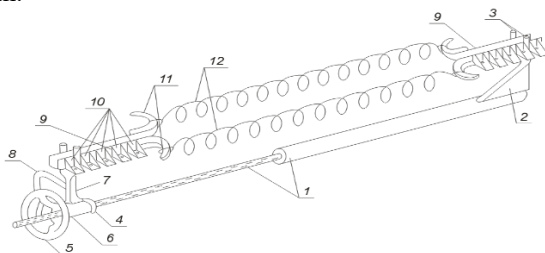


Fig.1. Mounting device with thermal compensator installed.

The device consists of a rod 1, on one side it has a thread, on the other - a mounted bracket 2 with a fork 3. On the threaded side there is a bushing 4 with an internal thread and a flywheel 5. On the bushing there is a joint 6 with a bracket 7 and a fork. From the side of coupling 6 and bracket 7 handle 8 is placed. Forks planes are perpendicular to the rod 1. Forks have semi-circular enclosures 9 (for spring nodes fastening). To the lateral walls of the enclosures brackets 10 with holes, located symmetrically to the axis of the enclosure are attached. The enclosure, from the one side, has brackets 11, to which the power elements of the thermal compensator 12 are attached. The distance between the teeth of the forks is equal to the width of the housing 9, and the thickness of the teeth of the forks is equal to the distance between the side brackets 10. The simplification of the installation of thermal compensators on the wires of power lines is achieved by the fact that the thermal compensating device is preheated to the end temperature of the reverse martensitic transformation, the wire is pulled up by the value of its absolute temperature extension in the given temperature range independently of the environment temperature, and the thermal compensator is fastened to the wire loop, which emerged in the process of installation.

Conclusion. The results should be used in electric networks of all consumers of electric energy.

7. Дослідження математичних моделей, що характеризують роботу провода ЛЕП з термокомпенсатором стріли провисання провода

Олег Машенко, Володимир Шестеренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Компенсація температурних стріл провисання проводів повітряних ліній електропередачі (ЛЕП) дозволяє суттєво підвищити надійність роботи і оптимізувати будівельну частину ЛЕП.

Матеріали та методи. Використовувались положення теорії автоматичного регулювання, фізичне та математичне моделювання процесів роботи провода ЛЕП спільно з термокомпенсатором.

Результати обговорення. Якщо термокомпенсатор суттєво не впливає на провід, математична модель стану провода

$$\sigma - \frac{\nu^2 E l^2}{24 \sigma^2} = \sigma - \frac{\nu^2 E l^2}{24 \sigma_0^2} - \alpha E (t - t_0)$$

де ν_0 - питоме навантаження провода в початковому стані; t_0 - температура в початковому стані; σ_0 - напруга в нижній точці в початковому стані; E - модуль пружності; α - температурний коефіцієнт лінійного подовження матеріалу провода; l - довжина прольоту; ν, σ, t - питоме навантаження, напруга, і температура в кінцевому стані.

Коли спрацьовує термокомпенсатор, збільшується тяжіння в проводі і зменшується стріла провисання. Математична модель стану провода

$$\sigma - \frac{\nu^2 E l^2}{24 \sigma^2} = \sigma_0 - \frac{\nu_0^2 E l^2}{24 \sigma_0^2} - \alpha E (t - t_0) - \frac{l \alpha_k E}{l} (t - A_s)$$

де α_k - температурний коефіцієнт подовження термокомпенсатора.

При зниженні температури термокомпенсатор втрачає свої пружні властивості, під дією тяжіння в проводі подовжується. Математична модель стану провода для даного діапазону

$$\sigma - \frac{\nu^2 l^2 E}{24 \sigma^2} = \sigma_0 - \frac{\nu^2 E l^2}{24 \sigma_0^2} - \alpha E (t - t_0) - \frac{l \alpha_k E}{l} (t - M_s)$$

Оскільки термокомпенсатор з'єднує два прольоти провода, зусилля яке він сприймає, обмежується тільки горизонтальною складовою тяжіння по проводу, що дозволяє суттєво знизити витрати матеріалів на термокомпенсатор. Крім того, таке кріплення термокомпенсатора завдяки гнучкому зв'язку двох сусідніх прольотів провода надає можливість вплинути на вібрацію проводів. При цьому енергія коливання провода в одному прольоті передається в сусідні прольоти та підсумовується там з енергією коливань цих прольотів. Передача енергії здійснюється через гнучкий термокомпенсатор, амплітуда, частота та фаза коливань змінюються і підсумовування таких коливань призводить до їх ослаблення. Таким чином, демпфіруюча дія термокомпенсаторів аналогічна дії віброгасіїв. При голольоті до термокомпенсатора можна підключити додаткове джерело енергії, що знаходиться в пересувній лабораторії. Швидке нагрівання термокомпенсатора генерує коливання провода ЛЕП.

Висновки. Результати даних досліджень можуть бути застосовані для всіх ЛЕП напругою 35... 220 кВ.

.8 Модернізація системи електропостачання підприємства шляхом використання можливостей створення малої системи розподілу електроенергії

Андрій Поткалюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Згідно Закону України «Про ринок електричної енергії» для промислових підприємств, у яких є власні електричні мережі, від яких живляться промислові та побутові споживачі, є можливість розглянути питання створення малої (замкнутої) системи розподілу (МСР). Реалізація такого проекту дозволяє суб'єктам господарювання розглядати розподіл та постачання електричної енергії як окремі бізнес процеси в їх діяльності.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження в даній роботі є спеціальний завод приладобудування, електричні мережі якого виступають як система розподілу для інших споживачів електричної енергії (суб'єктів господарювання та населення). Предметом дослідження є методи та заходи реалізації проекту створення МСР, у тому числі створення системи моніторингу споживання електроенергії всіма суб'єктами господарювання та населенням, а також використання сучасних технологій щодо створення об'єктів генерації в межах МСР.

Результати та обговорення. За результатами дослідження вимог нормативних документів щодо створення МСР було сформовано загальний план проведення відповідних робіт на спеціальному заводі приладобудування. Визначено пріоритетні заходи щодо підвищення ефективності функціонування системи електропостачання в умовах існуючих режимів споживання електричної енергії споживачами, приєднаними до мережі.

Задля аналізу навантажень споживачів електричної енергії та подальшої реконфігурації електричної мережі що буде впливати на ефективність функціонування МСР запропоновано запровадження системи моніторингу споживання електричної енергії

Додатково розглядалися можливості підприємства в частині географічного розташування, вільних площ та екологічного впливу щодо встановлення розосередженої генерації, у тому числі з використанням відновлених джерел енергії. Доведено, що створення МСР - це можливість для підприємства та споживачів стати додатково активним споживачем електричної енергії і використовуючи можливості «зеленого тарифу» задля запровадження в подальшому бізнес проектів з генерації електричної енергії, та продажу її по пільговому тарифу.

При цьому потрібно зазначити, що за рахунок встановлення розосереджених джерел генерації електроенергії підвищується рівень надійності електропостачання підприємства та споживачів, які готові додатково сплачувати за підвищення рівня надійності електропостачання.

Висновок. За результатом дослідження можна зробити висновки, що за рахунок створення МСР можуть бути реалізовані ряд задач щодо модернізації невеликих енергосистем, а також реалізована можливість створення нових генеруючих потужностей.

9. Дворівневий спосіб керування в системах електропостачання

Олександр Столяров, Володимир Шестеренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Системам електропостачання притаманна ієрархічна структура та висока складність, критерієм оптимальності при оперативному керуванні є мінімум втрат електроенергії.

Матеріали та методи. Використовувались теорія графів, положення теорії автоматичного керування, фізичне та математичне моделювання процесів.

Результати обговорення. Дворівнева система передбачає облік вимог енергосистеми на межі розділу енергопостачальних та мереж споживачів і одночасно регулювання потужності та рівня напруги (в обмежених границях).

На рис. 1. зображена функціональна схема описаної системи, 10 - головна ділянка мережі підприємства (живляча ЛЕП і ГПП), 9 - вітки мережі.

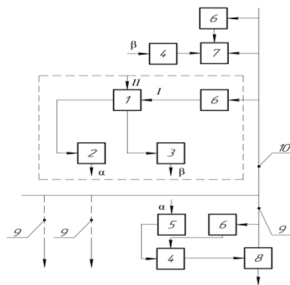


Рис.1. Блок – схема дворівневої системи керування в СЕП

Як приклад, розглянемо роботу системи при регулюванні реактивної потужності. З допомогою регуляторів 4 реактивної потужності змінюють реактивну потужність конденсаторних батарей (або синхронних двигунів).

Місцевий датчик 6 входить у схему вмикання регулятора. Для регулювання напруги трансформатор ГПП обладнаний регулятором 7. Регулятор вищого рівня 1 має два входи, на вхід 1 поступає сигнал від місцевого датчика 6. На вхід 2 регулятора подається сигнал керування енергосистеми.

Регулятор 1 обробляє інформацію, що надходить, і на вихід подається команда керування. Модуляція команди керування здійснюється у фазосувних пристроях улаштування 2,3 (ФСУ). Промодульовані імпульси у вигляді команд α та β надходять на регулятори 4 реактивної потужності конденсаторних батарей і синхронних двигунів. Указані регулятори доповнюються блоком 5, який є інтегруючою ланкою, яка сприймає імпульсний сигнал. Сигнали є функціями часу та реактивного струму, відрізнятимуться в один і той самий момент часу, тобто $\alpha = f(t, I_p)$; $\beta = f(t, I_p)$; $\alpha \gg \beta$. На входи регулятора реактивної потужності надходять два сигнали - від задавального регулятора 1 і від місцевого давача 5. Регулятор 7 напруги трансформатора, залежно від величини сигналу, виробляє команду на перемикання відпайок трансформатора (у межах ДСТУ).

Висновки. Суттєвою перевагою дворівневого способу регулювання є комплексність керування та одночасність регулювання всіх елементів СЕП підприємства. Даний спосіб пропонує враховувати рівні двох сигналів - від місцевого давача і від регулятора вищого рівня.

10. Розвиток і тенденції біоенергетики в муніципальному секторі в Україні

Максим Тарасенко, Ірина Литвин

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Біоенергетика – актуальний напрямок розвитку альтернативної енергетики не тільки в Україні, а й у світі. Оскільки Україна є державою з великим аграрним потенціалом, то доречно розвивати напрям біоенергетики в більших масштабах.

Матеріали та методи. Основною метою дослідження є біоенергетика, як сектор енергетики майбутнього. Відповідно до мети вибрані цілі:

- аналіз розвитку біоенергетики в Україні і у світі;
- виявлення найбільш ефективних напрямів розвитку біоенергетики.

Результати. Відновлювальні джерела енергії (ВДЕ) відіграють велику роль у світовій енергетиці. За європейськими даними, 65% від усіх відновлюваних джерел - це саме біоенергетика. У Люксембурзі, Кіпрі, Ірландії частка біомаси у всіх відновлюваних джерел енергії коливається від 30-40%, в Естонії, Латвії, Литві, Угорщині, Польщі - до 80-95%. У 2020 внесок відновлюваних джерел енергії в Європейському союзі повинен досягти 20%, а, згідно з новою метою, прийнятої Радою Європи в жовтні 2014 року, до 2030 року внесок відновлюваних джерел енергії має збільшитися до 27%. В Україні сфера біоенергетики поки тільки набирає популярності. За останні чотири роки виробництво біопалива в середньому збільшувалася приблизно на 42% в рік. Згідно з Національним планом дій з відновлюваних джерел енергії, затвердженого урядом в жовтні 2014 року, біоенергетика повинна вийти до 2020 року на рівень заміщення природного газу в 7,2 млрд м³/рік. У нашій країні вже існує 5 електростанцій, що працюють на твердій біомасі. Іванківська ТЕС - 18 МВт, ТЕЦ Сміла - 6 МВт електроенергії і 18 МВт тепла. Обидві електростанції працюють на деревній трісці. 3 ТЕЦ працюють на лушпинні соняшнику на декількох олійноекстракційних заводах. Крім того, в Україні 5 електростанцій, що працюють на біогазі сільськогосподарського походження. Найбільша - 5 МВт електроенергії - на птахофабриці Орель-Лідер, компанії Миронівський хлібопродукт в Дніпропетровській області. І ще близько 5 електростанцій працюють на біогазі з полігонів і звалищ твердих побутових відходів. Їх середня потужність - 1 МВт електроенергії. Експерти зазначають, що використання біоенергетики доцільно і економічно, адже біопаливо коштує в рази дешевше, ніж природний газ. За їх словами, 1 ГДж отриманий за допомогою біопалива коштує близько 95 грн, а та ж сама одиниця, вироблена за допомогою природного газу, коштує 212 грн. Найбільш популярна в Україні зараз деревна біомаса, гранули, тріска, лушпиння соняшнику і солома.

Висновки. Отже, як бачимо, розвиток біоенергетики, маленькими кроками впроваджується в енергосистему України. Адже, Україна має багато сільськогосподарських потенціалів для вирощування біопалива. І наша країна, в 2020 році вже досягне 11% використання біопалива з усього енергетичного комплексу.

Література.

1. <http://www.ua.undp.org/content/ukraine/en/home/projects/bioenergy-technologies.html>
2. Матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції «Відновлювальна енергетика та енергоефективність у XXI столітті», Кудря С.О., Резцов В.С., Київ -2016.

11. Демпфування низькочастотних коливань ротора синхронного турбогенератора при перехідних процесах

Валерій Куєвда, Юлія Куєвда

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пропонується метод швидкого демпфування електромеханічних коливань ротора синхронного турбогенератора та його спроможність залишатися в синхронному режимі під час паралельної роботи з мережею за різких збурень режиму роботи.

Матеріали і методи. Електромашинний агрегат, що складається з синхронного турбогенератора та асинхронного допоміжного пристрою (АДП) з короткозамкненим ротором, жорстко насадженим на один з хвостовиків валу синхронної машини, та з обмоткою статора, підключеною до окремої трифазної мережі зі сталими значеннями напруги і частоти, наприклад, до мережі власних потреб електростанції.

Результати. Створено імітаційну модель електромашинного агрегата та проведено розрахунковий експеримент. Результати розрахунку залежності від часу ковзання ротора синхронного генератора після раптового трифазного короткого замикання за його підвищувальним трансформатором та наступного автоматичного повторного включення лінії представлено на рис. 1 [1], де зображено: ковзання ротора синхронного генератора за відсутності АДП; те ж за наявності АДП, підключеного до окремої трифазної мережі зі сталою напругою промислової частоти та за наявності АДП, підключеного до тієї ж трифазної мережі, що і синхронний генератор.

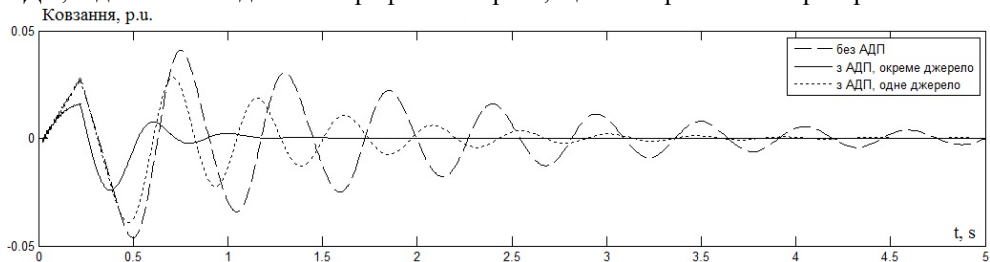


Рис. 1. Розрахунок перехідного процесу

Як видно з представлених на рис. 1 залежностей, коливання ковзання ротора синхронного генератора відносно електричної системи, паралельно з якою він працює, за наявності запропонованої схеми живлення АДП від окремої трифазної мережі зі сталою напругою промислової частоти (окреме джерело), різко зменшуються за величиною та за часом у зрівнянні з відповідними залежностями, при розрахунку якої АДП взагалі був відсутнім або з АДП, що підключений до тієї ж мережі, що і синхронний генератор.

Висновки. Технічний результат полягає в значному зменшенні амплітуди та тривалості низькочастотних коливань ротора синхронного турбогенератора за його перехідними електромеханічними процесами, що допомагає турбогенератору залишатись у синхронізмі з мережею та забезпечує більшу довговічність його роботи.

Література

1. Патент на корисну модель 128167 Україна, МПК (2006.01) H02K 17/00. Електромашинний агрегат / Ю. В. Куєвда, В. П. Куєвда; заявник Національний університет харчових технологій; № u201802078; заявл. 28.02.2018; опубл. 10.09.2018, Бюл. № 17, 2018 р.

12. Модифікація процедури μ -синтезу робастних регуляторів та її застосування до синтезу робастного взаємозв'язаного регулятора турбоагрегата

Юлія Куєвда, Сергій Балюта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Методика μ -синтезу, яка дозволяє забезпечити як робастну стійкість, так і робастну якість системи керування, не має механізмів гарантовано задати умови на коливальність перехідного процесу, тому в даній роботі пропонується її модифікація.

Матеріали і методи. В роботі використано методи теорії μ -синтезу робастних регуляторів, теорію лінійних матричних нерівностей.

Результати. Методика μ -синтезу, як і синтезу H_∞ -субоптимальних регуляторів, використовує вагові функції, які не дозволяють в явному вигляді гарантовано задати умови на коливальність перехідного процесу. З цією метою запропоновано модифікацію D - K ітераційної процедури μ -синтезу.

Пропонується модифікувати один з етапів D - K алгоритму [1], на якому знаходиться передавальна функція регулятора K . При цьому задача H_∞ -оптимізації з цього етапу $\inf_{K(s)} \|DM(P, K)D^{-1}\|_\infty$ трансформується в знаходження H_∞ -субоптимального регулятора K для модифікованого об'єкта з передавальною функцією $\tilde{P}$ за критерієм $\inf_{K(s)} \|M(\tilde{P}, K)\|_\infty$. Показано, що переформулювання коректне, а полюси модифікованої

замкненої системи $M(\tilde{P}, K)$ включають полюси вихідної замкненої системи $M(P, K)$. Модифікація полягає в тому, що до цієї задачі застосовується метод знаходження H_∞ -субоптимального регулятора з одночасним розміщенням полюсів передавальної функції замкненої системи керування в обраній області, описаний в [3]. Для цього умова задачі H_∞ -оптимізації виражається у вигляді лінійних матричних нерівностей (ЛМН), до неї додається система ЛМН, що описує область на комплексній площині, в якій необхідно обмежити полюси, далі ці ЛМН сумісно розв'язуються за допомогою одного з відомих методів. Щоб забезпечити необхідний рівень коливальності $\mu = \text{Im } p / \text{Re } p$ (p – комплексні корені замкненої системи) перехідного процесу системи керування з регулятором K , для обмеження полюсів застосовується область «конічний сектор» у лівій напівплощині комплексної площини.

Запропоновану модифіковану процедуру μ -синтезу застосовано при синтезі робастного взаємозв'язаного регулятора турбоагрегата [2]. Імітаційне моделювання підтвердило ефективність модифікованої процедури.

Висновки. Запропоновано модифікацію μ -синтезу робастних регуляторів, яка дозволяє забезпечити необхідний рівень коливальності перехідних процесів систем керування.

Література

1. Mackenroth U. Robust Control Systems. New York : Springer, 2004. 519 p.
2. Балюта С. М., Куєвда Ю. В. Робастні системи взаємозв'язаного керування турбогенераторами в умовах невизначеності. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету: електрон. наук. фах. вид.* 2017. № 4. URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/519>.
3. Chiali M. H-inf design with pole placement constraints: an LMI approach. *IEEE Trans. Aut. Contr.* 1995. No. 41. P. 358-367.

13. Автоматизована система моніторингу стану валопроводу турбоагрегата

Юлія Куєвда, Сергій Балюта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією з основних причин руйнування турбоагрегата є накопичення втоми в металі його валопроводу [2]. Відсутність ефективних систем діагностики створює загрозу техногенних катастроф.

Матеріали і методи. В роботі використано методи розрахунку пошкоджуваності при змінних навантаженнях, методи розробки автоматизованих систем управління.

Результати. В останній час в сучасні зарубіжні та вітчизняні автоматизовані системи управління енергоблоками при модернізації вбудовуються підсистеми діагностики термонапруженого стану та спрацювання ресурсу турбін [1]. Обмеженням існуючих на сьогодні систем є те, що їх розробники беруть до уваги тільки частину валопроводу турбіни та не розглядають ротори турбіни та генератора як єдиний комплексний об'єкт. Однак, аварійні ситуації з пошкодженням валопроводу виникають не тільки в області ротора турбіни, а також і в області ротора генератора, як, наприклад, випадки пошкодження муфти між збудником та генератором тощо.

Варіант вирішення описаної вище проблеми пропонується авторами в системі моніторингу пошкоджуваності матеріалу валопроводу турбоагрегата (ТА), по-перше, комплексним підходом до валопроводу ТА, а, по-друге, використанням нових джерел інформації для роботи.

Для здійснення моніторингу ТА під час дії крутильних коливань використані методики, які складаються з декількох етапів. Моніторинг кручення забезпечує детальний аналіз кожної крутильної події. Використовуючи дані, зібрані за допомогою моніторингу, можна оцінити механічні зусилля в кожній секції валу і визначити термін служби кожної з них. Підсистема моніторингу проводить безперервний моніторинг механічної системи ТА при наявності крутильних коливань. Під час подій з високим рівнем механічного напруження підсистема виявляє елемент з найбільшим рівнем напруження і передає дані в аналізатор зусиль кручення, який оцінює відповідь системи і аналізує поведінку валу за рахунок механічного зусилля.

Підсистема моніторингу стану валопроводу ТА оперативно здійснює такі функції: систематичний контроль і оцінку впливів на валопровід ТА будь-яких збурень, що виникають в електричній мережі, оцінку механічних впливів на з'єднання секцій валопроводу [2], реєстрацію повної історії збудження крутильних коливань валопроводу ТА.

Висновки. Запропоновано новий підхід до створення системи моніторингу стану валопроводу ТА, який дозволить здійснювати неперервний комплексний контроль та запобігати аваріям.

Література

1. Автоматизированная оценка срабатывания ресурса высокотемпературного ротора турбины / Н. Г. Шульженко та ін. *Вісник НТУ «ХПИ»*. 2014. № 13. С. 39-45.
2. Бовсуновский А. П., Куевда Ю. В. Учет качаний валопровода турбоагрегата при оценке усталостной поврежденности его элементов в процессе успешного несинхронного включения. *Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України*. 2015. Вип. 42. С. 56-60.

14. Вищі гармоніки та їх вплив на роботу обладнання

Дмитро Канюка, Ігор Ізволєнський, Дмитро Семко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Широке застосування перетворювачів частоти (ПЧ) створило проблему боротьби із впливом вищих гармонік напруги на прилади та обладнання. Підвищення та провали напруги, високочастотні шуми, імпульсні перешкоди спотворюють форму напруги і призводять до некоректної роботи устаткування його перегріву і значних втрат потужності.

Матеріали і методи. Проведено дослідження системи електропостачання офісно-торгівельного центру за допомогою приладів виявлення спотворень та імпульсних перешкод. Виконано комп'ютерне моделювання впливу імпульсних перешкод на роботу обладнання за допомогою математичного забезпечення "Multisim".

Результати. Спотворення та перешкоди, що утворюються в разі використання ПЧ, умовно поділено на дві групи: *довгострокового впливу* - призводять до додаткових втрат та перегріву силових трансформаторів, конденсаторів компенсуючих приладів, силових кабельних та повітряних мереж; *короткочасного періодичного та випадкового впливу* - призводить до спотворення форми живлячої напруги, появи гармонійних складових, виникненню непередбачених резонансних явищ на спровокованих частотах, появу вібрацій та акустичних шумів устаткування.

В роботі розглянуто короткочасні та випадкові впливи збільшення екстремальних струмів (у 2 -3 рази), що виникають при включенні великих індивідуальних споживачів чи переключенні керуючих елементів (ключів) перетворювачів частоти. Імпульсні "стрибки" струму та частоти викликають спотворення оминаючої кривої напруги живлення і негативно впливають на стан роботи обладнання викликаючи його перегрів чи безпосереднє відключення. При відносно невеликих спотвореннях кривої напруги та струму у трансформаторах, дроселях та інших електромагнітних елементах системи виникають додаткові акустичні шуми. Вищі гармоніки, що утворюються в системах за наявності ПЧ, провокують появу резонансних явищ, які важко передбачити маючи на увазі велику кількість впливових факторів, що постійно змінюються (частота, сила струму, величина амплітуди напруги і т.і.).

Наведені фактори формують нові задачі у боротьбі за якість електроенергії особливо, якщо враховувати той факт, що виникнення цих спотворень має місцевий характер, а впливає на навколишнє обладнання.

Для боротьби з зазначеними явищами пропонується використання безперебійних джерел живлення (БДЖ) з подвійним перетворенням. Такі джерела мають властивість живити навантаження з високим коефіцієнтом амплітуди струму за рахунок перемикання кіл управління по високій частоті.

Висновки. При спотвореннях та перешкодах, що виникають при користуванні ПЧ бажано використовувати БДЖ з подвійним перетворенням, встановлюючи їх безпосередньо біля споживачів при мінімальній довжині з'єднувальних кабелів.

Література. Yacamini R. Power System Harmonics. Part 3 - Problems caused by distorted supplies // Power Engineering Journal, Oct., 1995, стр. 233-238.

15. Методологія CRISP-DM при побудові базових рівнів енергоспоживання

Георгій Бортник, Олена Бориченко, Олександр Аданіков

Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут
ім. Ігоря Сікорського»

Вступ. Енергетичне планування забезпечує підґрунтя для розробки системи енергетичного менеджменту (СЕМ), яка базується на розумінні енергетичної ефективності організації. Енергетичний аналіз – це аналітична частина процесу енергетичного планування. Якість енергетичного аналізу залежить від наявності, якості та вивчення зібраних даних [1].

Матеріали і методи. Матеріалами дослідження є методологія та стандарт побудови базових рівнів енергоспоживання, методологія проведення статистичного аналізу даних. Методичною основою є методи статистичного аналізу, математичного моделювання, регресійного аналізу, методи узагальнення та логічного підходу.

Результати. Важливим інструментом кількісної оцінки досягнутого рівня енергетичної ефективності на підприємстві є встановлення базового рівня енергоспоживання. Процес побудови базового рівня енергоспоживання базується на встановленні статистично значущої залежності між процесом енергоспоживання та певними кількісними показниками, які мають потенційний вплив на процес енергоспоживання. Дану задачу можна віднести до класичної задачі машинного навчання «навчання з вчителем» [1]. Статистичні дані збираються за певний тренувальний період, знаходиться функція залежності між процесом енергоспоживання та чинниками, що впливають на даний процес. Для задач даного типу існує міжгалузевий стандарт дослідження даних «CRISP-DM» (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) [2].

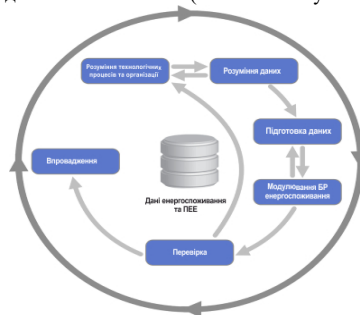


Рис. 1. Етапи моделювання регресійної залежності згідно стандарту CRISP-DM

Згідно методики CRISP-DM модель життєвого циклу побудови регресійної залежності умовно можна поділити на шість етапів:

- розуміння бізнес процесу (в контексті нашої задачі – розуміння технологічних і організаційних процесів на підприємстві);
- початковий аналіз даних;
- підготовка даних (заповнення відсутніх значень, аналіз відхилень від норми);
- моделювання регресійної залежності;
- оцінка статистичної значущості моделі;
- впровадження.

Схема процесу дослідження даних при побудові регресійної залежності для задач енергетичної сфери зображено на рисунку 1. Стрілками визначені залежності між етапами. Як можна помітити, строга послідовність невизначена, тобто в даній задачі необхідно періодично повертатись до попередніх етапів. Як і в циклі Демінга, для досягнення ефективності необхідно постійно повторювати процедуру та оновлювати модель.

Висновки. 1. Проведення регресійного аналізу енергоспоживання дає можливість не лише для планування бюджетних коштів, а і контролю ефективності діючого на підприємстві рівня енергетичної ефективності. Чим точніша модель прогнозування, тим якісніший проводиться контроль.

2. Відповідність вимогам стандарту CRISP-DM дозволяє підвищити статистичну значущість моделі регресійного аналізу, що в свою чергу збільшує точність прогнозу попиту енергоспоживання та підвищує якість процесу контролю енергетичної ефективності для промислового підприємства.

Література

1. Jolliffe I.T. Principal Component Analysis, Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed., Springer, NY, 2002, XXIX, 487 p. 28 illus.
2. Gorban A. N., Kegl B., Wunsch D., Zinovyev A. Y. (Eds.), Principal Manifolds for Data Visualisation and Dimension Reduction, Series: Lecture Notes in Computational Science and Engineering 58, Springer, Berlin — Heidelberg — New York, 2007, XXIV, 340 p. 82 illus.

16. Оцінка ефективності впроваджених заходів з енергозбереження з використанням базових рівнів енергоспоживання

Оксана Мала, Олена Бориченко, Олександр Аданіков

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Вступ.Здатність до точного планування попиту на енергоспоживання є необхідним для будь-якого підприємства в умовах функціонування конкурентного ринку електроенергії. Ефективним вирішенням даної задачі є використання базових рівнів енергоспоживання згідно стандарту ISO 50001. В даному дослідженні визначено додаткові можливості використання базових рівнів енергоспоживання на промислових підприємствах.

Матеріали і методи.Матеріалами дослідження є результати енергетичного обстеження цукрового підприємства, методологія та стандарт побудови базових рівнів енергоспоживання.

Методичною основою є методи статистичного аналізу, математичного моделювання, регресійного аналізу, економіко-математичного моделювання методи узагальнення та логічного підходу.

Результати.Базовий рівень енергоспоживання — математична модель регресійної залежності між енергоспоживаннями та чинниками, що мають на нього суттєвий вплив. Зазвичай в якості регресійної моделі використовують модель лінійної регресії через простоту реалізації та інтерпретованість результатів. Дані моделі доцільно застосовувати для порівняння значень енергоефективності протягом тривалого часу та кількісного оцінювання змін в рівні досягнутої енергоефективності [1]. Але на цьому їх можливості не закінчуються.

Нехай на підприємстві розраховано базовий рівень енергоспоживання методом лінійної регресії та впроваджено сукупність заходів з енергозбереження, яку в сумі повинні скоротити споживання електроенергії на 5% у наступний період контролю відносно чинників, які впливають на даний процес. Задля кількісної оцінки ефективності впроваджених заходів необхідно розрахувати очікуване значення споживання електроенергії з врахуванням запланованого зниження за формулою:

$$\Delta W_i^{target} = \Delta W_i \cdot (1 - k) = (W_i - W_{i-1}) \cdot (1 - k),$$

де W_i - фактичне значення енергоспоживання;

W_{i-1} - цільове значення енергоспоживання розраховане методом лінійної регресії;

k - відсоток очікуваного зниження енергоспоживання.

Побудуємо графік кумулятивних сум фактичного різниці фактичного споживання електричної енергії та цільового. Результат представлено на рисунку 1, де BASELINE — базовий рівень енергоспоживання, CUSUM — кумулятивна сума різниць фактичного споживання та цільового, Target CUSUM — кумулятивна сума різниць фактичного споживання та цільового з врахуванням запланованого зниження. Як можна побачити з рисунку та таблиці, підприємство зменшило споживання електричної енергії внаслідок впроваджених заходів з енергозбереження. Різниця між очікуваним споживанням та фактичним становить 157 МВт год. Не зважаючи на це, підприємство не досягло цільового підвищення рівня енергоефективності. Різниця між запланованою економією та фактичною витратою енергії становить 91 МВт год.

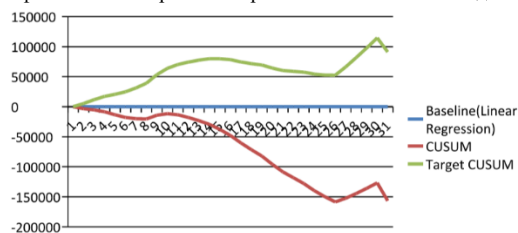


Рис. 1. Порівняння фактичного та цільового заощадження енергії

Висновки.1. Встановлення базового рівня енергоспоживання дозволяє кількісно оцінити ефективність впроваджених заходів з енергозбереження на промисловому підприємстві. Також статистично значуща модель базового рівня дозволяє визначити часові моменти суттєвої зміни енергетичної ефективності, що в свою чергу надає можливості до аналізу причин зміни енергоефективності на підприємстві.

2. Використання графіку кумулятивних сум дозволяє оцінити тенденцію зміни енергетичної ефективності внаслідок впровадження заходів з енергозбереження.

Література

1. Находов В.Ф. Контроль та аналіз виконання встановлених «стандартів» в системах статистичного контролю ефективності використання електричної енергії [Текст] / В.Ф. Находов, О.В. Бориченко // Промислова електроенергетика та електротехніка. Промелектро: інформ. зб. – 2011. - №2. – С. 16-23.

17. Оцінка ефективності використання рекуперації енергії асинхронних двигунів

Максим Тарасенко, Іващук В'ячеслав

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У підйомних та транспортувальних засобах асинхронний двигун можна ефективно використовувати в режимі рекуперації енергії[1]. Межа обґрунтування вартості залежить від умов експлуатації, масогабаритних вимог до засобу, а також коефіцієнту завантаження потужностей засобу[2], що забезпечує необхідний запас енергії для рекуперації.

Матеріали та методи. Основною метою дослідження є аналіз ефективності використання рекуперації енергії асинхронних двигунів. Відповідно до мети вибрані цілі:

- аналіз циклограм використання засобів з електроприводом;
- виявлення найбільш ефективних режимів використання рекуперації енергії;
- оцінка доцільності встановлення модуля рекуперації енергії;
- використання Фур'є аналізу для оцінки спектру перетвореної енергії.

Результати. Оцінюванням режимів рекуперації енергії встановлено, що найбільшу ефективність рекуперації можна отримати для двигунів з перемиканням полюсів, приводах вантажопідйомних машин (підйомники, екскаватори, мобільний електротранспорт тощо). В цьому випадку асинхронний двигун перетворює до 37% енергії в активну потужність мережі, використавши з мережі реактивну потужність, необхідну для збудження [1].

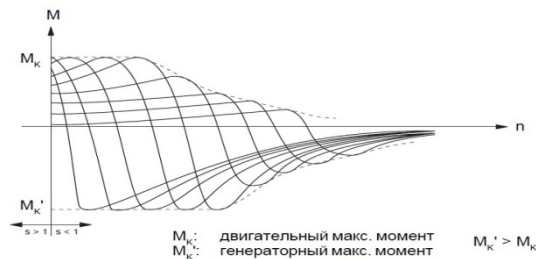


Рис. 1 Механічна характеристика за множини швидкісних режимів.

Інтервал $s > 1$ характеризується зустрічним обертанням, оскільки обертання двигуна і обертання поля мають протилежні знаки (Рис.1). І хоча гальмівний момент проводиться, цей режим роботи повинен бути відвернений при роботі з інвертором через високі струми. Актуальність обумовлюється оцінкою повернення коштів на залучення модуля рекуперації. Так , наприклад, модуль AFE150A43A потужністю 15кВт має вартість 32 143 грн. за ціни електроенергії на ринку 1,8грн/кВт.

Висновки. Отже, рекуперативне гальмування можна визначити найбільш економічним видом гальмування, що сприяє поверненню коштів в тому числі за рахунок покращення експлуатаційних характеристик асинхронного електродвигуна, зокрема, через зменшення нагріву двигуна та силових елементів частотного перетворювача.

Література.

1. M. Ehsani, Y. Gao, A. Emadi Modern electric, hybrid electric and fuel cell vehicles: fundamentals, theory and design, Boca Raton: CRC Press, 2009, 557.

18. Використання споживачів-регуляторів для керування електричним навантаженням в системі електропостачання

Олексій Котко, Юрій Чорний

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Рациональне використання енергоресурсів в паливно-енергетичному комплексі припускає використання енергозберігаючих технологій і економічний режим роботи устаткування на усіх стадіях процесу: від виробництва електроенергії до її споживання електроприймачами.

Матеріали і методи. Проводилося дослідження з метою техніко-економічного обґрунтування споживача-регулятора для керування режимами споживання електричної енергії для підвищення енергоефективності режимів роботи розподільчих мереж в системах електропостачання промислових підприємств.

Результати. Встановлено що втрати активної потужності у розподільчих мережах промислового підприємства є одним із проблемних питань сучасної енергетики. Система електропостачання промислового підприємства є динамічною структурою, в якій важливу роль відіграють питання управління графіком навантаження та покращення його параметрів.

Регулювання добових графіків навантажень за допомогою споживачів-регуляторів приводить до зниження:

- нерівномірності графіків навантажень енергосистеми;
- втрат активної потужності й електроенергії в мережах;
- втрат напруги в мережах і її відхилення від номінального значення на зажимах електроприймачів протягом доби;
- витрат на оплату електроенергії.

По мірі зростання одиничних потужностей споживачів-регуляторів з'являються нові технологічні рішення з управління режимами їх роботи, зокрема використання тиристорного регулювання.

Проведене техніко-економічне обґрунтування впровадження споживачів-регуляторів, які можуть використовуватись для вирішення важливої проблеми підвищення енергоефективності та виконана оцінка потенційного економічного ефекту від вирівнювання графіка навантаження енергосистеми.

Висновки. Ефективним засобом регулювання електроспоживання, спрямованим на вирівнювання графіка навантаження, є споживачі-регулятори. Відключення або зсув в часі включення споживачів-регуляторів дозволяють істотно знизити вартість споживаної електроенергії, зменшити капіталовкладення у будівництво нових електростанцій і мереж, підвищити ефективність використання генеруючого та розподільчого обладнання.

Література

1. Тихоненко, С.В. Обґрунтування впровадження споживача-регулятора для керування електричним навантаженням в системі електропостачання / С.В.Тихоненко, Ю.С.Громадський, С.М.Савицький, Д.А.Гапон // Енергетика, енергозберігаючі технології и оборудование. - 2013. – С. 22-26.
2. Базюк Т. М. Оптимізація режимів споживання активним споживачем електричної енергії з мережі електропостачання / Т. М. Базюк, І. В. Притискач. // Енергетика: економіка, технології, екологія.. – 2014. – №1. – С. 95–99.

19. Створення комп'ютерної моделі джерела реактивної потужності

Павло Золовкін, Юрій Чорний

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним з основних питань, що вирішуються при проектуванні і експлуатації систем електропостачання промислових підприємств, є питання компенсації реактивної потужності: вибір типу, потужності, місця установки і режиму роботи компенсуючого пристрою.

Матеріали і методи. Розроблена комп'ютерна модель регульованого джерела реактивної потужності. Для вирішення поставлених завдань використовувалися засоби MATLAB, Simulink, sim Power Systems для комп'ютерного моделювання, та оптимізаційні методи для створення математичної моделі.

Результати. Компенсація реактивної потужності дозволяє:

1. Забезпечувати баланс реактивної потужності в електричній мережі підприємства.
2. Знижувати втрати потужності та електроенергії в системі електропостачання.
3. Поліпшувати показники якості електроенергії в системі електропостачання промислового підприємства.

Питання компенсації реактивної потужності актуальні для електричних мереж всіх напруг, як в Україні, так і в інших країнах. Системи електропостачання промислових підприємств повинні відповідати вимогам до якості електричної енергії. Таким чином, досить актуальною є задача розробки математичної і комп'ютерної моделі регульованого джерела реактивної потужності, що дозволить проводити дослідження режимів роботи джерела реактивної потужності при різних режимах навантаження промислового підприємства.

Розроблена модель схеми регульованого джерела реактивної потужності з використанням засобів MATLAB, Simulink, sim Power Systems, для створення якої потрібна одна з наступних умов:

1. Принципова або функціональна схема об'єкта моделювання.
2. Рівняння, що описують модельовану систему.
3. Результати вимірювання вхідних і вихідних сигналів модельованої системи

Для створення моделі використовувалась принципова схема електропостачання промислового підприємства, а також способи, алгоритми і методи, спрямовані на підвищення ефективності компенсації реактивної потужності на промислових підприємствах з урахуванням показників якості електричної енергії.

Висновки. Розроблена модель регульованого джерела реактивної потужності для систем електропостачання промислових підприємств може бути використана в організаціях, що займаються розробкою джерел реактивної потужності з метою вибору їх складу і властивостей.

Література

Хасан Альван Хуссain. Удосконалення схеми і розробка моделі регульованого джерела реактивної потужності для цехових мереж промислових підприємств / О.А. Бушуєва, Хасан Альван Хуссain // Тез. доп. міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи розвитку енерготехнологій». XV Бенардосовські читання. Іваново: ІГЕУ, 2009. С. 33.

20. Моделювання режимів електричних мереж з відновлювальними джерелами електроенергії

Олександр Куценко, Юрій Чорний

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розподільні електричні мережі функціонально призначені для транспортування і розподілення електроенергії, виробленої централізовано на великих електростанціях. З розбудовою в них нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) вони набувають рис локальної електроенергетичної системи (ЛЕС). В зв'язку з цим виникають нові задачі: узгодження графіків навантаження споживачів і генерування ВДЕ з врахуванням їх нестабільності, оптимальне керування потоками потужності з метою зменшення втрат електроенергії і покращення її якості, забезпечення балансової надійності електроенергії в ЛЕС, що формується централізованим і місцевим генеруванням, тощо.

Матеріали і методи. Проведений аналіз відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), їх основні характеристики, особливості, умови використання і вплив на надійність систем електропостачання. Створені комп'ютерні моделі систем електропостачання з використанням ВДЕ за допомогою Matlab, Simulink, sim Power Systems.

Результати. Встановлено, що в розподільних електричних мережах з розосередженим генеруванням, секціонований у відповідності до вимог надійності, можливо і доцільно побудувати систему керування потоками потужності для зменшення втрат електроенергії під час її транспортування. Для цього доцільно залучати керовані відновлювані джерела електроенергії.

Проаналізовано метод оптимального керування потоками потужності в локальній електричній системі з різнотипними відновлюваними джерелами. Вплив на перерозподіл потоків потужності здійснюється зміною генерування потужності малих ГЕС. Для зменшення втрат електроенергії потужність ГЕС розраховується так, щоб потоки потужності в секціонованій електричній мережі наближалися до оптимальних, визначених з розрахунків режимів замкнутої мережі.

Розроблено комп'ютерну модель локальної електричної системи з сонячними електростанціями і гідроелектростанціями для оцінювання впливу останніх на втрати активної потужності в ній. Показано, що розосереджені джерела електроенергії в межах допустимого для них діапазону генерування потужності по різному впливають на значення втрат потужності й електроенергії в ЛЕС.

Висновки. Моделювання режимів роботи електричних мереж з використанням комп'ютерної моделі дозволить досягти оптимального керування потоками потужності в локальній електричній системі з різнотипними відновлюваними джерелами.

Література

1. Лежнюк П. Д. Оптимізація режимів електричних мереж з відновлювальними джерелами електроенергії : Монографія / П.Д. Лежнюк, О.Є. Рубаненко, І.О. Гунько. – Вінниця: КІВЦ ВНТУ, 2017 – 171 с.
2. Булатов Б .Г. Алгоритмы интеллектуального управления режимом распределительной сети / Б. Г.Булатов, В. В. Тарасенко //Вестник ЮУрГУ, –2012. – №37.

21. Система автоматизації вентиляції та кондиціювання повітря на підприємстві фармацевтичної промисловості

Яцкевич Катерина

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Системи вентиляції та кондиціювання є важливою складовою інженерних комунікацій будь-якої будівлі, проте при виробництві лікарських засобів до таких систем висувають особливо жорсткі вимоги щодо забезпечення метеорологічних умов та мікробіологічної чистоти повітря. Це зумовлено особливостями технологічного процесу виробництва.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є система автоматизації вентиляції та кондиціювання повітря дільниці виробництва твердих лікарських засобів (далі ТЛЗ) ПАТ «Фармак», у тому числі система її електропостачання. Метою дослідження є формування пропозицій щодо розробки системи автоматизації вентиляції та кондиціювання повітря, яка буде відповідати вимогам чинного законодавства України щодо охорони праці, пожежної безпеки, промислової санітарії, екологічної безпеки, енергозбереження та нормативним документам. Особлива увага приділяється забезпеченню надійності електропостачання цієї системи.

Результати. Припливно-витяжне вентиляційне обладнання виконує наступні функції: подання необхідної кількості зовнішнього повітря; забезпечення потрібного класу чистоти; забезпечення потреб з мікробіологічної чистоти повітря; видалення надлишків теплоти та вологи, підтримка заданих параметрів мікроклімату у приміщенні (для класифікованих приміщень).

Технологічні процеси виробництва ТЛЗ здійснюються в приміщеннях класу D. Максимально допустима кількість часток в 1 м^3 для приміщень цього класу становить: 3,5 млн. часток розміром 0,5–5 мкм; 20 тис. часток менше 5 мкм; максимально допустима кількість життєздатних мікроорганізмів 200 КУО/м³. Класи чистоти приміщень прийняті згідно настанови СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2016 «Лікарські засоби. Належна виробнича практика» (затвердженої наказом МОЗ України від 30.11.2016 за № 929); SOPPD000016 (СОП 06.00.24) "Вимоги до зон фармацевтичних виробництв».

Згідно завдання технологічного розділу проекту повітрообмін в "чистих" приміщеннях класу D, тобто в приміщеннях № 417-443 та № 446 на відмітці +18 000 - не менш ніж 15 крат на годину, в приміщеннях класу L - не менш ніж 5 крат на годину. Задані класи/зони чистоти забезпечуються відповідною фільтрацією повітря в залежності від класу чистоти приміщення.

Для унеможливлення проникнення непідготовленого повітря до "чистих" приміщень, що могло б призвести до забруднення лікарських засобів сторонніми домішками, система вентиляції повинна постійно підтримувати позитивний надлишковий тиск у "чистих" приміщеннях по відношенню до навколишніх зон та відповідний потік повітря при всіх умовах функціонування. Сусідні приміщення різних класів чистоти, або різних технологічних операцій, між собою повинні мати перепад тиску. Для безперервного візуального контролю перепаду тиску у чистих приміщеннях будуть встановлені датчики перепаду тиску.

В приміщеннях, що передбачені для підготовки сировини та тритурації (№424 та 427) передбачено установлення модулів однонаправленого потоку з витяжкою в нижній зоні. Модуль передбачено для захисту продукту та оператора при операціях розважування сировини. Модуль виконує рециркуляцію повітря приміщення для якого даний модуль і передбачено.

В автоматичному режимі роботи забезпечено регулювання ряду величин, таких як температура, відносна вологість, напрямок та швидкість руху повітря в приміщеннях, число обертів припливних та витяжних вентиляторів. Це реалізовано шляхом встановлення датчиків температури та різниці тисків, які встановлюють в повітропроводах до або після установки в залежності від її призначення, реле різниці тисків, частотного керування електроприводом вентиляторів. Також система автоматизації виконує функції захисного блокування, оповіщення та індикації.

Система автоматизації побудована на контролері Siemens та модулях розширення дискретних та аналогових входів та виходів.

Система диспетчеризації побудована на програмному продукті Desigo Insight, яка встановлена на робочій станції (персональному комп'ютері).

Контролер з'єднується між з робочою станцією через мережевий комутатор (switch) по інтерфейсу Ethernet.

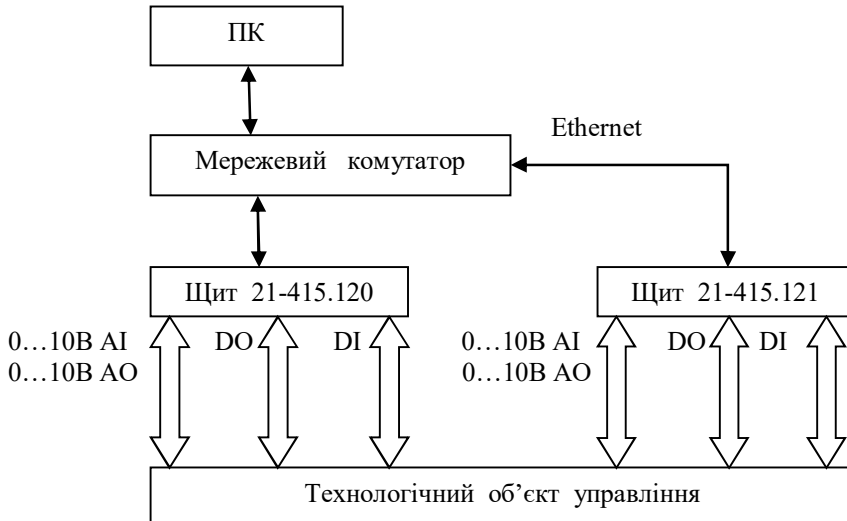


Рис.1. Структурна схема автоматизації.

Щити автоматики ЩА 21-415.120 та ЩА 21-415.121 відносяться до споживачів II категорії надійності. Забезпечення відповідної надійності електропостачання здійснюється за існуючою схемою електроживлення об'єкту: наявністю двох джерел струму; секціонування шин щитів РУ-0,4 кВ в трансформаторних підстанціях; обладнання АВР на секційних вимикачах щитів I категорії надійності; підключення струмоприймачів радіальними лініями. Для підвищення надійності електропостачання в кожному щиті автоматики є власне джерело безперебійного живлення.

Висновки. Розроблена система автоматизації забезпечує необхідні метеорологічні умови та рівень чистоти повітря «чистих» приміщень, за рахунок регулювання швидкості обертів вентиляторів забезпечується економія енергоспоживання більш ніж на 30%. А створена система електропостачання за своїм рівнем надійності повністю задовольняє потреби системи автоматизації вентиляції та кондиціювання повітря, як і решти споживачів даної виробничої ділянки.

18.3.

Electrical engineering

Chairperson – professor Oleksandr Mazurenko

Secretary – Dmytro Kolomiets

18.3.

Електротехніка

Голова – професор Олександр Мазуренко

Секретар – ст. викл. Дмитро Коломієць

1. Визначення теплофізичних характеристик матеріалів за результатами термоелектричних вимірювань

Валерія Луценко, Лілія Харченко, Олександр Мазуренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Проведено аналітичні дослідження способів та приладів визначення теплофізичних властивостей складних за структурою і хімічним складом продуктів переробної галузі з метою підвищення точності вимірювань.

Матеріали і методи. Основа досліджуваних приладів - термоелектричні перетворювачі температури та теплового потоку в виді "допоміжної стінки". Для підвищення точності вимірювання теплофізичних характеристик матеріалів використано графо-аналітичний метод градування приладів.

Результати. Для вивчення теплофізичних характеристик термолабільних матеріалів найбільш придатні теплотричні засоби їх комплексного визначення, які дозволяють проводити дослідження при наявності або відсутності в матеріалі фазових перетворень його складових. Теплотричні засоби вимірювання засновані на вимірюванні температури теплових потоків, які пронизують зразок за різних теплових умов. Теплові, електричні та інші процеси передачі в термостричних матеріалах визначають нестабільність функції перетворення і формують інструментальну похибку вимірювань. Тому більшість методів визначення теплофізичних характеристик матеріалів передбачають попередні дослід з еталонними матеріалами, за відомими характеристиками яких обчислюють метрологічні характеристики пристрою. Саме використання еталонних матеріалів є основним недоліком цих методів. На основі розрахунково-графічного аналізу теплового та ємнісного опору системи "пристрій-зразок" розроблено принципово новий спосіб, за яким теплофізичні характеристики матеріалу та метрологічні характеристики пристрою визначаються в комплексі і одночасно за результатами експерименту з зразками тільки досліджуваного матеріалу.

$$\lambda_{x(\bar{i})} = \frac{h}{(\Delta t / q)_{(\bar{i})} - R_{b(\bar{i})}};$$

$$(c\rho)_{x(\bar{i})} = \frac{(\Delta q / u_t)_{(\bar{i})} - P_{b(\bar{i})}}{h}$$

$$a_{x(\bar{i})} = \frac{\lambda_{x(\bar{i})}}{(c\rho)_{x(\bar{i})}} = h \cdot \left(\frac{\Delta t}{q} - R_b \right)_{(\bar{i})}^{-1} \cdot \left(\frac{\Delta q}{u_t} - P_b \right)_{(\bar{i})}^{-1}$$

$$\beta_{x(\bar{i})} = \sqrt{\lambda_{x(\bar{i})} \cdot (c\rho)_{x(\bar{i})}} = \frac{(\Delta q / u_t)_{(\bar{i})} - P_{b(\bar{i})}}{(\Delta t / q)_{(\bar{i})} - R_{b(\bar{i})}}.$$

Висновок. Одночасне отримання інформації про значення теплофізичних характеристик матеріалу і метрологічних характеристик пристрою дозволяє підвищити точність визначення теплофізичних характеристик матеріалів.

2. Підвищення точності використання термоелектричних перетворювачів

Анна Грицайова, Лілія Харченко, Дмитро Коломієць, Олександр Мазуренко

Національний університет харчових виробництв

Вступ. Аналіз існуючих способів та приладів визначення теплофізичних ТФХ на предмет їх придатності для дослідження характеристик термолабільних матеріалів з мінімальними похибками є актуальною науковою задачею.

Матеріали та методи. Розглянуто способи визначення ефективних теплофізичних характеристик харчових термолабільних матеріалів та графіко-аналітичні методи підвищення точності комплексного вимірювання ТФХ.

Результати. Всі експериментальні способи визначення ТФХ передбачають одночасне вимірювання теплових потоків та температури зразка дослідного матеріалу. Для цього теплотричні прилади для визначення ТФХ матеріалів оснащені термоелектричними перетворювачами теплового потоку (ТПТП) та температури (ТПТ). Для підвищення точності комплексного визначення ТФХ матеріалу і їх залежності від температури запропоновано за результатами вимірювання зміни сигналів перетворювачів температури на поверхнях зразків робочих еталонів та дослідного матеріалу, за умов однакових середніх значень сигналів, рівності значень зміни середнього сигналу і різниці сигналів перетворювачів температури на поверхнях зразків розраховують узагальнений робочий коефіцієнт перетворювачів, баластні термічний і ємнісний опори приладу, теплопровідність, об'ємну теплоємність і температуропровідність дослідного матеріалу за формулами:

$$\begin{aligned} K_e &= 2 \cdot \{[(e_{t1} - e_{t2}) / (e_{q1} + e_{q2})]_I - [(e_{t1} - e_{t2}) / (e_{q1} + e_{q2})]_{II}\} / (R_{sI} - R_{sII}) = \\ &= \Delta P_s / \{[\Delta \tau \cdot (e_{q1} - e_{q2}) / (e_{t1} - e_{t2})]_I - [\Delta \tau \cdot (e_{q1} - e_{q2}) / (e_{t1} - e_{t2})]_{II}\}, \\ R_b &= \{2 \cdot (e_{t1} - e_{t2}) / [K_e \cdot (e_{q1} + e_{q2})]\}_I - R_{sI} = \{2 \cdot (e_{t1} - e_{t2}) / [K_e \cdot (e_{q1} + e_{q2})]\}_{II} - R_{sII}, \\ P_b &= \{K_e \cdot (e_{q1} - e_{q2}) / [(e_{t1} - e_{t2}) / \Delta \tau]\}_I - P_{sI} = \{K_e \cdot (e_{q1} - e_{q2}) / [(e_{t1} - e_{t2}) / \Delta \tau]\}_{II} - P_{sII}, \\ \lambda_x &= h_x / \{[2 \cdot (e_{t1} - e_{t2}) / K_e \cdot (e_{q1} + e_{q2})] - R_b\}, \\ (c\rho)_x &= [K_e \cdot (e_{q1} - e_{q2}) / (h_x \cdot [(e_{t1} - e_{t2}) / \Delta \tau] - P_b) / h_x], \\ a_x &= \lambda_x / (c\rho)_x = h_x^2 / \{[(\Delta t / (K_e \cdot \bar{e}_q) - R_b) \cdot [K_e \cdot \Delta e_q \cdot \Delta \tau / (e_{t1} - e_{t2}) - P_b]]\}. \end{aligned}$$

де $K_e = K_q / K_t$ – узагальнений робочий коефіцієнт перетворювачів приладу вимірювання теплофізичних характеристик матеріалів;

e_{t1}, e_{t2}, e_{q1} та e_{q2} – сигнали відповідно перетворювачів температури та теплового потоку плоского зразка дослідного матеріалу; R_{sI} та R_{sII} і P_{sI} та P_{sII} – термічні та ємнісні опори I та II зразків робочих еталонів; – ємнісні опори I та II зразків робочих еталонів; $(e_{q1} \pm e_{q2})_I, (e_{q1} \pm e_{q2})_{II}$ та $(e_{t1} - e_{t2})_I, (e_{t1} - e_{t2})_{II}$ – сигнали перетворювачів теплового потоку та перетворювачів температури на поверхнях зразків, відповідно, робочого еталону I та II; $\Delta \tau = \tau_2 - \tau_1$ – проміжок часу квазістаціонарного режиму; $\lambda_x, (c\rho)_x$ та a_x – теплопровідність, об'ємна теплоємність та температуропровідність зразка дослідного матеріалу відповідно; h_x – товщина плоского зразка дослідного матеріалу.

Висновок. Для підвищення точності результатів комплексного визначення ТФХ матеріалів необхідно всі метрологічні характеристики приладу визначати за результатами експериментів з дослідним матеріалом, а не з еталонним.

3. Розрахунок потоку інсоляції, що надходить в середину приміщення через вікна будівлі

Ірина Кабак, Віка Хорольська, Дмитро Коломієць, Галина Ашмаріна
Національний університет харчових виробництв

Вступ. Видиме світло займає вузький інтервал довжин хвиль, всього від 0,39 до 0,76 мкм. Однак у цьому інтервалі знаходиться майже половина всієї сонячної променевої енергії (47 %). Приблизно стільки ж припадає на інфрачервоні промені (44 %), а решта 9 % - на ультрафіолетові. Максимум променевої енергії в сонячному спектрі припадає на хвилі з довжинами близько 0,475 мкм, тобто на жовто-зелено-сині промені видимої частини спектру.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження була інсоляція всередині приміщення та методи її визначення. Встановлювали відповідність реальної освітленості робочих поверхонь нормам ДБН В.2.5-28:2018. Використовували аналітичні та експериментальні методи визначення освітленості робочих поверхонь.

Результати. Усю сонячну радіацію, що приходить до земної поверхні, пряму (direct sunlight radiation) і розсіяну (scattering) разом, називають сумарною радіацією. Таким чином, сумарна (total) радіація дорівнює $I_t = I_{DSR} \sinh + I_{Sc}$, де I_{DSR} - енергетична освітленість прямою радіацією; I_{Sc} - енергетична освітленість розсіяною радіацією; h - висота стояння сонця.

Кількісною мірою сонячної радіації служить енергетична освітленість (або потік радіації), тобто кількість променевої енергії, що падає на одиницю площі поверхні опромінення. Площа перерізу радіаційного потоку F через вікно становить $F = mn$, де m , n – відповідно висота (рис.1, а) та ширина (рис.1, б) радіаційного потоку, які в залежності від положення сонця змінюються протягом дня від 0 (при $h = \beta = 90^\circ$) до $\max$ (при $\gamma = \beta = 0^\circ$).

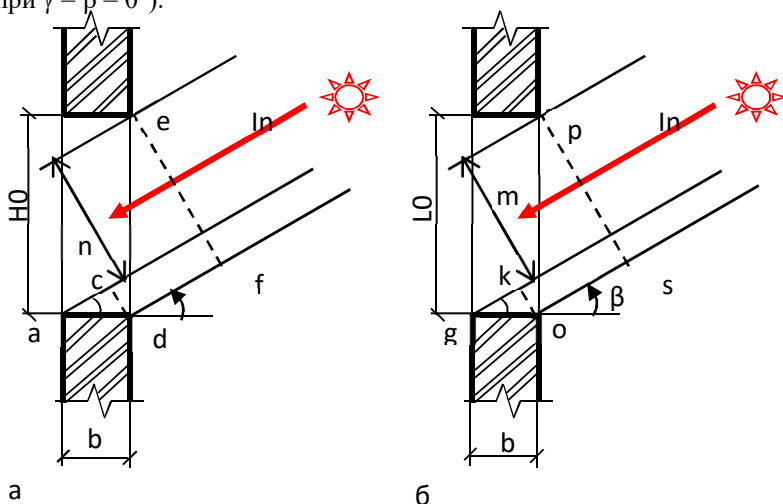


Рис.1. До розрахунку радіаційного потоку: розріз (а) та план (б) вікна.

З прямокутних трикутників “dfe” і “acd” (рис.1, а) та “gko” і “ops” (рис.1, б), знаходимо відповідно $n = ef - cd = H_0 \cos \gamma - b \sin \gamma$ та $m = ps - ko = L_0 \cos \beta - b \sin \beta$

Висновок. Формули використані у проведенні машинного розрахунку реальної інсоляції приміщення.

4.Інструментальне оснащення дослідження інсоляції всередині приміщення

Любов Драбик, Ясиненко Руслана, Петро Кандибка, Галина Ашмаріна
Національний університет харчових виробництв

Вступ. Умови інсоляції приміщень необхідно визначати з урахуванням властивостей конкретного об'єкта.

Матеріали та методи. Енергія сонячної радіації, що проходить за одиницю часу через віконний отвір до приміщення, впливає як на освітлення, так і на температуру середовища. Зовнішню та внутрішню сонячну радіацію визначали за зміною напруги холостого ходу сонячних модулів фотоелектроперетворювачів (СМФЕП) типу СТАРТ БС-1 при їх розташуванні у різних точках в середині приміщення. Напругу, генеровану в режимі холостого ходу ФЕПами, вимірювали вольтметрами Щ 4300. Температуру внутрішньої поверхні ФЕПів батарей та всередині приміщення вимірювали за допомогою інфрачервоного термометра (оптичного пірометра) типу Scan Temp 485 Professional з лазерною і перехресною оптикою 20:01 (свідчення про державну метрологічну атестацію № 24.387.13 від 01.02.13 р.).

Результати. Досліджували сонячну інсоляції через вікна сьомого поверху одного з навчальних корпусів НУХТ МОН України. Склопластикові вікна складаються з трьох верхніх горизонтальних та шести вертикальних двокамерних склопакетів (рис.1). Габаритні розміри 5000 x 2000 мм.

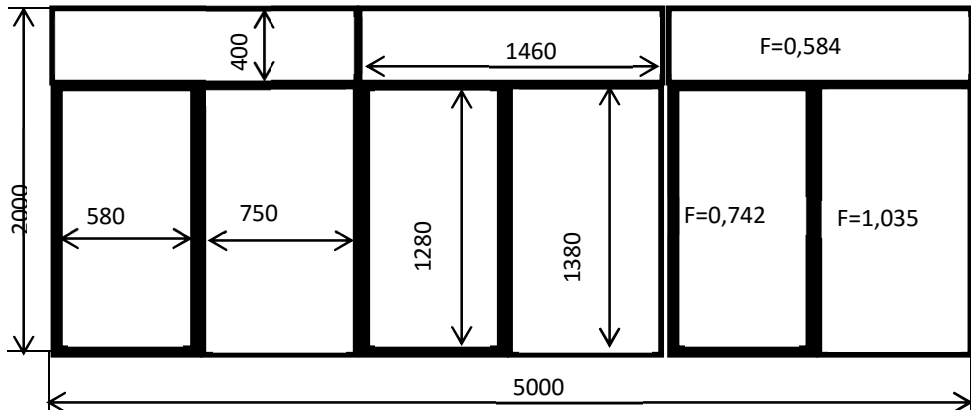


Рис.1. Схема розташування склопакетів вікна, їх розміри та площа світлових потоків окремих склопакетів.

Габаритні розміри СМФЕП: 1030×450× 30 mm. Коефіцієнт заповнення активної поверхні – понад 80 %. Зовнішня поверхня ФЕП має характерний синій колір, внутрішня - світло-сірий. Електричні параметри батарей: з'єднання рядів ФЕП – послідовно-паралельне; номінальна напруга холостого ходу (*no-load*) $U_{n-l} = 18$ V; струм короткого замикання (*short circuit*) $I_{s.c.} = 2$ А. Батареї закріплені на вертикальній стійці рухомої площини з можливістю їх повороту на довільний кут нахилу. Поверхня ФЕП по відношенню до обрію може бути встановлена під довільним кутом в межах $0^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$.

Висновок. Вибраний спосіб та інструментальне оснащення вимірювання сонячної радіації дає можливість одночасного визначення сонячної радіації та її вплив на умови праці в приміщенні.

5. Методика дослідження ефективності використання сонячних модулів фотоелектроперетворювачів всередині приміщення

Аліна Шульга, Маргарита Бабич, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових виробництв

Вступ. Для визначення ефективності використання фотобатарей у якості джерела напруги наявні статистичні дані по інсоляції місцевості, паспортні дані параметрів фотобатарей тощо є недостатніми. Тому надзвичайно важливо проводити визначення потоку сонячної радіації в реальних умовах.

Матеріали та методи. Вимірювання проводили за різних кутів нахилу світлоприймаючої поверхні ФЕП в межах від горизонтального до вертикального їх положення за умов розташування сонячних модулів на відкритому просторі та всередині приміщення. Напругу, генеровану в режимі холостого ходу ФЕПами, вимірювали вольтметрами Ш 4300. Температуру внутрішньої поверхні ФЕПів батарей та всередині приміщення вимірювали за допомогою інфрачервоного термометра (оптичного пірметра) типу Scan Temp 485 Professional з лазерною і перехресною оптикою 20:01. Освітленість робочої поверхні СМ визначали люксометром Ю 117.

Результати. З метою визначення ефективності СМ за різних умов експлуатації були виконані експериментальні дослідження зміни напруги холостого ходу СМ типу СТАРТ БС-1 при їх розташуванні у вікнах сьомого поверху (на висоті 20,4 м від поверхні землі) одного з учбових корпусів НУХТ МОН України. Запропоновано використовувати одночасно два СМ, параметри одного з яких вимірюють у його стаціонарному положенні, а другого – при переміщенні за вибраною схемою (рис.1).

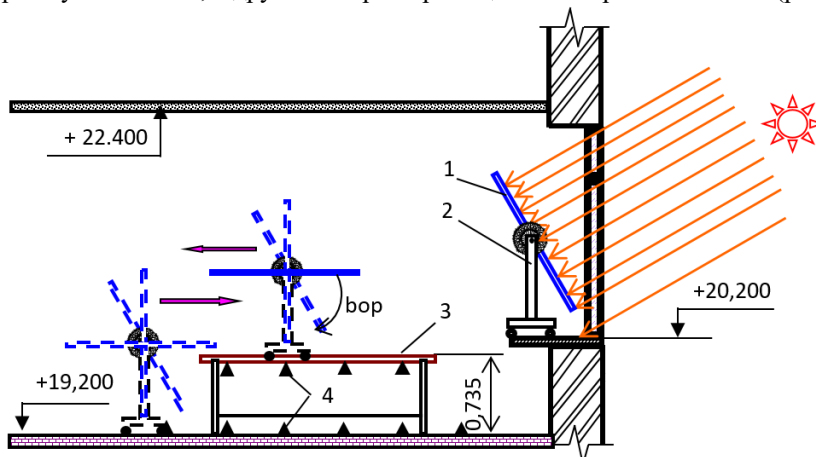


Рис.1. Схема розташування СМ та руху його в середині приміщення: 1- робоча поверхня; 2 – рухома платформа; 3 – лабораторний стіл; 4 – точки вимірювань.

Висновок. Вибрана методика визначення роботи СМ всередині приміщення дає можливість визначити ефективність його використання всередині приміщення за різного кута нахилу до потоку сонячної енергії.

6. Ефективність використання сонячних модулів фотоелектроперетворювачів всередині приміщення

Валентина Гущик, Дмитро Волошко, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових виробництв

Вступ. Ефективність роботи сонячного модуля фотоелектроперетворювачів (СМФЕП) протягом дня найбільш істотно впливають атмосферні явища (хмари, гроза, пил тощо). Влітку прихід сумарної радіації в дополуденні години у середньому більший, ніж у післяполуденні. При горизонтальному розташуванні СМФЕП напруга холостого ходу може зменшуватися більше ніж на 15 %. Отже кут нахилу робочої поверхні (β) є одним із факторів, які значно впливають на ефективність використання перетворювачів сонячної радіації.

Матеріали та методи. Досліджували сонячну радіацію за погодних умов 18.03.2019 року. Використовували рухомий (1) та нерухомий (2) сонячні модулі. За стандартною методикою визначали параметри СМФЕП: напругу холостого ходу, освітленість робочої поверхні (L), усередненої температури внутрішньої поверхні верху (t_{up}), середини (t_{middel}) та низу (t_{bootom}) СМ.

Результати. Отримані дані вимірювань наведені в таблиці.

Розташ.	TB	Час	b, o	U ₁ , V	U ₂ , V	L, lux	t _{up}	t _{middel}	t _{bootom}	t _{air}
вікно	0	10_22	90	14,17	13,37	>1000	30,01	28,8	28,9	24,5
			15	14,31	13,88	>1000				
			0	12,74	13,44	430				
поверхня лабораторного стола	1	10_23	90	9,35	13,48	300	27,8	27,9	26,3	24
			14	9,24	13,49	360				
			0	7,09	13,5	80				
	2	10_26	90	9,7	13,51	390	27,2	26,3	25,8	23,7
			15	9,94	13,53	390				
			0	7,18	13,54	61				
	3	10_28	90	9,6	13,54	380	26,6	26	25,5	23,5
			16	9,76	13,57	360				
			0	7,22	13,57	50				
	4	10_30	90	9,38	13,57	350	26,3	25,7	25,2	23,7
			16	9,46	13,57	335				
			0	6,6	13,57	42				

Висновок. Встановлено, що на ефективність роботи СМФЕП протягом дня найбільш істотно впливають хмари. При безхмарному небі сумарна радіація має добовий хід з максимумом біля полудня і річний хід з максимумом улітку. Часткова хмарність, що не закриває сонячний диск, збільшує сумарну радіацію в порівнянні з безхмарним небом; повна ж хмарність, навпаки - зменшує. У середньому хмарність зменшує сумарну радіацію. Кут нахилу робочої поверхні (β) є одним із факторів, які значно впливають на ефективність використання перетворювачів сонячної радіації. Чим далі від вікна, тим менше напруга холостого ходу, що виробляється СМ.

7. Електропровідність водно-етанольних екстрактів сухого листя *Momordica charantia* L. при мацерації

Катерина Свірська, Віка Зомчак, Анна Залєвська, Лілія Харченко, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для екстрагування біологічно-активних речовин (БАР) рослин широко використовують мацерація. Попередні досліді показали доцільність використання у якості екстрагент сухого листя рослин водно-етанольних сумішей.

Матеріали та методи. Досліджували сухе листя *Momordica charantia* L. Екстрагенти готували шляхом змішування спиту етилового з дистилатом до об'ємної частки етанолу 70 %.

Екстракти отримували за методом дрібної мацерації: відбирали наважку (до 3 g) сухого листя *Momordica charantia* L. подрібненого до розміру часток від 0,63 до 2 mm, засипали у плоскодонну колбу і додавали 300 ml відповідного екстрагента. Для мацерації БАР при безперервному перемішуванні використовували магнітну мішалку типу RCTbasik.

Для одночасних вимірювань TDS (солевмісту), EC (електричної провідності) і температури робочих середовищ використовували комбінований прилад TDS & EC meter (hold), який поєднує в собі 3 приладу: солемір, кондуктометр і термометр, з функцією HOLD для фіксації результатів вимірювань на дисплеї. Діапазон виміру: солевмісту 0-9999 ppm, провідності 0-9999 ppm us / cm, температури 0-80 °C (32-176 °F). Крок вимірів: 1 ppm, 1 us / cm, 0.1 °C / 0.1 °F. Точність: ± 2% повної шкали.

Результати. *Momordica charantia* L. – це рослина, яка має не тільки незвичайний гіркий смаком та оригінальний хімічний складом, але й завдяки композиції вітамінів, мінеральних речовин, макро- та мікроелементів володіє численними лікувальними властивостями. З цією метою застосовують практично всі частини рослини: листя, стебло, плоди та насіння., у яких утримуються різноманітні речовини, необхідні людському організму, зокрема вітаміни групи B, кальцій, магній, залізо, натрій, фосфор, цукри, фолієва, пантотенова й нікотинова кислоти, алкалоїди, сапоніни, глікозиди, тощо. Як свідчать дані, наведені в табл.1, в процесі мацерації подрібненого сухого листя *Momordica charantia* L. 70 % водно-спиртовим екстрагентом за постійного перемішування у магнітній мішалці (5 режим) вихідні електрохімічні показники екстрагента (EC = 0; TDS = 0) істотно змінюються. pH екстрагента в процесі мацерації змінюється від 7,0 до 7,7.

Таблиця 1

Тривалість мацерації, min	3	5	10	15	25	35
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	62-63	96-98	116 -117	137- 140	153-158	162-165
TDS, ppm	31-32	46-47	55-56	67-68	70-71	74-77
Тривалість мацерації, min	50	80	150	210	255	360
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	183-185	196-197	212-213	228-229	239-240	251-252
TDS, ppm	81-82	92-94	100-103	107-109	112-115	118-119

Висновок. Підтверджено, що при мацерації за даних умов електропровідність та солевмісту екстракту сухого листя *Momordica charantia* L. з часом зростає але темп зростання зменшується.

8. Електропровідність та вміст солей водно-етанольних екстрактів сухого цвіту *Louphfantus Tibeticus* при мацерації

Дарина Шовкань, Валентин Подолянець, Ірина Ковальова, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Найперспективнішою харчовою системою для збагачення організму людини мікронутрієнтами і найбільш перспективними для використання у функціональних напоях є водорозчинні сполуки рослинного походження.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження було обрано трав'янисту рослину *Louphfantus tibeticus* (лофант тибетський), зібрану в Київській області в період повного дозрівання згідно правилам збору лікарських рослин.

Екстрагенти готували шляхом змішування спиту етилового з дистилатом до об'ємної частки етанолу 70 %. Екстракти отримували за методом дрібної мацерації: відбирали наважку (до 3 г) сухого цвіту *Louphfantus tibeticus* подрібненого на частки до 2 mm, засипали у плоскодонну колбу і додавали 300 ml відповідного екстрагента. Для мацерації БАР при безперервному перемішуванні використовували магнітну мішалку типу RCTbasik що працювала у 5 режимі перемішування.

Для одночасних вимірювань TDS (солевмісту), ЕС (електричної провідності) і температури робочих середовищ використовували комбінований прилад TDS & EC meter (hold), який поєднує в собі 3 приладу: солемір, кондуктометр і термометр. Точність вимірювань становила $\pm 2\%$ повної шкали. Вимірювання pH екстрактів проводили за допомогою приладу pH-метр Ezodo 6011, який має діапазон вимірювання (0...14.0) ± 0.1 pH. За відповідними якісними реакціями визначали наявність групи флавоноїдів і тритерпенових сапонінів в екстрактах *Louphfantus tibeticus*. Сумарний вміст флавоноїдів в перерахунку на рутин і абсолютно суху речовину вимірювали при довжині хвилі 412 nm.

Результати. Виявлено, що *Louphfantus tibeticus* відноситься до класу найсильніших імунних стимуляторів, які активно зміцнюють захисні функції організму. Одержані результати підтвердили наявність у зразках флавононів, флавонолів, флавононів, пірокатехіну та всіх флавоноїдів з пірокатехіновим фрагментом, ізофлавононів, флавонолів з вільною 3-ОН групою, а також тритерпенових сапонінів. Було виявлено, що до складу екстрактів *Louphfantus tibeticus* входять іонні сполуки: рутин у кількості 1,508 %, танін – 1,663 мг, аскорбінова кислота – 0,184 г/100 мл (у спиртовому розчині), 0,222 г/100 мл (у водному розчині).

Результати повторних дослідів визначення електрохімічних показників екстракту в процесі мацерації наведені в табл.1.

Таблиця 1

Показник	Тривалість мацерації, min							
	13	28	43	78	101	128	187	237
ЕС, $\mu\text{S}/\text{cm}$	54,7-55	75-76	91-93	105-109	113-115	125-230	140-145	141-142
TDS, ppm	26,3-27	35,3-38	42,0-45	49,7-51	54,3-56	58,7-60	65,0-68	65,3-64
pH	6,93	6,70	6,40	6,37	6,60	6,50	6,40	6,40

Висновок. Зміни електрохімічних властивостей екстракту в процесі мацерації за вибраних умов відбуваються в першу чергу за рахунок виявлених іонних сполук.

9.Електрофізичні та фізико-хімічні характеристики коньяку

Юлія Коробка, Інна Луценко, Лілія Харченко, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових технологій

Вступ. Для визначення фальсифікації напоїв існують загальні і спеціальні засоби визначення. Разом з тим встановлено, що для оцінки якості зокрема алкогольних напоїв недостатньо класичних методів визначення фальсифікату, а необхідно використовувати і інші способи, які хоча не передбачені стандартами, але дозволяють виявити в напоях не ідентифіковані органічні домішки.

Матеріали та методи. Досліджували: бренд і ординарний «Shustov 150» (19.01.16) і коньяки «Три зірочки» - «Шабо» (дата розливу - 01.11.18) та «Кримський відбірний» (03.03.12). За стандартними методиками визначали їх фізико-хімічні та електрофізичні (електропровідність ES та вміст йонів TDS) характеристики, вміст етанолу й інші показники. Встановлювали, чи відповідає якість цих продуктів вимогам, які закладено в державних стандартах і технічних умовах на їх виробництво?

Результати. За даними Комітету охорони прав споживачів, в Україні близько 80% харчової продукції фальсифіковано за одним або кількома показниками. Основними засобами фальсифікації алкогольних напоїв є: використання технічного спирту, заміна натуральної сировини (плодів, трави, коренів, цукру та ін.) синтетичними барвниками, ароматизаторами, підсолоджувачами, гліцерином та ін. Деякі замітники відносяться до харчових домішок і не несуть потенціальної загрози, якщо не перевищені граничні норми. Але відсутність належної інформації або дезінформація споживачів (наприклад, за допомогою зображення натуральних плодів) змушує віднести такі напої до фальсифікованих. Фальсифікація напоїв досягається також за рахунок розведення водою, заміна одного типу напою - іншим, підміна марочних (витриманих) напоїв ординарними тощо. В залежності від використаної сировини, способів виготовлення і призначення всі алкогольні напої підрозділяють на наступні групи: спирт, горілка, лікєро-горілчані вироби, вина виноградні та плодово-ягідні, коньяки, ром, віскі, бренді, джін.

Справжній коньяк (точніше бренд) – це міцний алкогольний напій (40-45 %) бурштиново-золотистого кольору, що має складний аромат з відтінками ванілі і м'яким гармонійним смаком. Склад зразків коньяків: вітчизняний та (чи) імпортований коньячний спирт, витриманий не менше 3 років; пом'якшена вода; цукровий колер; цукровий сироп. Інші показники зразків наведені в таблиці:

Номер зразка	Вуглеводи, g	Калорійність, kcal	Густина, kg/m ³	Вміст спирту, %	ЕС, μS/cm	TDS, ppm	pH, pH
1	1,57	237,93	942	38,5	57	26	4,43
2	1,58	239	942,9	38	61	29	3,7
3	1,5	239	943,3	37,5	63	30	4,32

Висновки:

1. Об'ємна частка етилового спирту всіх зразків **не відповідає** вимогам статті 12 Закону № 3427-IV (3427-15) від 09.02.2006, що свідчить про фальсифікацію коньяків за цим показником.

2. Чим менший вміст спирту, тим більші густина, ЕС та TDS коньяків, що вказує на заміну частки коньячного спирту іншими водорозчинними компонентами.

Section 19

Mechanical engineering

Секція 19

Інженерна механіка

19.1.

Quality, reliability and durability of food production equipment

Chairperson – professor Yevgen Shtefan

Secretary – associate professor Inna Hetman

19.1.

Якість, надійність та довговічність обладнання харчових підприємств

Голова – професор Євген Штефан

Секретар – доцент Бойко Юрій

1. Cavitation wearing of modified ceramics

Oleksandr Litvinenko, Bohdan Pashchenko

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Technological equipment in various industries implements the processing of products mainly in a liquid-phase state. At the same time, special conditions of flow appear in the equipment units. These conditions include cavitation. Thus, a rational choice of appropriate materials is relevant. One of these materials is ceramics.

Materials and methods. There are present research of the cavitation resistance of specimens of modified ceramics based on the matrix Al_2O_3 with the addition of ZrO_2 up to 2% by mass. The resistance of the specimens was determined by the action of ultrasonic cavitation, which was generated by oscillations of a magnetostrictive vibrator with a frequency 22 and 44 kHz. The indicator of the wearing resistance of the specimens was the loss of their mass. It was determined by the gravimetric method at fixed time intervals.

Results. The wear resistance of the specimens with different oscillation frequencies is determined by the intensity of the mechanical impact on them. This is confirmed by the graph of the rate of mass losses of the specimens (Fig. 1, 2). The cyclical pattern of wearing is most pronounced at the frequency 44 kHz. Mechanical impact on the surface of the specimens causes an intensive formation of microcracks. They are formed at the boundaries of internal defects or large grains of Al_2O_3 . The additives of SiO_2 form the glassy phase between grains of Al_2O_3 . It weakens the structure of the specimens and also is a source of cracking. The cavitation resistance of the specimen №2 is explained by the hanging content of Al_2O_3 and by the introduction of fine-grained ZrO_2 into the composition of the specimen.

This allows to increase the viscosity of ceramics. The shock waves after the collapse of cavitation bubbles are absorbed by the structure of the material.

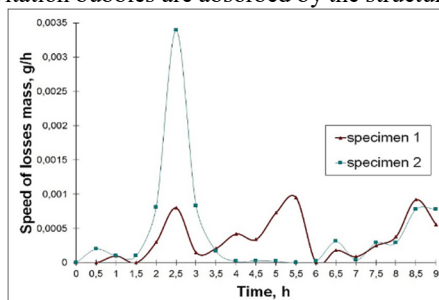


Fig. 1. The rate of mass losses of the specimens by the time at an oscillation frequency of 22 kHz.

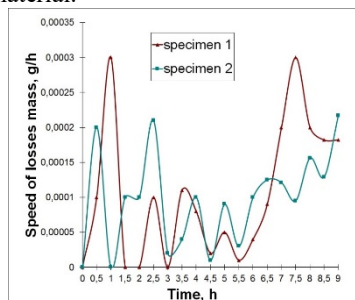


Fig. 2. The rate of mass losses of the specimens by the time at an oscillation frequency of 44 kHz.

Ceramics haven't plastic deformation. The brittle fracture nature of its destruction is the most typical. Hooke's law is valid for most types of ceramics. Their characteristics are evaluated by the values of flexural strength, Young's modulus and other indicators. Therefore, traditional approaches can be used for research of ceramics. That is why the cyclical nature of the destruction of ceramics can be compared with hydro-abrasive wear of metals.

Conclusions. The introduction of the modifier of ZrO_2 into the Al_2O_3 ceramic matrix allows the significant increasing of its wear resistance. Wear of materials is determined by the intensity of the cavitation effect and the phase ratio of components. To assess the wear of ceramics it is possible to use the approach similar to that one used for the assessment of wear of metals.

2. Науково-винахідницький біном, як основа методологічної концепції розвитку обладнання харчової промисловості

Олександр Батраченко¹, Олександр Некоз²,

1- Черкаський державний технологічний університет, Україна

2 - Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Відомо значну кількість публікацій, присвячених інтенсифікації творчого процесу отримання нових рішень в техніці. Існуючі методики громіздкі та достатньо вузько спеціалізовані. Їх поглиблений аналіз вказує на чітке розмежування наукових досліджень та винахідницької діяльності.

Матеріали і методи. Функціонально-вартісний аналіз, теорія вирішення винахідницьких задач, закони розвитку технічних систем.

Результати. Можна вважати, що означений вище підхід є вкрай непродуктивним та не дозволяє отримати найбільш прогресивні рішення або ж значно скоротити час на їх отримання. Особливо це стосується задач, які містять складні технічні протиріччя (які тривалий час не вирішуються за допомогою положень теорії вирішення винахідницьких задач). Вважаємо, що простоювання у розв'язку таких протиріч відбувається не через відсутність спроб їх вирішення, а через відсутність нових знань, які б дозволили більш глибоко та вірно зрозуміти причини виникнення задачі та виявити нові залежності між її параметрами.

Утворення нових знань відбувається саме в результаті наукових досліджень процесів та явищ, що супроводжують роботу технічної системи. Однак, наукові дослідження не відповідають на питання: "Як виникла вдосконалена конструкція технічної системи?". Дані методи необхідно поєднати, оскільки вони здатні взаємодоповнити один одного і створити базу для вирішення найскладніших технічних задач.

Поєднання означених методів можна назвати терміном "науково-винахідницький біном". Науково-винахідницький біном - це системне взаємоінтегроване поєднання наукових досліджень та методологічних засобів аналізу і вирішення технічних протиріч, яке спрямоване на вирішення складних технічних задач. Таке взаємоінтегроване поєднання призводить до утворення синергії. Науково-винахідницький біном покладено в основу розробленої методологічної концепції розвитку обладнання харчової промисловості.

Пропонується методологічна концепція, яка дозволяє швидко та чітко з'ясувати цілі вдосконалення обладнання, ті перешкоди, які заважають такому вдосконаленню та найбільш прогресивні шляхи його розвитку обладнання. Концепція адаптована для випадків, які найчастіше зустрічаються в харчовому машинобудуванні. Її структура представлена на рисунку 1. Кожен з блоків має відповідне змістовне наповнення.



Рисунок 1. Структурна схема методологічної концепції розвитку обладнання

Висновки. Запропоновано нову систему кроків по виявленню та вирішенню задач із вдосконалення обладнання харчової промисловості.

3. Визначення коефіцієнту проникності структурного шару осаду на керамічних фільтрувальних елементах

Пашенко Богдан, Штефан Євгеній

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ущільнення шару осаду на поверхні фільтрувального елемента призводить до закупорки пор фільтрувального елемента та необхідної подальшої регенерації мембрани. Тому дослідження його параметрів є актуальною проблемою при прогнозуванні зміни параметрів процесу розділення.

Матеріали і методи. Шар осаду розглядається як пористе тіло з певними структурно-механічними параметрами. Залежність проникності від розміру пор осаду отримується з урахуванням законів Дарсі і Пуазейля. З проходженням процесу у часі діаметр пор осаду змінюється, що обумовлюється ущільненням осаду на поверхні фільтрувального елемента. В результаті прохідний перетин пори зменшується та виникає певна пластична деформація осаду по всій поверхні фільтрування.

Результати. Для використання рівняння Пуазейля пористе середовище представляють у вигляді прямих трубок (каналів) однакового перетину довжиною L , що дорівнює довжині пористого середовища. Згідно із законом Пуазейля витрата рідини Q через таку пористе середовище складе:

$$Q = \frac{n\pi R^4 F \Delta P}{8\mu L} \quad (1)$$

Коефіцієнт пористості:

$$\Pi = \frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{ср}}} = \frac{\pi R^4 n F L}{F L} = \pi R^2 n \quad (2)$$

$$\text{отже } \frac{\Pi R^2 F \Delta P}{8\mu L} = \frac{k}{\mu} F \frac{\Delta P}{L}, \text{ і } k = \frac{\Pi R^2}{8}.$$

$$\text{Або } R = \sqrt{\frac{8k}{\Pi}} = 2.86 \sqrt{\frac{k}{\Pi}} \quad (3)$$

Для реального середовища, що володіє пористістю Π і проникністю k величина R , визначена за (3), має умовний зміст, так як при цьому вона не враховує складну будову і звивистість пор. За формулою Котяхова для реального пористого середовища маємо:

$$R = \sqrt{\frac{8k}{\Pi}} \varphi, \quad \varphi = \frac{\lambda^2}{\varepsilon} \quad (4)$$

де φ – структурний коефіцієнт, λ – коефіцієнт звивистості порових каналів ($\lambda \geq 6$),

Значення коефіцієнту проникності осаду отримується з використанням величин отриманих при моделюванні за формулою Сліхтера:

$$k = \frac{10.3d^2}{0.25\varphi\Pi} \quad (5)$$

Висновки. Розроблена методика визначення коефіцієнту проникності структурного шару осаду з врахуванням геометричних параметрів реального пористого тіла (керамічної фільтрувальної мембрани). Запропоновано математичні залежності для визначення коефіцієнту проникності шару осаду у процесі ультрафільтрації.

4. Підвищення втомної міцності ножів кутера

Олександр Батраченко¹, Олександр Некоз²

1- Черкаський державний технологічний університет, Україна

2 - Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для м'ясопереробників руйнування ножів кутера під час роботи машини є значною проблемою. До руйнування ножів призводить цілий комплекс причин, однак більшість їх поламок відбувається в результаті недостатньої втомної міцності.

Матеріали і методи. Високочастотне механічне проковування здійснювалось за допомогою установки РWІ-ІРМ, а імпульсно-плазмове зміцнення - за допомогою установки "Імпульс 3/4" Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона. Дослідження втомної міцності проводилось за допомогою вібростенда ВЭДС-200А Інституту проблем міцності НАНУ ім. Г.С. Писаренка.

Результати. Ножі, при середньому терміні експлуатації 2 місяці, можуть накопичувати порядку $150 \cdot 10^6$ циклів деформації. Аналіз відомих способів термічної обробки ножів показує, що жоден з них не відповідає в повній мірі вимогам високої надійності та довговічності ножів. Метал ножа повинен бути достатньо в'язким для витримування ударних навантажень і в той же час достатньо твердим для опору втомному руйнуванню. Розроблено новий спосіб зміцнення ножа кутера [патент України на винахід № 116036], який дозволяє отримати краще поєднання таких його характеристик, як ударна в'язкість та втомна міцність (рис. 1). Особливістю способу є забезпечення високої в'язкості серцевини корпусу ножа 6 шляхом відповідної термічної обробки і поряд з цим - забезпечення високої твердості поверхні корпусу ножа 5 за рахунок пластичного деформування, наприклад, шляхом високочастотного механічного проковування. Лезо 1 ножа прогартується на всю товщину за допомогою струмів високої частоти, що підвищує його зносостійкість. Нормалізація або поліпшення серцевини 6 покращує її в'язкість. Зміцнення поверхневих шарів 5 підвищує втомну міцність цих ділянок та опір зношуванню в умовах фретингу. Проводилось дослідження втомної міцності сталі 65Г, зміцненої високочастотним механічним проковуванням та імпульсно-плазмовою обробкою.

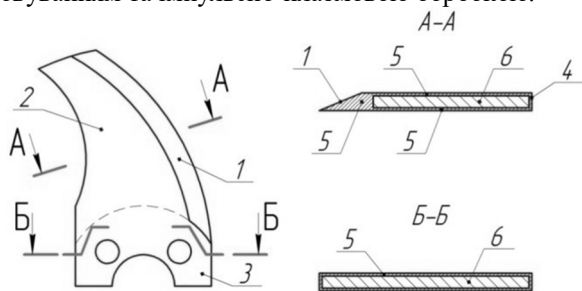


Рисунок 1. Схема зміцнення ножа кутера: 1 - лезо ножа; 2 - робоча частина; 3 - посадкова частина; 4 - тильна сторона; 5 - зміцнений шар підвищеної твердості; 6 - нормалізований або покращений шар зниженої твердості.

Висновки. Встановлено, що високочастотне механічне проковування дозволяє підвищити втомну міцність сталі 65Г до 2,5 разів. На відміну від відомих уявлень, імпульсно-плазмове зміцнення призводить до зменшення втомної міцності в 3-3,5 рази через надто інтенсивний нагрів поверхневого шару металу.

5. Моделювання штампування пористих заготовок для отримання поковок з внутрішньою конусоподібною поверхнею

Анатолій Михайлов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Деталі, що мають кільцеподібну форму, широко використовуються в машинах і апаратах сучасного машинобудування. Розглянуто технологію одержання деталі, яка застосовується в млині для розмелювання кави, методом штампування порошкових заготовок. Штампування здійснюється в штампі з кільцевим конічним компенсатором.

Матеріали та методи. Використовується метод скінчених елементів та теорія пластичності пористого тіла.

Результати. Попереднє комп'ютерне моделювання процесу деформування в штампі з кільцевим конічним компенсатором порошкових заготовок дозволило встановити ряд закономірностей їх ущільнення і формозміни.

У процесі штампування відбувається радіальна течія матеріалу в напрямку від центру. На заключному етапі деформування матеріал досягає поверхні матриці і починається витікання надлишку металу в компенсатор. При цьому матеріал повністю заповнює порожнину штампа, відбувається доущільнення зон утрудненої деформації і вирівнювання щільності за об'ємом виробу.

В процесі деформування біметалевих заготовок було встановлено, що можливо витікання менш міцного нижнього шару з під верхнього. Для запобігання цього ефекту запропоновано використовувати заготовки з різною початковою пористістю шарів (пористість шару, матеріал якого був міцнішим, була більшою).

Висновки. Методом скінчених елементів досліджено процес штампування порошкового виробу, що має похилу конічну поверхню.

Наявність компенсатора забезпечила витікання об'єму надлишкового металу, а також дозволила заповнити і максимально ущільнити порожнини штампа, які є зонами утрудненої деформації.

При штампуванні біметалевих заготовок, матеріал верхнього шару яких більш міцний, ніж матеріал нижнього шару, відбувається видавлювання нижнього шару з під верхнього. Уникнути цього явища можна за рахунок відмінності початкових пористостей шарів.

Література.

Штерн М.Б., Михайлов О.В. Модифицированные модели деформирования порошковых материалов на основе пластичных и труднодеформируемых порошков //Вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», Серія Машинобудування. – № 62. – 2011. — С. 13 - 19

6. Дослідження стійкості кінцевих твердосплавних фрез

Бондарчук Андрій, Бойко Юрій, Пашенко Богдан

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З розвитком автоматизованого виробництва деталей машин і машинобудівного обладнання висуваються нові, більш високі вимоги до різального інструменту, а особливо до його стійкості. З досвіду металообробки можна спостерігати, що при незначній зміні в технології виготовлення деталі можливо впливати на вартість виготовлення деталі.

Матеріали і методи. Розглянуто програмне забезпечення в системі Siemens NX, його переваги та використання на сучасних верстатах з ЧПК, яке здійснює більш повну візуалізацію техпроцесу, має широкий функціонал, що дозволяє швидко корегувати режими різання. Розглянуто вплив кута при вершині фрези на її стійкість. Кут при вершині фрези суттєво впливає на режими різання та стійкість інструменту. Визначення кута при вершині виконувалось за допомогою оптичного пристрою Haimer microset UNO 20140. При його збільшенні, яке відбувається в процесі зношування, зростає крутий момент на привідному двигуні інструменту.

Результати. Було здійснено випробування чотирьохзубих твердосплавних фрез діаметром 6мм і радіусом 0,5мм різних фірм виробників «PRAMET» 06E3S75-31A06 SUMA та «HGT» EB0606 6,0-4T (Тайвань) у порівнянні з аналогом – кінцевою фрезою фірми «Seco». Аналіз результатів показує, що період стійкості кінцевої фрези фірми «Seco» з покриттям MEGA 64 склав 440 хв., а аналогічні фрези «HGT» EB0606 6,0-4T – 380 хв, тобто на 86,36% менше стійкості базової фрези «Seco». Це є задовільним результатом, враховуючи істотно меншу вартість інших фрези (рис. 1).

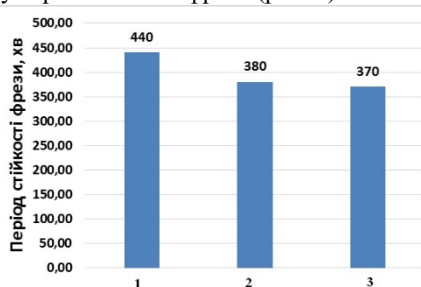


Рис. 1. Діаграма порівняння стійкості фрез : 1 – «Seco» серії 654080Z4.06-SIRON-A; 2 – «HGT» EB0606 6,0-4T; 3 – «PRAMET» 06E3S75-31A06 SUMA..

В умовах серійного виробництва це може бути суттєвим засобом заощадження фінансових ресурсів та, відповідно, зниження собівартості готових виробів та амортизаційних витрат. Більш дешеві фрези поступаються зносостійкістю, але також забезпечують задовільний результат, що видно в таблиці 1.

Таблиця 1.

Результати випробувань стійкості фрез

Виробник фрези	Кут при вершині зуба, град	Стійкість, хв.
«Seco»	22.3	440
«HGT»	25.1	380
«PRAMET»	37.7	370

Висновки. Досліджений та визначений вплив кута при вершині зуба фрези на її зносостійкість. Встановлено, що заміна кінцевих твердосплавних фрез фірми «Seco» на менш вартісні «HGT» дозволяє без суттєвих втрат забезпечити реалізацію техпроцесу та необхідну якість виробів.

7. Технологія оброблення деталі з використанням програмного забезпечення Siemens NX

Семена Олександр, Бойко Юрій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із шляхів досягнення ефективності процесу обробки є раціональне використання сучасних засобів виготовлення деталей на базі комп'ютерних технологій, верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК). Використання досконалого інструменту в більшості випадків дозволяє знаходити раціональні режими різання, скоротити тривалість обробки деталі та забезпечити якість обробленої поверхні.

Матеріали і методи. Змодельовано технологічний процес обробки деталі при високошвидкісному фрезеруванні лиски в деталі «Упор корпуса» за допомогою програмного забезпечення Siemens NX. Вона являє собою флагманську CAD/CAM/CAE-система виробництва компанії Siemens PLM Software. Система використовує ядро геометричного моделювання Parasolid. NX CAM – модуль підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПК. Він підтримує різні види обробки: токарну, фрезерну на 3-5-осьових верстатах з ЧПК, токарно-фрезерну.

Результати. На першому етапі моделювання в середовищі програми завантажується готовий CAD файл, в даному випадку залучається модель з середовища Компас 3D V16.1 і завантажується каркасна 3D модель. Це робиться для того, щоб під час моделювання технологічного процесу мати доступ до всіх геометричних елементів. Після цього задаються параметри розміщення деталі відносно системи координат, обирається тип заготовки. На наступному етапі моделювання в програмному середовищі було створено інструмент для оброблення деталі. Потім для деталі «Упор корпуса» задано початкова точка, розміщена на певній відстані від заготовки

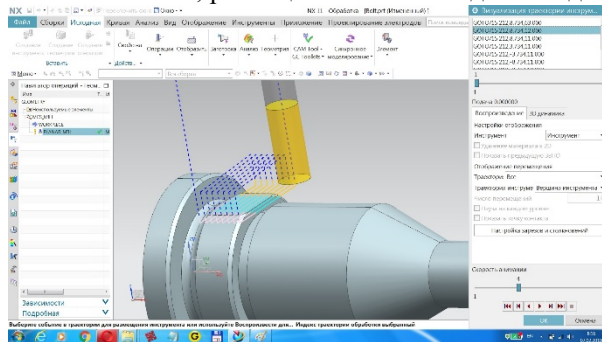


Рис. 1. Траєкторії руху ріжучого інструменту: а – траєкторія руху фрези на початку процесу оброблення ; б – траєкторія руху фрези під час процесу оброблення.

Після створення зазначених елементів, було безпосередньо створено траєкторію руху ріжучого інструменту з призначенням режимів різання, підведенням і відведенням робочого інструменту. Після того як було задано всі параметри, необхідні для процесу обробки, програма розпочала розрахунок та аналіз траєкторії руху інструменту, а також проведено його візуалізацію.

Висновки. Розглянуто програмне забезпечення в системі Siemens NX і його переваги, при якому забезпечується більш повна візуалізація техпроцесу, його більша функціональність, що дозволяє швидко корегувати режими різання та збільшити якість готового виробу.

8. Сертифікація пакування для харчових продуктів (схема FSSC 22000)

Кучеренко Юлія, Копилов Максим, Кадомський Сергій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В останні роки безпека харчових продуктів стала предметом серйозної турботи як виробників, так і споживачів продукції. Існуючі обов'язкові санітарно-гігієнічні норми не дають повну гарантію безпеки продукції. Досвід показує, що слабкий контроль може надати шкідливий вплив на здоров'я споживачів і повністю змінити долю процвітаючих компаній. Вирішити цю проблему покликані системи менеджменту харчової безпеки.

Матеріали і методи. Аналіз розробки, сертифікації та впровадження систем управління безпекою пакування для харчових продуктів за новітньою схемою FSSC 22000, що визнана Global Food Safety Initiative (GFSI - Глобальна ініціатива харчової безпеки), яка представлена наступним чином: FSSC 22000 = ISO 22000 + PAS 223 + 2 додаткових вимоги, де: ISO 22000:2005 – Міжнародний стандарт системи менеджменту безпеки харчових продуктів. Вимоги до всіх організацій в ланцюгу виробництва і споживання харчових продуктів; PAS 223:2011 – Загальнодоступна специфікація Програми передумови з безпеки харчових продуктів для проектування і виробництва пакувальних матеріалів для харчових продуктів.

Результати. Виробники упаковки для харчових продуктів є учасниками всього ланцюжка виробництва і споживання харчових продуктів. Саме цим і обумовлена зацікавленість виробників харчових продуктів у співпраці з компаніями, які виготовляють якісну і безпечну упаковку.

Перша вимога – специфікації (технічні умови) для послуг; друга вимога – контроль персоналу щодо застосування принципів харчової безпеки.

На особливу увагу заслуговує специфікація PAS 223: 2011, яка встановлює вимоги для обов'язкових програм, призначених для використання спільно зі стандартом ISO 22000 з метою підтримки систем управління, що забезпечують випуск безпечних харчових продуктів. Цей документ представляє особливий інтерес для виробників пакування для харчових продуктів і напоїв у всьому світі. У його розробці брали участь такі провідні виробники пакування, як Alpla, Amcor, Owens-Illinois, Rexam і Tetra Pak, а також визнані виробники харчових продуктів: Coca-Cola Co., Danone, Nestle, Kraft Foods і Unilever.

Специфікація PAS 223 визначає вимоги, стосовно пункту 7.2.3. стандарту ISO 22000:2005, які необхідно виконувати і підтримувати у вигляді попередніх програм (PRPs) з метою надання допомоги системі менеджменту безпеки харчових продуктів при виготовленні пакувальних матеріалів для харчових продуктів. Дана специфікація застосовна до всіх організацій, які виробляють пакування (незалежно від розмірів і складності), що безпосередньо контактує з харчовими продуктами.

Висновки. Впровадження і сертифікація систем за цим стандартом дозволяють виявляти і запобігати потенційно небезпечній продукції на ранніх стадіях життєвого циклу, що призводить до зниження виробничих витрат, підвищує кваліфікацію персоналу. Завдяки дотриманню вимог сертифікаційної схеми FSSC компанія буде відповідати всім міжнародним правилам та вимогам в різних сферах: гігієні і санітарії, очищення та дезінфекції, боротьби з гризунами та комахами, відбору зразків та контролю параметрів продукції, тестування обладнання, випуску та вилучення продукції. Наявність сертифіката за вищевказаними стандартами дозволить зміцнити авторитет торгової марки (іміджу), демонструвати прихильність компанії до виробництва безпечного пакування для харчових продуктів, підвищити її статус в роботі з іноземними та вітчизняними підприємствами.

9. Система НАССР, як провідник до безпечної продукції

Матвеева Анна, Степанова Ольга, Кадомський С.В.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Суспільство вже давно звернуло увагу на те, що більшість хвороб людини пов'язана саме з незадовільним харчуванням і, більше того, з використанням харчових продуктів, що не відповідають нормам безпеки. А це хвороби, епідемії, людські трагедії, втрата трудових ресурсів.

Матеріали і методи. НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points)

Результати. З ухваленням Директиви Ради ЄС № 193/43 «Про гігієну харчових продуктів» НАССР стала складовою частиною стандартів з харчової безпеки країн ЄС, а після прийняття Регламенту ЄС № 852/2004 щодо гігієни харчових продуктів системи контролю на основі принципів НАССР стали обов'язковими.

НАССР визначає критичні сфери виробництва, куди необхідно направити ресурси, щоб мінімізувати ймовірність браку. Зниження виробничих витрат дає можливість швидко відчувати вигоду. З одного боку, упровадження НАССР може бути витратним. Буває, що йдеться не тільки про оптимізацію виробничих процесів і тренінги для персоналу. Може знадобитися, наприклад, перебудова приміщень.

Але найважливіше, необхідно пам'ятати, що будь-які інвестиції можуть виявитися безрезультатними, якщо не зроблене найголовніше – не змінено ставлення людей до забезпечення безпеки харчової продукції. Наприклад, елементарне миття рук. Усі знають ще з дитячого садка, чому важливо мити руки, але, як не дивно, персонал харчових підприємств часто забуває про це.

Якщо прорахувати часові, фінансові, тактичні і стратегічні втрати підприємства в разі провалу його продукції, то ціна на впровадження НАССР виявляється невеликою. Результати опитувань свідчать, що в середньому підприємства втрачають близько третини своєї ринкової частки у разі проблем із якістю продукції. На відміну від традиційної системи управління безпекою та якістю продукції, коли невідповідність виявляється вже на стадії готового продукту, НАССР запобігає проблемі у процесі виробництва продукції, що негайно виражається в конкретних результатах: скорочується кількість неякісної продукції та знижується її собівартість.

НАССР – гнучка система, яка легко інтегрується у системи управління якістю. Упровадження НАССР можна розділити на етапи: від основних принципів до сертифікації. Причому НАССР дає позитивний ефект на кожному етапі її впровадження. А сертифікація – це вершина піраміди. Практика показує, що багато підприємств, які уже впровадили в себе принципи НАССР або систему повністю, не поспішають з її сертифікацією. Вони зробили це з метою забезпечення безпечного виробництва та заощадити кошти.

Застосування системи НАССР у харчовій промисловості дає найповніші гарантії безпеки продукції. Водночас керівництво підприємства отримує ефективно кероване виробництво, економію витрат, мінімізацію ризиків і прихильність покупців. Наявність на підприємстві НАССР — це «вхідний квиток» на міжнародні ринки. НАССР забезпечує зростання вартості компанії і привертає інвесторів. Сучасні споживачі краще інформовані, більш ошадливі і розбірливі, тому все більше супермаркетів вимагають від своїх постачальників додаткових гарантій безпеки і якості товарів, зокрема використання системи НАССР.

Висновки. Практика впровадження системи НАССР на різних підприємствах свідчить перш за все про те, що виробництво безпечної харчової продукції веде до успішного бізнесу. Це відбувається через задоволення вимог як роздрібних мереж, так і споживачів.

19.2.

Applied, theoretical mechanics and engineering graphics

Chairperson – associate professor Vadym Serpuchenko

Secretary – associate professor Andrii Kotsiubanskyi

19.2.

Прикладна, теоретична механіка та інженерна графіка

Голова – доцент Вадим Серпученко

Секретар – доцент Андрій Коцюбанський

1. Дослідження застосування САЕ-модулів AUTODESK INVENTOR для проектування в галузевому машинобудуванні

Дмитро Волошко, Вадим Серпученко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

The aim is to analyze the existing CAE – module «Master of designing», which have been built in Autodesk Inventor 11, as given product is the most widespread at the machine-building enterprises of Ukraine.

Одним з найбільш поширених програмних продуктів САПР, є пакет програм компанії AutoDesk Inventor Professional R II (далі Inventor) [1]. На багатьох машинобудівних підприємствах цей пакет широко застосовується для вирішення CAD-задач, але вбудовані в нього модулі інженерних розрахунків (CAE) практично не використовуються, тому що фахівці не мають інформації щодо методологій розрахунків машинобудівних виробів. Для аналізу був обраний вбудований в Inventor модуль «Майстер проектування», який [2]:

- підтримує функціональне проектування, використовуючи в процесі розрахунку експертні знання геометричних, кінематичних і динамічних властивостей виробів;
- містить метод формування бібліотеки експертних знань, сумісний з CALS;
- являє собою комплект програм розрахунку і твердотільного моделювання, які дозволяють створювати машинобудівні вироби з урахуванням простих і / або комплексних механічних властивостей.

- реалізує набір обчислень, що відображають стандартні математичні та фізичні моделі.

Майстер проектування складається з трьох компонентів [2]:

1. «Механічні калькулятори». В ході проектування і перевірки механічних систем інженерні калькулятори використовують стандартні математичні формули і фізичні закони. Калькулятори дозволяють розрахувати посадки, допуски, крутний момент, тиску, динамічні або статичні навантаження та ін.

2. «Генератори». Компоненти - потужність, швидкість, властивості матеріалу - використовуються для підбору, аналізу та створення часто використовуваних деталей машин на основі функціональних вимог і ТУ. Генератори дозволяють спроектувати такі компоненти як механічні з'єднання, вали, передачі, ущільнювальні кільця, ремінні та ланцюгові урухомники, пружини та ін.

3. «Блокнот інженера». Являє собою доступний в режимі реального часу довідник відомостей і обчислювальних співвідношень для всіх розрахунків, що містить теорію машинобудування, формули і алгоритми, що використовуються при проектуванні машин, які можна знайти в «Майстрі проектування».

Висновки. При використанні «Майстра проектування» для інженерних розрахунків відбувається паралельний інжиніринг, тобто паралельно виконується проектування і розрахунок. Це дає поліпшення якості і скорочення часу на процес проектування, при цьому зменшується ймовірність помилки, тому що конструктивні елементи і матеріал вибираються з бази даних. На підставі цього, можна рекомендувати застосування САЕ-модуля в Inventor для проектування в галузевому машинобудуванні.

Література.

1. Tkachenko V. Преимущества Autodesk Inventor [Електронний ресурс] / V. Tkachenko // Сайт поддержки пользователей САПР. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.cad.dp.ua/sovets/invent2.php>.

2. Концевич В. Г. Твердотельное моделирование в Autodesk Inventor / В. Г. Концевич. – Киев, Москва: ДиаСофтЮП, ДМК Пресс, 2008. – 672 с.

2. Властивості зорового сприйняття цифрових зображень

Валентина Гущик, Вадим Серпученко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Цифрове зображення подається у вигляді цифрової матриці, тобто у вигляді числових рядків і колонок, що зберігається в пам'яті комп'ютера. Цифрове зображення аналізується, відтворюється і зберігається після проведення його математичного кодування. Це кодування засноване на бінарній (двійковій) системі, в якій інформація виражається у зміні послідовності двох цифр, - 1 і 0. Цифрові зображення на відміну від аналогових мають дискретний характер.

Растрові зображення є двовимірним масивом, елементи якого (пікселі) містять інформацію про колір. За глибиною кольору растрові зображення можна поділити на бінарні, півтонові, палітрові, повнокольорові.

Колірною моделлю називають систему кодування кольорів, яка використовується для зберігання, відображення на екрані і друку зображення.

Модель RGB (Red-Green-Blue – червоний-зелений-синій) базується на використанні трьох основних кольорів. Інші кольори та відтінки отримуються змішуванням визначеної кількості кожного з основних кольорів (рис.6.а). Вона є основою для електронного відтворення зображень на екрані монітору.

Модель CMY (Cyan-Magenta-Yellow – голубий-пурпуровий-жовтий) є субтрактивною і описує кольори, отримані в результаті відбивання світла об'єктами. Блакитний, пурпуровий і жовтий кольори називають доповнювальними, тому що вони доповнюють основні кольори до білого. Головною проблемою моделі CMY є те, що накладання один на одного доповнювальних кольорів на практиці не дає чистого чорного кольору. Тому в модель включають четвертий компонент чистого чорного кольору (black – чорний). Такий різновид моделі має абревіатуру **CMYK**.

Модель HSB – колір визначається трьома компонентами: відтінком (Hue), насиченістю (Saturation) і яскравістю (Brightness). При моделюванні кольорів тут не змішують основні кольори, а змінюють їх властивості.

Модель CIE Lab – будь-який колір визначається інтенсивністю тону (освітленістю) (*L* Lightness) і хроматичними компонентами: параметром *a*, що змінюється в діапазоні від зеленого до червоного, і параметром *b*, що змінюється в діапазоні від синього до жовтого.

Людське око може сприймати світлове випромінювання в діапазоні довжин хвиль від 380 до 770 нм – одночасно близько 10 тисяч різних кольорів. Хвилі різної довжини сприймаються оком неоднаково. Психологами встановлено, що урівноважена в колірному відношенні середа залучає, створює творчу атмосферу, заспокоює і поліпшує спілкування людей між собою. Колір істотно впливає на психоінтелектуальний стан людини. Кольори завертаються до почуттів людини.

Література.

1. Рац В.А. Візуалізація інформації: психологічні та організаційні аспекти /В.А.Рац, Л.В.Вареїна та ін. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2000. – 160 с.
2. Сайт Львівського національного медичного університету ім. Д. Галицького – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfiles.net/preview/5280766/page:2/>.

3. Графен в інженерії

Олексій Бруква, Андрій Коцюбанський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Графен за останні десять років наробив у науковому світі багато галасу. Поступово набуває застосування практично в усіх сферах людської діяльності. Про графен навіть кажуть, що він є матеріалом майбутнього.

Матеріали та методи. Вперше про графен заговорили у 2004 році, коли Андрієм Геймом і Костянтином Новоселовим була опублікована стаття про цей незвичайний матеріал. У 2010 році вчені отримали за свій винахід Нобелівську премію.

Графен неймовірно міцний, гнучкий, еластичний, стабільний при кімнатній температурі. Він володіє високою тепло- та електропровідністю.

Графен являє собою перший двовимірний матеріал. Властивості матеріалу визначаються не тільки хімічним складом, але й розташуванням атомів. В усіх відомих донедавна матеріалах атоми впорядковані в трьох вимірах, тому вони, відповідно, мають довжину, ширину та висоту. А графен – це один шар вуглецевих атомів вуглецю. У нього є довжина й ширина, а висоти немає, тому він називається двовимірним.

Графен це один з найскладніших у світі матеріалів, який у 100 разів перевершує за міцністю сталь, володіє величезною гнучкістю і безліччю інших переваг.

Основна частина. З моменту появи графена розроблені різні способи його отримання в промислових масштабах, однак успішно перетворити його в ефективну тривимірну форму поки не вдавалося - втрачалися властивості.

За допомогою розробленої математичної моделі і комп'ютерної симуляції. Інженерами з Массачусетського технологічного інституту була розроблена геометрична конфігурація об'ємного графена, яка точно відповідала експериментальним спостереженнями, які проводили з збільшеними в тисячу разів моделями з інших матеріалів (рис.1).

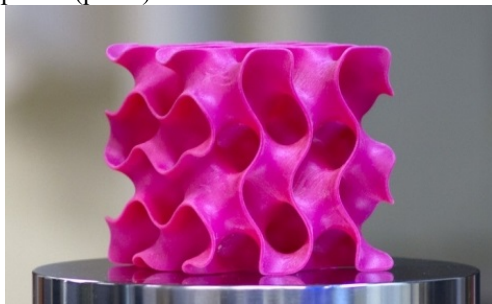


Рис. 1. Модель об'ємного графена

Дослідники отримали один з найбільш міцних і легких матеріалів. Його розрахункова щільність склала всього 5% від щільності стали при десятикратному перевищенні її міцності, що надає значних перспектив для його використання в інженерних конструкціях.

Висновки. Графен має високі потенційні переваги при застосуванні в інженерних конструкціях, теплотехніці, електроніці, та інших напрямках в порівнянні з традиційними матеріалами. Що виправдовує його подальше дослідження.

4. Проектування пружин за допомогою системи Компас 3D

Максим Таран, Андрій Коцюбанський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасних умовах надзвичайно швидкого розвитку технічних засобів та інформаційних технологій виникають все нові можливості розрахунку та порівняльного аналізу властивостей різних конструкцій деталей, які виконують подібні функції. Одним з видів таких деталей є пружини стиску.

Матеріали і методи. Система автоматизованого проектування КОМПАС надає багато можливостей для проведення досить складних розрахунків на базі прикладних програм, які об'єднані у бібліотеки за функціональною ознакою. Однією з таких бібліотек є бібліотека для розрахунку пружин.

Основна частина. КОМПАС надає можливість виконуємо перевірочні та проектні розрахунки для пружин розтягу, стиску, тарілчастих пружин, конічних і фасонних пружин та пружин кручення.

Як приклад розглянемо побудову циліндричної та конічної пружини стиску за однакових вихідних умов. Для правильної роботи пружини стиску велике значення має конструкція кінцевих витків (опорні). Вона повинна забезпечувати поверхню контакту між кінцевими витками та опорними деталями. КОМПАС дає можливість підбору конструкції опорних витків.

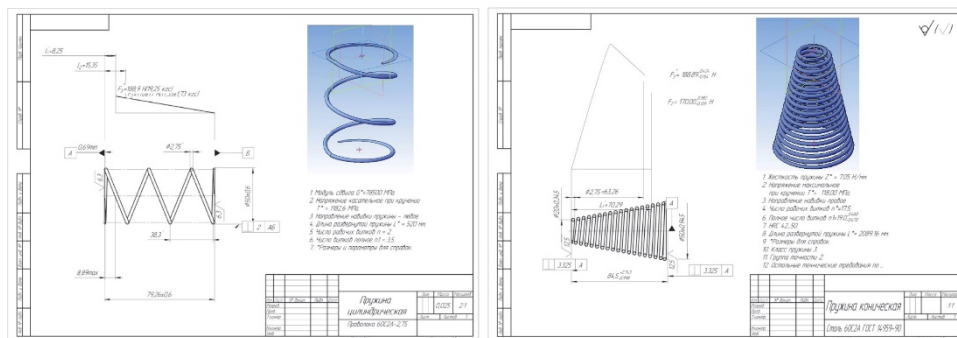


Рис.1. Кресленик та просторова модель пружин

Спроектовані за однаковими вихідними даними циліндрична та конічна пружини відрізняються кількістю витків (у циліндричній – 2, у конічній – 17,5) довжиною пружини у вільному стані (у циліндричній – 79,26, у конічній – 106,37). Таким чином, при відсутності вагомих причин на користь конічної, перевагу слід віддавати більш простим у виготовленні циліндричним пружинам.

Висновки. Широке розповсюдження автоматизованих систем проектування дозволяє досить оперативне здійснити проектування та порівняний аналіз можливих конструкторських рішень, що показано на прикладі пружин. Більш того, застосування таких систем для розрахунків не потребує високої кваліфікації виконавця.

5. Сфери застосування тривимірних промислових принтерів

Іван Сінченко, Віталій Кавун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

3d-принтери активно використовуються в різних виробництвах. З їх допомогою виготовляють зразки нової продукції, прототипи для тестування, окремі деталі, майстер-моделі для литва. 3d-друк незамінний, коли треба швидко отримати точне фізичне втілення комп'ютерної CAD-моделі.

Використання 3d-принтерів в промисловості

Промислові 3d принтери – це система відтворення тривимірних моделей виробів з різних видів матеріалів. Вони використовуються для виготовлення різних моделей, прототипів деталей, а також спеціалізованих прес-форм. Сучасні моделі тривимірних принтерів дозволяють виготовляти якісні вироби на основі створеної моделі-файлу. Відмітимо, що устаткування цього типу функціонує в автоматичному режимі. Процес виготовлення моделі або виробу, займає декілька годин і залежить, передусім, від форми, розмірів і інших параметрів.

Переваги промислових тривимірних принтерів.

Промислові тривимірні принтери знайшли широке застосування на різних виробничих підприємствах, на яких існує необхідність виготовлення форм для відливу. Їх використання, є особливо ефективним в тих випадках, коли йдеться про штучне або мало серійне виробництво. Для друку виробу розробляється його CAD-модель, а після, робиться відтворення моделі на RP-машині (3d-принтер).

Технологія тривимірного друку дозволяє скоротити час розробки виробу. Попри високу вартість 3d принтера, таке обладнання відрізняється рядом якісних особливостей. Основною перевагою такого устаткування є: висока якість виготовлення, надійність, висока продуктивність, простота в обслуговуванні.

Застосування 3d принтера в виробництві не має меж. Це пояснюється тим, що завдяки сучасним технологіям вже сьогодні існують принтери для тривимірного друку високої точності. При цьому можуть використовуватися різні витратні матеріали, такі як: металева пудра, скляний порошок, гума і поліуретан, різні типи пластиків, цемент і інші будівельні суміші.

Це означає, що за допомогою 3d-принтера можливо виготовити будь-яку деталь. При цьому вона не поступатиметься деталям, виготовленим традиційними методами.

Сучасний 3d принтер можна застосувати практично у будь-якій області промислового виробництва. Приміром, в автомобілебудуванні такі пристрої використовуються для того, щоб створювати зменшені копії автомобілів і їх деталей. Це дозволяє працювати з ними наочно, усувати недоробки і так далі. Окрім цього принтери для тривимірного друку активно використовуються в дизайнерських студіях для створення зменшених моделей будівель, приміщень і декоративних прикрас. З їх допомогою можна створити модель архітектурної будівлі.

Устаткування цього типу знайшло широке застосування в різних сферах діяльності. Окрім виробничих підприємств, такі принтери використовують в дослідницьких інститутах, в архітектурі, в медицині і т.д. Якщо ж йдеться про використання устаткування в медичних цілях, то 3d принтерів застосовуються в процесі виробування протезів, імплантів, брекетів, коронок для зубів і так далі. Таким чином, устаткування широко використовується в різних сферах діяльності людини.

Принтери можуть мати різні розміри, від найкомпактніших домашніх моделей, до промислових облаштувань величезних розмірів.

6. К вопросу исследования механики опорно-двигательной системы человека

Алексей Филипчик, Владислав Протасюк, Виталий Харкевич
Могилевский государственный университет продовольствия,
Могилев, Республика Беларусь

Работу двигательного аппарата человека обычно излагают с позиций общих законов механики, вполне применимых для оценки системы опорно-двигательного аппарата как системы рычагов, в которых действуют две противоположные силы: движущая сила (мышечные сокращения) и сила сопротивления. В таких рычагах момент силы является непостоянной величиной, обусловленной положением одних костей по отношению к другим, образующим данное сочленение.

В опорно-двигательной системе имеются образования, способствующие увеличению плеча силы мышц, благодаря чему значительно повышается момент силы. К этим образованиям относятся сесамовидные кости, блоки, костные отростки и бугры, разнообразные выступы и шероховатости. В свою очередь в организме человека в зависимости от расположения движущей силы (мышечное сокращение) и силы сопротивления относительно оси вращения различают рычаги первого, второго и третьего рода (см. рис. 1).

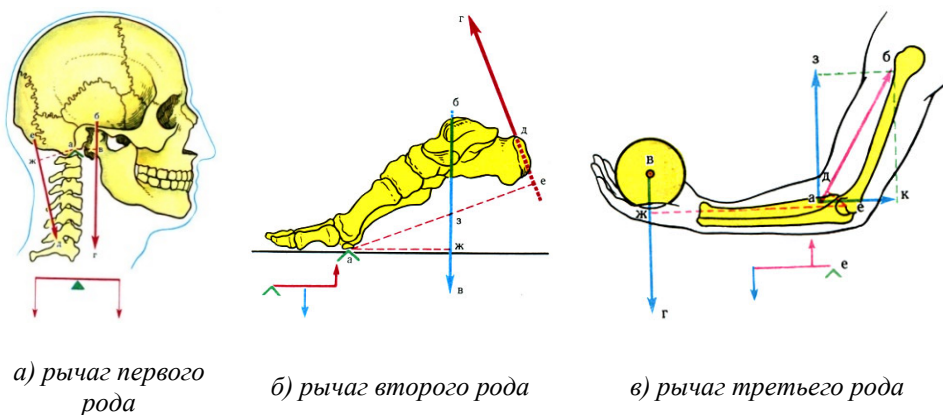


Рис. 1 Виды рычагов в организме человека

Представленная выше система костных рычагов представляет рабочую систему в механическом значении только при определенных условиях. Одним из этих условий являются открытые и закрытые кинематические цепи и степени свободы.

При анализе возможных движений двух твердых тел (например, в шаровидном суставе), соприкасающихся в одной точке, видно, что тела способны переместиться взаимно в пяти направлениях и сохранить пять степеней свободы. Эти пять степеней свободы возможны в суставе только теоретически, а фактически подвижность в суставах имеет только три степени свободы. Это ограничение создают капсулы, связки и мышцы, окружающие сустав.

Движения у человека складываются в кинематические цепи. Поэтому двигательный аппарат человека можно рассматривать как построение сложного механизма с различным числом степеней свободы, в котором благодаря напряжению мышц исключаются и тормозятся движения.

7. Застосування методів опору матеріалів до дослідження міцності біологічних об'єктів

Кіріл Болібрux, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Необхідність вивчення фізико-механічних властивостей рослин обумовлюється особливістю створення засобів механізації сільськогосподарського виробництва. Виходить, що робочий орган машини взаємодіє з біологічним організмом – рослиною, і тому проектування технологічних процесів в сільськогосподарських машинах і їх розрахунков повинні ґрунтуватися на знанні основних механічних характеристик міцності і пластичності біологічного матеріалу рослин, які визначають його здатність чинити опір деформації і руйнуванню.

Матеріал і методи. В роботі досліджувалася природна механічна міцність насіння на прикладі культури нуту з визначенням основних фізико-механічних характеристик методами опору матеріалів.

Особливістю біологічного матеріалу – рослинної тканини - є анізотропія, тобто відмінність властивостей за напрямками, яка сильно проявляється при оцінюванні механічних характеристик насіння. Насіння нуту відноситься до органічних тіл і відрізняється досить складною конфігурацією.

Перераховані особливості структури насіння нуту значно впливають на його механічні властивості та поведінку в процесі деформування.

Основна частина. Деформація досліджуваного об'єкта вимірюється за допомогою консольної балки рівного опору з наклеєними на неї дрютяними тензодатчиками. Для вимірювання стискаючої сили використовується месдоза, виготовлена у формі полого пустотілого сталевого циліндра з кришкою, на дні якого всередині розміщені тензодатчики. Сигнали, що надходять з датчиків вимірювання величини стискаючого зусилля і деформації насіння, посилюються за допомогою тензопідсилювача «Топаз-3» і фіксуються на фотопапері магнітоелектричного осцилографа К12-22. За результатами статичних випробувань після обробки отриманих осцилограм були побудовані діаграми навантаження в координатах «напруження - відносна деформація» (σ - ϵ), як це прийнято в експериментальній практиці вивчення механічних властивостей конструкційних матеріалів. Були визначені основні механічні характеристики біологічного матеріалу насіння.

Висновок. По результатах досліду було встановлено, що для сухого насіння - межа пружності близька до границі міцності і зона пластичних деформацій мінімальна або зовсім відсутня. Сухе насіння руйнується як пружно крихке тіло, руйнування настає після стадії мікропошкодження у вигляді дрібних тріщин, які пронизують зернину на ту чи іншу глибину від його поверхні. З підвищенням вологості відбувається зниження пружних властивостей насіння і наростання пластичних. Скорочується зона пружних деформацій і різко збільшуються залишкові деформації. Молекули води, проникаючи в простір між макромолекулами високополімерів, складових речовина насіння, послаблюють сили взаємодії між ними і знижують міцність зерна. Зі збільшенням вологості криві навантаження розташовуються з меншим кутом нахилу до осі абсцис, що говорить про зниження величини границі пружності і зусилля руйнування. Зерно починає підкорятися законам деформування пружно тел. На відміну від крихкого сухого насіння, яке руйнується при дуже малих залишкових деформаціях, що характерно для крихких матеріалів, у вологого насіння руйнування відбувається лише після значного пластичного деформування, з істотною зміною його форми.

8. Методика визначення характеристик міцності матеріалів під час в випробування зразків на розтяг за високих температур

Дмитрій Данюк, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

За результатами випробувань зразків на одноосне розтягання в умовах високих температур, представлена методика визначення механічних характеристик матеріалів, що використовуються для сучасних газотурбінних установок. Ця методика дозволяє враховувати вплив температури та змін, що виникають під час використання датчиків деформації сучасних випробувальних систем.

Відповідно до існуючих нормативних документів газотурбінних установок обов'язковим є проведення спеціальної кваліфікації матеріалів. Яка проводиться через випробування зразків на розтяг, що виготовляються із цих матеріалів.

Основною вимогою до проведення випробувань є точність оцінки необхідних механічних характеристик матеріалів.

Характеристики міцності і пластичності матеріалу, такі як модуль пружності, умовна границя текучості, границя пропорційності та відносне подовження, визначаються на підставі діаграм деформування зразків під час одноосного розтягу в заданому температурному діапазоні з використанням стандартних методик.

Величина похибки, обумовлена не співвісністю силового ланцюга, що безпосередньо залежить від кваліфікації оператора і самої випробувальної машини. Практика показує, що під час проведення випробувань без належних заходів по її вирівнюванню можна отримати як завищені, так і занижені значення модуля пружності матеріалу, що відрізняються від дійсних на 10% і більше.

Метою цієї роботи є визначення механічних характеристик матеріалів за результатами випробувань зразків на одноосний розтяг при високих температурах.

Під час випробування зразків в умовах високих температур внаслідок нагріву високотемпературного екстензометра виникає похибка в його показниках. Для її визначення проводилися експерименти з такзваним "порожніми" зразками за кімнатної та підвищеної температур. Такі зразки представляють собою розрізаний поперек зразок або просто стержень, половинки якого закріплюється в захвати машини з зазором. На обидві половинки як на цілий зразок встановлюється високотемпературний екстензомер. В даному експерименті екстензомер вимірює не деформацію, а переміщення.

Всього було випробувано 48 зразків, по 12 при кожній температурі.

Оскільки в роботі розглядаються питання точності експериментального визначення механічних характеристик, а не їх конкретні значення, зручніше було оперувати відносною величиною.

Запропонована методика визначення механічних характеристик матеріалів за результатами випробування зразків на одноосне розтягування в умовах високих температур дозволяє враховувати похибки вимірювання. Ці похибки виникають під час використання датчиків деформації (екстензометрів) сучасних випробувальних систем в умовах впливу високої температури на неспівісність їх силового ланцюга.

Показано, що застосування зазначеної процедури дозволяє зменшити розсіювання значень модуля пружності і скорегувати його значення таким чином, щоб мінімізувати вплив на співісність силового ланцюга, а також вплив похибки вимірювання самого екстензометра, включаючи й ті, які залежать від температури випробування.

9. Вплив магнітного поля на деформативність високоміцних сталей

Олексій Бруква, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Холодна обробка тиском високоміцних сталей має обмежені можливості і залежить від властивостей реологій в цих умовах деформації. Поліпшення умов обробки металу відбувається за рахунок підвищення енергії в зоні деформації. Це досягається шляхом локалізації зони деформації (підвищення рівня механічної енергії) або застосування комбінованих способів обробки з використанням джерел інших видів енергії, зокрема, енергії електромагнітного поля.

Матеріали і методи. Магнітне поле – складова електромагнітного поля, за допомогою якого здійснюється взаємодія між рухомими електрично-зарядженими частинками.

Основна частина. Холодна обробка тиском сталей високої міцності характеризується високим значенням опору деформації металу. Його зниження розширить можливості обробки сталі. Опір деформації сталі можна охарактеризувати кількістю енергії, що витрачається на розвиток дефектів кристалічної решітки, за рахунок чого і відбувається формозміна металу. Відомий позитивний вплив магнітного поля на рух дислокацій, на їх взаємодію із стопорами (магнітнопластичний ефект). Існує ряд досліджень про вплив постійного магнітного поля в окремих випадках деформації металів. Дані робіт дозволяють вважати постійне магнітне поле перспективним технологічним чинником, що робить суттєвий вплив на деформованість металів в процесі обробки тиском. Випробуванням на розтяг і стиск піддавалися зразки стали марок 20X13 і 09X16H4Б. Для розтягу використовувалися зразки з діаметром робочої зони 4,0 мм і початковою розрахунковою довжиною 32 мм, для стиску – зразки діаметром 5 мм і висотою 8 мм. Устаткування для випробувань на розтяг в магнітному полі складається з електромагніту і гідравлічного пресу. Деформація металу відбувається між сердечниками магнітних котушок. Визначення ефективності використання магнітного поля під час обробки металів тиском оцінювалося по зміні запасу пластичності металу. В якості показника пластичності вибрано співвідношення між текучістю і міцністю металу. Під час дослідження було також встановлено, що запас пластичності сталей збільшується з посиленням магнітного поля.

Висновки.

1. Дія магнітного поля в середньому на 15% підвищує запас пластичності досліджених сталей.
2. Інтенсивність впливу магнітного поля на міцність сталі залежить від виду напружено-деформованого стану металу під час його формозміни.

10. Дослідження процесів переміщення рулонних таропакувальних матеріалів виконавчими механізмами пакувального обладнання

Віталій Бабич, Микола Масло

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Перспективним напрямком подальшого розвитку пакувального обладнання є створення і вдосконалення машин автоматичної дії з реалізацією безперервних процесів пакування харчових продуктів у рулонні таропакувальні матеріали, які подаються з рулонів у вигляді безперервного полотна. Застосування таких пакувальних матеріалів дозволяє створювати сучасні технічні комплекси з окремих функціональних модулів і сприяє інтенсифікації процесів виготовлення споживчих упаковок, коли поряд із виконанням операцій виготовлення упаковок одночасно здійснюються операції пакування продукції.

Матеріали і методи. Загальна ефективність експлуатації сучасного пакувального обладнання залежить від надійного функціонування всіх окремих функціональних модулів, які входять до складу пакувальних машин, але, як показує досвід виготовлення та налагодження обладнання такого типу, найбільш чутливими до зміни параметрів руху полотна і незначних коливань фізико-механічних характеристик таропакувальних матеріалів є механізми подачі пакувальних матеріалів. Аналітичними і експериментальними дослідженнями встановлено, що найбільш стабільна робота вказаних механізмів забезпечується за умови мінімальних зусиль у полотні таропакувального матеріалу, коли деформації полотна матеріалу під дією прикладених зусиль також є мінімальними.

Необхідна мінімізація зусиль у полотні рулонного таропакувального матеріалу ускладнюється тим, що робочі органи окремих механізмів працюють в дискретних режимах з розгоном, гальмуванням і зупинками на необхідний вистій полотна матеріалу. Таким чином, повотно пакувального матеріалу рухається зі значними прискореннями в фазах розгону і гальмування, які викликають значні динамічні навантаження в полотні матеріалу. Так як вельми значна частина маси таропакувального матеріалу знаходиться в рулоні, саме інерційна маса рулону є основним джерелом виникнення динамічних навантажень в полотні матеріалу. Для забезпечення стабільних мінімальних навантажень полотна пакувального матеріалу широко застосовуються компенсатори натягу полотна. Для ефективної компенсації натягу полотна компенсатори повинні мати достатньо високу частоту власних коливань і високу чутливість до зміни натягу полотна.

Максимальне зусилля $F_{\max}$, яке необхідне для обертання рулону на фазі розгону полотна таропакувального матеріалу визначається залежністю

$$F_{\max} = \frac{m_p \left(R^2 \frac{d\omega}{dt} + \frac{wgd}{\cos \alpha} \right)}{2R}, \quad (1)$$

де m_p – маса рулону; R – радіус рулону; $\frac{d\omega}{dt}$ – кутове прискорення обертального руху рулона; w, d, α –

параметри, які визначають статичну складову зусилля $F_{\max}$, тобто опір обертальному руху рулона в опорних вузлах його установки; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

Мінімальне зусилля у полотні матеріалу забезпечується накопиченням певної кількості матеріалу у компенсаторі при зупинці полотна. Тоді стан рівноваги коромисла компенсатора визначиться залежністю

$$m_k g l_c = c x a, \quad (2)$$

де m_k – маса коромисла компенсатора; c – жорсткість пружини компенсатора; x – деформація пружини компенсатора; l_c, a – геометричні параметри компенсатора.

Робота сил переміщення полотна матеріалу за один цикл роботи машини буде становити

$$A_P = \frac{m_p w g d l}{2R \cos \alpha}, \quad (3)$$

де l – переміщення полотна матеріалу за один цикл роботи машини.

Кількість потенціальної енергії накопиченої в компенсаторі повинно бути достатнім для виконання роботи по переміщенню полотна матеріалу за один цикл роботи машини.

Результати. Використання компенсатора натягу полотна пасивної дії забезпечує майже рівномірне обертання рулону при дискретному режимі роботи механізму протягування полотна таропакувального матеріалу

Висновки. Проведені розрахунки компенсаторів пасивної дії показують зменшення зусиль у полотні таропакувального матеріалу у десятки і навіть сотні разів, що підтверджується експериментальними дослідженнями вказаних механізмів.

11. Вплив динаміки робочих органів технологічних машин на параметри процесів переміщення матеріальних об'єктів

Олексій Бруква, Микола Масло

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Технологічні процеси машинного виготовлення виробів складаються з окремих операцій переміщення матеріальних об'єктів, складових елементів виробів і допоміжних матеріалів по внутрішньо-машинних трасах технологічного обладнання. Операції переміщення реалізуються виконавчими механізмами технологічних машин, які оснащені спеціальними робочими органами. Зі всієї гами робочих органів технологічного обладнання для переміщення об'єктів застосовуються три типи робочих органів – зіштовхувачі, захвати і несучі органи конвеєрних систем. Характерною особливістю робочих органів технологічного обладнання є циклічність їхнього функціонування. Робота сучасної машини складається з безперервної послідовності окремих робочих циклів. В кожному циклі окремі робочі органи здійснюють певні переміщення об'єктів у відповідності до логічної послідовності технологічного процесу.

Матеріали і методи. Для забезпечення максимально можливої продуктивності машини необхідно мінімізувати тривалість циклу і за мінімальний час перемістити об'єкт, тобто максимально скоротити тривалість робочого ходу $t_{p.x.}$. Найшвидше переміщення на відстань s буде реалізовано тоді, коли першу половину шляху об'єкт буде рухатись в режимі розгону, а другу половину шляху в режимі гальмування. При такому режимі роботи виконавчого механізму машини відсутня фаза руху об'єкта зі сталою швидкістю і тривалість робочого ходу $t_{p.x.}$ складається тільки з тривалості фази розгону τ_p і тривалості фази гальмування τ_r

$$t_{p.x.} = \tau_p + \tau_r \quad (1)$$

Однією з найважливіших вимог до режимів роботи виконавчих механізмів машин є забезпечення в процесі переміщення відсутності ударних навантажень на об'єкти з боку робочих органів. Цій вимозі у повній мірі відповідає так званий синусоїдальний закон руху робочого органу при якому на фазі розгону

прискорення a_p спочатку збільшується від нуля до $a_p^{\max}$ і потім симетрично зменшується від $a_p^{\max}$ до нуля, а на фазі гальмування a_r відповідно спочатку збільшується від нуля до $a_r^{\max}$ і далі зменшується до нуля. Рух робочого органу за таким законом забезпечує плавне переміщення упаковки без ударних навантажень за найкоротший час. Синусоїдальний закон в певній мірі є оптимальним законом руху робочих органів технологічних машин.

Повне навантаження робочого органу на об'єкт складатиметься з геометричної суми динамічного і статичного навантажень. До статичних навантажень відносяться, наприклад, сили опору переміщення. Навантаження на об'єкт не повинно перевищувати певного граничного навантаження, так як перевищення останнього призводить до незворотніх деформацій об'єкта і його руйнування, або втрати регламентованої орієнтації об'єкта відносно робочих поверхонь виконавчих механізмів. Тобто, для нормального функціонування механізму в граничному значенні параметрів справедлива рівність

$$F_{дин} + F_{ст} \leq F_{гран} \quad (2)$$

де $F_{ст}$ – статичне навантаження на об'єкт; $F_{гран}$ – граничне навантаження.

Таким чином, в загальному випадку, максимальне значення прискорення об'єкта при переміщенні робочим органом машини визначається залежністю

$$a_{\max} = \frac{F_{гран} - F_{ст}}{m} \quad (3)$$

Для забезпечення необхідної стійкості нежорстких об'єктів на несучих органах величина максимального прискорення $a_{\max}$ не повинна перевищувати значень при яких об'єкти втрачають стійкість, тобто починають перекидатися відносно максимально навантаженого ребра.

Результати. Аналітично досліджено ряд механізмів переміщення об'єктів характерних для обладнання харчових виробництв. Визначені аналітичні залежності динамічних навантажень на об'єкти від геометричних і кінематичних параметрів робочих органів обладнання.

Висновки. У виконавчих механізмах, оснащених зіштовхувачами, отримати оптимальний за швидкістю закон руху об'єкта неможливо, так як на фазі гальмування робочий орган не може впливати на кінематичні параметри руху об'єкта. Для збільшення швидкостей робочих органів і досягнення максимальної продуктивності технологічного обладнання необхідно використання жорстких об'єктів зі стабільними геометричними розмірами.

12. Використання інформаційних технологій при проектному розрахунку циліндричної зубчастої передачі

Данило Степаніщев, Володимир Овчарук, Ольга Сєдих
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проектний розрахунок проводиться тільки для попереднього визначення орієнтовних розмірів передачі і не може замінити виконання перевірних розрахунків, які є основними.

Матеріали і методи. В роботі розглянуто використання MS Excel для проектного розрахунку циліндричної зубчастої передачі, а саме, для визначення мінімально допустимої міжосьової відстані передачі, що дає можливість визначити модуль зубців та розміри вінців зубчастих коліс. Рішення знайдемо за допомогою вбудованих функцій та формул в MS Excel.

Результати. Проведено проектний розрахунок циліндричної зубчастої передачі та визначено основні параметри за допомогою формул та вбудованих функцій MS Excel. Подано результати обчислення в режимі формул та схему циліндричної зубчастої передачі.

Матеріал зубчастих шестерен и коліс - Сталь45, Сталь40Х (HRC 30...36; [σH]=600МПа)				
1	Коефіцієнт корисної дії передачі	ККД=	=0,95^0,99^2	-
2	Інтегральний коефіцієнт	К=	11,5	-
3	Кут нахилу зубців (попередній)	bp=	15	градуси
4	Передаточне число (попереднє)	up=	4,02	-
5	Потужність на швидкохідному валу передачі	P1=	250	Вт
6	Частота обертання швидкохідного вала	n1=	1320	об/хв
7	Обертальний момент на швидкохідному валу	T1=	=30*D7/(ПІ(1)^D8)	н*м
8	Потужність на тихохідном валу передачі	P2=	=D7^D3	Вт
9	Частота обертання тихохідного вала	n2=	=D8/D6	об/хв
10	Обертальний момент на тихохіднім валу	T2=	=30*D10/(ПІ(1)^D11)	н*м
11	Розрахунковий діаметр ділильного кола шестерні	d1p=	=D4*(D12^(D6+1)/D6)^0,333333333	мм
12	Розрахунковий діаметр ділильного кола колеса	d2p=	=D13^D6	мм
13	Максимальний розрахунковий модуль зчеплення	m(max)p=	=D13/17^COS(D5/180^ПІ(1))	мм
14	Мінімальний розрахунковий модуль зчеплення	m(min)p=	=D15/2	мм
15	Модуль зубчастого зчеплення	m=	1,25	мм
16	Розрахункова ширина зубчастого вінця колеса	b2p=	=D13^0,6	мм
17	Ширина зубчастого вінця колеса	b2=	14	мм
18	Ширина зубчастого вінця шестерні	b1=	=D19+4	мм
19	Розрахункове число зубців шестерні	z1p=	=D13^COS(D5/180^ПІ(1))/D17	шт
20	Число зубців шестерні	z1=	19	шт
21	Розрахункове число зубців колеса	z2p=	=D22^D6	шт
22	Число зубців колеса	z2=	77	шт
23	Передаточне число (кінцеве)	u=	=D24/D22	-
24	Відхилення передаточного числа від попереднього	delta=	=(D25/D6-1)^100	%
25	Розрахункова міжосьова відстань зубчастої передачі	awp=	=D17^(D22+D24)/(2^COS(D5/180^ПІ(1)))	мм
26	Міжосьова відстань зубчастої передачі	aw=	63	мм
27	Кут нахилу зубців (уточнений)	b=	=ЕСЛИ(D5=0;0;ACOS(D17^(D22+D24)/(2^D28))/ПІ(1)^180)	градуси

Висновки. Наведений проектний розрахунок циліндричної зубчастої передачі у середовищі Excel показує, що застосування інформаційних технологій в інженерних розрахунках прискорює процес обчислень, дає необхідну точність і наочність.

13. Математична модель оптимізації розмірів виробу

Влад Грищенко, Ольга Сєдих, Володимир Овчарук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Задачі оптимізації є одніми з найпоширенішими задачами в процесі проектування виробів. За своєю сутністю проектування це пошук технічних рішень, які відповідають технічним завданням і забезпечують оптимальні рішення.

Матеріали і методи. В роботі розглянуто використання MS Excel для проектування виробів, а саме, визначення оптимального розміру виробу, при якому витрати на його виготовлення мінімальні. Рішення знайдемо за допомогою надбудови «Пошук рішення» в MS Excel.

Результати. Постановка задачі: підприємство конструє цистерну циліндричної форми. Цистерна повинна мати об'єм не менше заданого (40 т), крім того є обмеження по висоті і діаметру (не менше 2 м).

Підприємство несе витрати на матеріал цистерни і зварювання швів (приварюються дві кришки і ще десять швів для того, щоб зварити стінки). Потрібно знайти такі оптимальні значення радіусу і висоти, щоб мінімізувати витрати на матеріал і зварювання швів. Відомо, що вартість 1 м² матеріалу коштує 100 умовних одиниць, а вартість 1 м зварюваного шву – 10 умовних одиниць.

Математична модель задачі буде мати вигляд:

$$F = c_1 \cdot S + c_2 \cdot L - \text{функція мети}$$

При обмеженнях

$$D \geq 2$$

$$H \geq 2$$

$$V \geq 4$$

$$D, H > 0$$

$$\text{де } V = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot H - \text{об'єм цистерни; } S = 2\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right) \cdot H + 2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \text{площа цистерни;}$$

$$L = 2 \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{D}{2} + 10 \cdot H\right) - \text{довжина швів.}$$

Виконання засобом Excel «Пошук рішення»

B12		f	=СУММПРОИЗВ(B7:B8;B10:B11)
	A	B	C
1	Розміри циліндру	Значення	Обмеження
2	Діаметр, м (D)	4,74	2
3	Висота, м (H)	2,26	2
4			
5	Параметри циліндру	Значение	Ограничение
6	Об'єм, м ³ (V)	40,00	40
7	Площа, м ² (S)	51,40	
8	Довжина швів, м (L)	52,44	
9			
10	Вартість матеріалу (1 м ²) (c1)	100	
11	Вартість званого шва (1 м) (c2)	10	
12	Загальні витрати (F)	5 665	

Висновки. Наведений розв'язок даної задачі у середовищі Excel показує, що застосування інформаційних технологій в процесі проектування виробів прискорює процес обчислень та дає високу точність і наочність.

Section 20

**Automation and
computer-integrated technologies**

Секція 20

**Автоматизація
та комп'ютерно-інтегровані
технології**

20.1.

**Automation and
computer-integrated technologies**

20.1.

**Автоматизація
та комп'ютерно-інтегровані
технології**

1. Дослідження та синтез МРС-регуляторів з нейромережевими моделями

Руслан Байдаєв, Наталія Луцька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Термін «нейроуправління» уперше з'явився в роботах Вербоса в 1974 році [1]. Проте тільки у кінці 80-х років минулого сторіччя почалося реальне застосування навчених багатопарових нейромереж в системах управління. Вирішальну роль у впровадженні штучних нейронних мереж в сферу управлінських завдань зіграли роботи Наренди [2]. В модельних прогнозувальних регуляторах (МРС-регуляторах) також в якості моделі об'єкта можна застосовувати нейромережу.

Матеріали і методи. Як матеріали використовується теоретичний опис принципів роботи найбільш популярних методів нейромережевого керування [3]. Використовувані методи: аналіз, структурування і алгоритмізація.

Результати. В роботі розглядається більш докладно найбільш поширені методи нейромережевого керування: адаптивне інверсне нейрокерування – Adaptive Inverse Control (AIC); нелінійне внутрішньо-модельне керування з фільтрацією – Nonlinear Internal Model Control (NIMC); нейромережеве прогнозувальне керування – NN Predictive Control (NNPC); нейромережеве керування з еталонною моделлю – Model Reference Adaptive Control (MRAC); метод адаптивної критики (наближене керування) – Adaptive Critic (AC); метод адаптивного лінеаризованого зворотного зв'язку – Neural Adaptive Feedback Linearization (NAFL); стабільне пряме адаптивне керування – Stable Direct Adaptive Control.

Основний принцип нейромережевого керування полягає у представленні об'єкта управління у вигляді моделі «чорного ящика» та спостереження його поточних входів та виходів.

Навчання нейромережі відбувається як на прикладах динаміки регулятора побудованого на базі звичайної схеми керування, наприклад ПІД-схеми керування, так і в режимі он-лайн, використовуючи поточні дані розузгодження.

Метод нейромережевого прогнозувального керування (NNPC) передбачає створення прямого нейроемулатора об'єкта та блоку оптимізації, працюючого в режимі реального часу. Прогнозовані виходи моделі використовуються для визначення керуючого сигналу, який мінімізує критерій якості керування за вказаний горизонт прогнозу:

$$J = \sum_{j=N_1}^{N_2} (y_r(t+j) - y_m(t+j))^2 + \rho \sum_{j=1}^{N_d} (u'(t+j-1) - u'(t+j-2))^2 \quad (1)$$

Висновки. Системи керування з нейромережевими регуляторами успішно розвиваються в практиці побудови та експлуатації систем керування, що обумовлюється їх відносною простотою базової схеми формування зворотного зв'язку та поєднанням високих адаптивних властивостей.

Література

1. Werbos P.J. Beyond regression: New tools for prediction and analysis in the behavioral sciences. PhD Thesis, Harvard University, Cambridge, MA. 1974.
2. Narendra K.S., Parthasarathy K. Identification and control of dynamical system using neural networks // IEEE Trans. Neural Networks. 1990, P. 4-27.
3. Hagan M.T., Demuth H.B. Neural networks for control // American Control Conference, 1999, P. 1642-1656.

2. Аналіз інформації системи керування бурякопереробним відділенням цукрового заводу

Андрій Безуглов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ Дані експериментів часто можуть мати відсутні або граничні(виключені) значення, які з'являються з технічних чи технологічних причин. Оскільки в сучасних базах даних(БД) дані експериментів записують окремо, в інший стовпчик, від визначника часу і мають комплексний(складний за станом) формат даних, які й містять пропуски у випадкові моменти часу.

Матеріали і методи Наповнення баз знань(БЗ) а від них і БД здійснюють крім звичних варіантів, коли дані відновлюють за допомогою середніх значень чи оцінки максимальної правдоподібності в сучасному варіанті використовують адаптивні алгоритми, нейронні мережі та ін.

Результати. Аналіз даних сучасними методами, що входять до складу ІСК дає нам можливість визначити технологічний стан об'єкта, що у свою чергу зводить задачу до пошуку, знаходження і вирішенню цих проблем або пропозицій чи рекомендацій щодо їх усунення. Вхідну інформацію аналізують [1] рядом способів, які використовують окремо або найкраще – по чергово:

- Очищення вимірювань від шуму, коли здійснюється оцінка вірогідності результатів вимірювань станів технічних систем зі складною динамікою та автоматичний пошук і відбраковування неперевічених вимірювань.

- Оцінка стану об'єкта керування за результатами аналізу вимірювальної інформації у режимі реального часу і по завершенню вимірювань, що вміщує побудову інформаційної моделі об'єкта керування й оцінку відповідності його стану даним інформаційної моделі, або аналіз об'єкта керування на відповідність заданим режимам функціонування.

- Аналіз аномальних ситуацій, що виникають у процесі функціонування об'єкта керування і містять виявлення моменту і локалізацію місця виникнення аномальної ситуації, визначення причин виникнення аномальних ситуацій та формування сценаріїв розвитку передбачуваних аномальних ситуацій і визначення можливих варіантів їх попередження.

- Прогнозування поведінки контрольованого об'єкта з визначенням можливої еволюції стану об'єкта на основі його інформаційної моделі та визначення необхідності проведення нештатних процедур з керування об'єктом на основі аналізу його поточного стану.

- Автоматизація процесу обробки даних і підвищення вірогідності отриманих результатів аналізу вимірювальної інформації.

Висновки. Дані способи охоплюють у своїй сукупності велику кількість можливих ситуацій, які виникають технологічних об'єктах, якими у свою чергу у більшості є харчові виробництва і зокрема БПВ ЦЗ, характерною особливістю якого, є великий ступінь невизначеності; це стосується насамперед якісних показників продукту. Саме тому, для створення ефективних систем управління потрібно враховувати цю інформацію та використовувати інтелектуальні засоби управління.

Література

Зігунов, О. М. Підсистема технологічного моніторингу в системах управління складними технологічними комплексами харчових виробництв (на прикладі дифузійного відділення цукрового заводу) : автореф. дис... канд. техн. наук : 05.13.07 / НУХТ. - К., 2012. - 21 с.

3. Використання технологій доповненої реальності для автоматизованої діагностики обладнання

Володимир Полупан¹, Юрій Полупан²

1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 – Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

Вступ. Виконано розробку концепції додатку для мобільного пристрою, призначенням якого є автоматизована ідентифікація стану обладнання з використанням технологій доповненої реальності.

Матеріали і методи. У якості платформи розробки використано сучасний багатофункціональний ігровий движок, Unity 3D, для реалізації функцій технології доповненої реальності використано спеціалізовану платформу Vuforia.

Результати і обговорення. Доповнена реальність – це технологія додавання, інтеграції в реальне життя, в тривимірне поле сприйняття людини віртуальної інформації, яка сприймається як елементи реального життя. При якісній інтеграції у людини зникає межа між реальністю і штучно створюваним світом. Реальність розширюється (або доповнюється) впровадженням в неї віртуальної інформації.

Загальна схема створення промислової доповненої реальності у всіх випадках наступна: оптичний сканер пристрою зчитує зображення реального об'єкта; програмне забезпечення пристрою проводить ідентифікацію та аналіз отриманого зображення, вибирає або обчислює відповідне зображенню видиме доповнення, за допомогою промислової мережі отримує дані, що стосуються розпізнаного об'єкта з бази даних реального часу, об'єднує реальне зображення з його доповненням і виводить підсумкове зображення на пристрій візуалізації.

Vuforia - платформа доповненої реальності і інструментарій розробника програмного забезпечення доповненої реальності (Software Development Kit - SDK) для мобільних пристроїв, розроблені компанії Qualcomm. Vuforia використовує технології комп'ютерного зору, а також відстеження плоских зображень і простих об'ємних реальних об'єктів (наприклад, кубічних) в реальному часі. З версії 2.5 Vuforia розпізнає текст, а з 2.6 - має можливість розпізнавати циліндричні маркери.

Можливість реєстрації зображень дозволяє розробникам розташовувати і орієнтувати віртуальні об'єкти, такі, як 3D-моделі і медіаконтент, в зв'язі з реальними образами при перегляді через камери мобільних пристроїв. Віртуальний об'єкт орієнтується на реальному образі так, щоб точка зору спостерігача ставилася до них однаковою чином для досягнення головного ефекту - відчуття, що віртуальний об'єкт є частиною реального світу.

Висновки. Було розроблено концептуальний додаток для мобільного пристрою. Даний додаток в режимі реального часу за допомогою камери може візуально ідентифікувати конкретне обладнання, виконати підключення, виконати діагностику, та вивести отриману інформацію на екран з використанням технологій доповненої реальності.

Література

Bleser G. Advanced tracking through efficient image processing and visual-inertial sensor fusion / G. Bleser, D. Stricker. // Comput. Graph.. – 2009. – №33. – С. 59–72.

4. Математична модель вакуум-апарата періодичної дії у термінах UML

Іван Бокоч, Віктор Трегуб, Олег Клименко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оскільки процеси в утфельних вакуум-апаратах періодичної дії є кінцевими у виробництві цукру і від них в великій мірі залежить якість готового продукту, то їх моделювання набуває особливої уваги і являється актуальною задачею.

Матеріали і методи. Традиційні методи процедурного моделювання не можуть подолати складності, пов'язану з процесом варки утфелю. Тому розвиток об'єктно-орієнтованого програмування та моделювання АТК з апаратами періодичної дії, зараз все більше пов'язують з уніфікованою мовою моделювання UML (Unified Modeling Language). Її використання обумовлене як із складністю процесу, який моделюється, так і з великими інтелектуальними витратами для розробки такої моделі.

Результати. З більш ніж десяти типів модельних конструкцій UML - діаграм, що дозволяють розглядати систему під різними кутами зору, в роботі для відображення функціонування системи використані основні типи діаграм: класів, яка показує структуру системи; послідовності, яка показує часову послідовність використання об'єктів; стану, що визначає послідовність станів об'єкта в залежності від зовнішніх подій; діяльності, що описує зміну стану об'єкта в залежності від внутрішніх дій [1, 2].

Для опису в термінах UML періодичних процесів вакуум-апарата, в якому в якості початкового компонента використовується маточний утфель, в його циклі виділені такі стадії і операції: перша стадія – завантаження апарата (операції - створення розрідження в апараті та набір розчину); друга – згущення розчину (припинення набору і подання пари); третя – заведення кристалів (подання маточного утфелю та його припинення); четверта – нарощування кристалів; п'ята – уварювання утфелю (закінчення підживлення та уварювання); шоста – вивантаження утфелю (відключення від конденсатора, скидання розрідження та подання води) і сьома – пропарювання апарата[3].

Вище згадані діаграми дають змогу наочно представити такий складний процес, як варіння утфелю, причому таким чином, щоб були визначені всі зв'язки як між апаратом та контролером, так і безпосередньо всередині самого апарата. А це в свою чергу допомагає швидше і якісніше змодельовати та реалізувати даний процес, і надає можливість досліджувати його без безпосереднього втручання в виробництво.

Висновок. Оскільки UML є загальноприйнятим стандартом в області розробки моделей систем, то розроблена модель може використовуватись для розв'язку різних поставлених задач у покращенні ефективності роботи утфельних вакуум-апаратів.

Література

1. UML Diagram Types Guide: Learn About All Types of UML Diagrams with Examples. Режим доступу: www.URL:https://creately.com/blog/diagrams/uml-diagram-types-examples/ — 05.09.2018
2. Иванов, Д. Моделирование на UML : підруч. / Д. Иванов, Ф. Новиков. — СПб. : СПбГУ ИТМО, 2010. — 200 с.
3. Глущенко, М. С. Моделювання періодичних процесів в утфельних вакуум-апаратах / М. С. Глущенко, В. Г. Трегуб // Харчова промисловість. — 2005. — № 4. — С. 96-98.

5. Використання в начальному процесі підготовки спеціалістів з автоматизації матеріалів по вивченню і застосуванню машинного зору

Бондаренко Євгеній

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сьогодні застосування систем машинного зору в Україні на підприємствах харчової промисловості погано розповсюджено. Однією з причин, імовірно є відсутність молодих спеціалістів з потрібними компетенціями. Один із шляхів виходу з цієї ситуації - це впровадження спеціальних практичних модулів дисциплін, як це зроблено у закордонних технічних навчальних закладах.

Матеріали і методи. Для дослідження машинного зору, у багатьох закордонних ВНЗ в навчальному процесі використовують такі інструменти та бібліотеки: OpenCV, ImageAI, TensorFlow, Keras, хмарні інструменти сервісу IBM Watson. А використання в навчальному процесі вже існуючих промислових рішень, які пропонують розробники для застосування в промисловості, на нашу думку не є доцільним, так як вони не націлені на вивчення принципів функціонування та будови програмних алгоритмів.

Результати. Наведена підбірка відкритих бібліотек та засобів дають можливість здійснювати підготовку фахівців з автоматизації з наявними компетенціями побудови систем машинного зору, шляхом впровадження в навчальний процес окремого навчального модулю, або виділивши певну кількість навчальних годин для даної теми в якійсь із суміжних за тематикою дисципліні. Дані бібліотеки та інструменти сприяють інтеграції світу АСУТП зі світом ІТ, оскільки вони реалізовані на високорівневих платформо-незалежних мовах програмування. Такий підхід, на нашу думку, матиме ряд позитивних наслідків. По-перше, це дасть змогу створювати програмні та технічні рішення, які зможуть працювати в режимі реального часу, що будуть не гірше, а може навіть і краще за якістю ніж закордонні аналоги. По-друге, це дасть можливість вивчати на практиці роботу з зображеннями, зокрема їх первинну обробку: зміну кольорового простору з RGB в HSV; виділення на зображенні фону від основного об'єкту (того що представляє інтерес), аналіз напрямку руху об'єкта та його положення; проводити навчання бінарних класифікаторів об'єктів, проводити глибоке навчання нейронних мереж на основі різних ознак для розпізнавання різних за класами образів, створювати прототипи застосунків для подальшого застосування в інженерній практиці.

Висновки. Сьогодні у всьому світі технічний зір є одним з найбільш пріоритетних і перспективних напрямів науки та техніки, тому на його дослідження та вивчення виділяють значні ресурси. Тим не менше, за останні десять років технічний розвиток зробив вивчення машинного зору простішим та зручнішим, що дає можливість набагато легше впровадити його в навчальний процес.

6. Можливості використання методів теорії чутливості при розробці системи автоматизації сушильної установки

Тетяна Герасименко, Мар'яна Сашньова

Національний університет харчових технологій

Вступ. Технологічні процеси харчової промисловості характеризуються нестаціонарністю параметрів, що пов'язано з постійною змінюваністю збурюючих дій, нестабільністю роботи та зносом технологічного обладнання, що приводить до погіршення розрахованих систем автоматизації.

Матеріали і методи. Сьогодні сучасна теорія керування для покращення якості системи автоматизації використовує ряд методів, серед яких суттєве місце займають методи теорії чутливості, насамперед це стосується зміни параметрів системи.

Результати. Для технологічних об'єктів процедури дослідження чутливості системи керування включають задачі:

- розробка та дослідження параметричної моделі об'єкта та системи керування;
- побудова моделі чутливості та її реалізація для отримання функцій чутливості;
- використання функцій чутливості в задачах аналізу та синтезу.

Відповідно до масо- та теплообмінних процесів з урахуванням конструктивних особливостей було розроблено динамічну математичну модель шахтної солодосушарки [1], яка дала можливість оцінити зв'язки між параметрами об'єкта та провести їх кількісну оцінку, так як параметри солодової маси змінюються протягом процесу внаслідок нестаціонарності. Було запропоновано провести поточну ідентифікацію впливу зміни параметрів на систему на основі використання методу теорії чутливості - функцій чутливості.

В процесі роботи досліджено математичну модель солодосушильної установки, в процесі функціонування з часом її параметри змінюються, що впливає на зміну постійних часу та коефіцієнтів передачі об'єкта. Отримано функції чутливості для температур та вологості в зонах сушарки з системи рівнянь математичної моделі. Для знаходження функцій чутливості використовувалась інформація отримана безпосередньо з вимірювань на фізичному об'єкті. Наприклад, вологість матеріалу залежить:

$$W_c = f(t, K), \Delta W_c = \frac{\partial W_c(t, K_0)}{\partial K} \Delta K. \quad (1)$$

де K – ідентифікуючі параметри моделі, Δ – допустима зміна параметра.

Розроблено таблицю допустимих змін коефіцієнтів математичної моделі (відповідно для вологості та температури матеріалу) в камері підв'ялювання та в зонах сушарки. Виділені коефіцієнти, які мають найбільший вплив на процес функціонування.

Висновки. Кількісна оцінка чутливості системи є передумовою для застосування адаптивних систем при управлінні основними змінними процесу сушіння солоду.

Література.

1. Герасименко Т.М. Математичне моделювання процесу сушіння солоду як об'єкта регулювання температури та вологості об'єктів/ Т.М. Герасименко, А.П. Ладанюк//Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія "Технічні науки" : науковий збірник/ Черніг. нац. технол. ун-т. – Чернігів, 2014. – № 2(73). – С. 195 – 200.

7. Інтелектуальна система управління випарною станцією, як інтегрованою складовою системи MES рівня

М.П. Грама, В.М. Сідлецький

Національний університет харчових технологій

Випарні станції призначені для випаровування дифузійного соку до заданого значення вмісту сухих речовин при визначеній продуктивності цукрового заводу. Також випарна станція забезпечує вторинними соковими парами теплообмінну апаратуру цукрового заводу та котельну установку конденсатом для живлення котлів, а завод – аміачною водою для технологічних потреб. Для випарювання соку використовується 5-ти корпусна випарна установка, яка дозволяє послідовно багаторазово використовувати пару, яка поступає на перший корпус.

Робота такої ВС має ряд переваг: зниження чутливості до змін витрати та конденсації соку, який поступає на випарювання; зменшення часу перебування соку у зонах високих температур внаслідок переносу відборів пари з перших корпусів у останні; зменшення тривалості варки утфелю у вакуум-апаратах шляхом підвищення температури гріючої пари. Так як процес випарювання неперервний, а кількість соку, який поступає та відбір сокової пари змінюється у часі, то підтримання оптимального режиму роботи ВС можливий тільки за умови автоматичного управління процесом випарювання. Оптимальним можна вважати режим, який забезпечує задану продуктивність ВС за умови стабілізації рівнів соку у корпусах випарних апаратів, що гарантує найкращі умови випаровування та безперебійне постачання споживачів соковою парою необхідного потенціалу [1].

Аналіз існуючих систем автоматизації випарної стації показав, що задана випарна здатність випарної установки досягається за рахунок корисної різниці температур між гріючою і соковою парою по корпусах, котра забезпечується шляхом стабілізації теплоперепаду на випарній установці як різниці між температурою розчину в першому корпусі та п'ятому (концентраторі). Зі збільшенням теплоперепаду між першим і п'ятим корпусом процес випарювання інтенсифікується й становиться більш економічним. Для запобігання перегріву та перетримки цукрового сиропу, необхідно застосовувати нейронечітку регулювання, оскільки це призводить до підвищення параметрів якості процесу порівняно з системами з іншими типами регуляторів. [2]. З метою підвищення якості процесу необхідно розробити інтелектуальну систему керування випарною установкою з використанням нечіткої логіки. Використання нечіткого регулятора порівняно з іншими призведе до зменшення перерегулювання до 5%, зменшення часу перехідного процесу до 20 секунд, число коливань до закінчення часу перехідного процесу становитиме не більше двох.

Отже, є дуже важливим використання інтелектуальної системи управління випарною станцією як елемента системи MES рівня, оскільки це призведе до підвищення параметрів якості процесу порівняно з системами з іншими типами регуляторів та зменшаться витрати на виробництво цукрового сиропу.

Література

1. Ельперін І.В. Автоматизація виробничих процесів: Підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2015. – 378 с.
2. Волошин З.С. Автоматизация сахарного производства. 2-е издание, перераб и доп. / З.С. Волошин, Л.П. Макаренко, П.В. Яцковский. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 271с.

8. Особливості використання критерія стійкості Якубовича для нелінійних систем

Грига Олександра, Медведєв Євген

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

В.А.Якубович - видатний вчений з широким діапазоном наукових інтересів, що охоплює великі області сучасної теорії диференціальних рівнянь і теоретичної кібернетики. У кожній з цих областей ним отримані принципово важливі результати, добре відомі фахівцям у всьому світі. В.А.Якубовичем опубліковано понад 300 робіт, в тому числі 8 монографій.

Йому належить знаменита "частотна теорема", яка встановлює зв'язок між частотними методами в теорії управління і методом функцій Ляпунова, яка застосовується в різних областях, таких як стійкість, адаптація, оптимальне управління та інших. Використання частотної теореми дозволило отримати різноманітні "частотні" критерії абсолютної стійкості, які надали "друге дихання" методу функцій Ляпунова. (Один з варіантів частотної теореми носить назву "Лемма Якубовича-Калмана").

Першим застосуванням частотної теореми була задача про абсолютну стійкість систем автоматичного регулювання з однією нелінійністю.

Нехай A – $m \times m$ -матриця, b , c – m -вектори; пара (A, b) повністю керована. Розглядається система автоматичного регулювання виду:

$$\frac{dx}{dt} = Ax + b\varepsilon; \quad \sigma = c * x; \quad (1)$$

$$\varepsilon = \varphi(\sigma); \quad (2)$$

- де функція σ неперервна і задовольняє умові

$$0 \leq \sigma\varphi(\sigma) \leq \mu\sigma^2 \quad (3)$$

Для вирішення завдання абсолютної стійкості системи (починаючи з 1944 р), використовувалася функція Ляпунова виду:

$$V(x) = x * Hx + \vartheta \int_0^\vartheta \varphi(s)ds \quad (4)$$

- де матриця H вибиралася таким чином, щоб на всіх рішеннях системи з обмеженням маламісце оцінка

$$\frac{dV(x(t))}{dt} \leq -\varepsilon(|x(t)|^2 + |\varepsilon(t)|^2), \quad \varepsilon > 0 \quad (5)$$

яка еквівалентна виконанню нерівності.

$$2x * H(Ax + b\varepsilon) + \vartheta \varepsilon c * (Ax + b\varepsilon) < 0 \quad (6)$$

$$Re((1 + i\omega\vartheta)W(i\omega)) + \frac{1}{\mu} > 0 \quad (7)$$

Лемма Якубовича - Калмана показує, що можливість розв'язання нерівності (6) щодо матриці H еквівалентна виконанню умови (7). Таким чином, частотна нерівність (7) виявляється необхідним і достатнім для існування функції Ляпунова виду (4) у системи (1), з обмеженням.

Висновки: критерій стійкості Якубовича є важливим для нелінійних систем, тому що він дає можливість виконання задачі повної стійкості таких систем. В доповіді наводяться приклади використання критеріїв для різних систем керування, зокрема інтелектуальних, які є суттєво нелінійними в зв'язку з наявністю різних видів функцій належності.

Список літератури:

1. Nelles O. Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural and Fuzzy Models. Berlin: Springer, 2001. 785 p.
2. Lam H.-K., Leung F.H.F. Stability Analysis of Fuzzy-Model-Based Control Systems: Linear-Matrix-Inequality Approach. Berlin: Springer, 2011. 785 p.

9. Аналіз та дослідження технологічних об'єкту з розподілена система збору і обробки інформації на базі інтелектуальних приладів на прикладі АСУТП випарної станції цукрового заводу

Дадаков Дмитро

Національний університет харчових технологій

Вступ. У теперішній час в усіх сферах діяльності людини актуальною є задача створення недорогих розподілених систем збору і обробки інформації (СЗОІ) або інформаційнокеруючих систем. Такі системи призначені для збору й обробки інформації, яка поступає від різних об'єктів, і, як правило, складаються із контрольованих об'єктів, обладнання, яке формує, оброблює, архівує інформацію, та обладнання, яке об'єднує всі згадані об'єкти в єдину систему. Використання таких систем є актуальним для підтримання тепловго балансу випарної станції цукрового заводу в умовах періодичної зміни тепловго навантаження.

Матеріали і методи. Як матеріали використовується теоретичний опис алгоритмів управління випарною станцією. Використовувані методи: аналіз, структурування і алгоритмізація.

Результати. В роботі розглядається можливість та ефективність роботи СЗОІ. Ефективність визначається рівнем використаних технологій збору даних і середовищем передачі інформації. Чим більші масштаби системи, тим більший внесок цих складових у загальний показник ефективності роботи СЗОІ. Відповідно, перш за все, потрібно вибрати технологію передачі даних. На даний час існуючі технології передачі даних можна поділити на: **провідні** та **безпровідні**. У розроблюваній СЗОІ передбачено використовувати інтелектуальних приладів як швидкісних засобів збору інформації у будь-якій точці технологічної ділянки. Виміряні дані з приладів поступають у центральний диспетчерський центр, де ці дані обробляються, аналізуються і узагальнюються. Отримані результати представляються у графічній, табличній або іншій формі і надалі вони використовуються для побудови узагальненої карти стану за виконаними вимірюваннями. Карта стану може являти собою, наприклад, температурні показники, миттєві значення паровідбору, показники якості продукту.

Висновки. Для побудови системи керування збору й обробки інформації, яка базується на використанні інтелектуальних приладів як засобів отримання і передачі даних, доцільно використовувати безпровідні технології передачі даних. Аналіз безпровідних технологій дозволив виділити серед них GSM/GPRS-технології як найбільш дешеві і прості для реалізації потрібної нам системи збору і обробки інформації.

Література

1. Romanov V., Fedak V., Galelyuka I., Sarakhan Ye., Skrypnyk O. Portable Fluorometer for Express-Diagnostics of Photosynthesis: Principles of Operation and Results of Experimental Researches // Proceeding of the 4th IEEE Workshop on "Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications", IDAACS'2007. – Dortmund, Germany, 2007, September 6–8. – P. 570–573.

10. Розробка системи автоматизації процесу фільтрування на пивзаводі

І.С. Діанін, Н.А. Засць

Національний університет харчових технологій

Необхідність значного підвищення рентабельності слабоалкогольного виробництва, зниження собівартості пива 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.

Наведені задачі можуть вирішуватись побудовою інтелектуальних систем управління складними системами з використанням штучних нейронних мереж.

Працює штучна нейронна мережа наступним чином: на входи нейронів надходять сигнали, які сумуються. При цьому враховується синаптична маса, тобто значимість кожного з входів. Далі, входні сигнали одних нейронів надходять на входи інших нейронів. Маса кожного такого зв'язку може бути позитивною(збуджуючі зв'язки) або негативною(гальмівні зв'язки). Вони визначають обчислення нейронної мережі, а значить її пам'ять та поведінку.

Використання – розпізнавання образів, прогнозування, створення асоціативної пам'яті. Штучний нейрон імітує в першому наближенні властивості біологічного нейрона. На вхід штучного нейрона поступає множина сигналів, які є виходами інших нейронів. Кожен вхід множиться на відповідну вагу, аналогічну його синаптичній силі, і всі виходи підсумовуються, визначаючи рівень активації нейрона.

Література

1. Беркинблит М. Б. Нейронные сети. — М.: МИРОС и ВЗМШ РАО, 1993. — 96 с. — ISBN 5-7084-0026-9.
2. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. — М.: СССР-США СП «Параграф», 1990. — 160 с.

11. Реалізація систем керування рецептурним виробництвом з використанням хмарних сервісів

Івашенко Владислав Іванович

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальною задачею сьогодення для керування рецептурним (Batch) виробництвом є забезпечення якості і цілісності продукту, сприяння безаварійній роботі устаткування, високий ККД обладнання, можливість виробництва різної продукції на різному обладнанні одночасно, швидкого і зручного масштабування розміру партії під виробничі потреби та зміни послідовності операцій онлайн. У той же час сучасні програмні пакети для реалізації функцій рецептурного керування як правило дуже громіздкі, несумісні між собою і потребують значних капіталовкладень. Ціль роботи – визначення структури, способів і алгоритмів реалізації модулів керування для Batch-процесів на рівні MES в якості хмарних сервісів.

Матеріали і методи. Зроблено дослідження актуальних стандартів ISA-88 та ISA-95, можливостей сервісів та застосунків хмарних платформ IBM Cloud і Google Drive, вільної системи керування реляційними базами даних – MySQL, та деяких систем автоматизації та візуалізації технологічних процесів з модулями Batch-керування, зокрема SCADA-програма zenon від COPA-DATA.

Результати. Визначено перспективність і необхідність реалізації модулів функціональної діяльності ISA-88/95 для інтеграції у будь-яку сучасну SCADA/HMI, можливі структури реалізації та способи інтеграції. Проведено відокремлення функціоналу керування рецептами від SCADA, а саме усунута залежність від конкретних виробників обладнання та ПО верхнього рівня. Створено control/equipment модулі на нижньому рівні, описані їх інтерфейси згідно стандарту BatchML.

Для керування Unit і Process Cell запропоновані бібліотеки в SCADA з допомогою кількох технологій (OLEAutomation, OPC UA, REST API), що дозволяє вирішити всю взаємодію з модулями Recipe Management, Production Planning and Scheduling та Production Inform Manag.

Висновки. Запропоновано реалізувати певні модулі керування рецептурними виробництвами в якості хмарних сервісів, загальну структуру системи керування, способи інтеграції. Це полегшить реалізацію керування рецептурним виробництвом, забезпечить цілісну структуру для проектування і експлуатації об'єктів періодичної дії, відокремлення рецептів та сегментування для рецептурного і апаратного керування на основі модульної ієрархії відносно простих і повторно використовуваних об'єктних структур.

Література

1. Пупена О. М. Сучасні стандарти інтегрованого керування і шляхи їх впровадження в Україні / О. М. Пупена, І. В. Ельперін, Р. М. Міркевич. // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2017. – Т. 23, № 1. – С. 25–41.
2. Batch Control. Technical report: Batch Control and Enterprise-Control System Integration, Using ISA-88 and ISA-95 Together: ISA TR 88/95.00.01-2010. - [Chynnyi vid 2010–01–01]. – USA: International Society of Automation.
3. ISA-88/95/106 v Ukraini [Elektronnyi resurs] – Rezhyim dostupu do resursu: <https://sites.google.com/site/isa88inua/home>.

12. Processing information in the control system of the distillation plant

Vladyslav Koval, Vasyl Kyshenko

National University of Food Technologies

Introduction. The control object is distillation unit, operation of which is characterized by time series of process variables. Overall processing of input-output information, identification of models, analysis of production situations and technological prediction provides the subsystem of technological monitoring.

Materials and Methods. A time series is a sequence of events usually observed through certain regular intervals. At research of time series that describe technological object, the signal distorted by influence of a wide variety of sounds. To such signals can be applied Data Mining technologies.

Recently, a special importance is acquire the fractal analysis methods, especially in the study of the technological processes randomness, that is appropriate to the object. One of such methods of fractal analysis is based on the R / S - algorithm of time series analysis.

Results and discussions. The time series of the distillation unit process also analyzed using the method of fuzzy tendencies. However, real data received as a result of measurement of certain variables are almost always subject to distortion. The measurements contain additional unwanted noise besides the desired signal. Therefore, before the immediate processing of time series you need to do preliminary processing of input data (filtration), to reduce background noise. The filtration leads to changes in the spectral composition of output information.

One more important methodology is the wavelet analysis, which represents the signal in the frequency-time domain. Wavelet analysis allows to get an image that corresponds to the current state of the technological process. The wavelet analysis methods is possible to apply for data of different nature. It may be, for example, one-dimensional function or two-dimensional image. Considering the time series which taken from the measuring sensors of distillation unit condition coordinates, we can not know the dimension of the phase space. Therefore, all calculations are treated for multiple dimensions of phase space $n=1,2,3,...,N$.

Conclusions. The research of time series, which describe the technological object, conducted with the aim of automation the identification process of events and states of the object. The choice of a particular method depends on the task and the type of available data, that must be processed, the capabilities of computer facilities and of whether, in which form must be submitted the result.

References

1. Барсегян А.А. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining/ Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.-336 с.
2. Зігунов О.М. Фільтрація оперативної інформації в підсистемі технологічного моніторингу дифузійним відділенням цукрового заводу/ Зігунов О.М., Кишенько В.Д. // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків, 2010. – 1/7 (43). – С. 10-13

13. Проблематика впровадження MES систем в харчовій промисловості України

Богдан Кукало , Олександр Пупена

Національний університет харчових технологій

Вступ. Сьогодні нові інформаційні технології суттєво змінюють спосіб життя людини та проникають в кожную сферу життя суспільства. Кількість доступних джерел інформації для спеціалістів у будь-якій сфері і тим більше у автоматизації виробництва, має не аби яке значення, що підтверджує вислів Н.Ротшільда «хто володіє інформацією, той володіє світом». Тож, важливість MES (*Manufacturing execution system*) систем ніхто не в змозі заперечити. Функції, що виконуються MES-системами, можуть бути інтегровані з іншими системами управління підприємством, такими як Планування Ланцюжків Постачань (SCM), Продажі та Управління сервісом (SSM), Планування ресурсів підприємства (ERP), Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУТП), що забезпечить своєчасне і всеосяжне спостереження за критичними виробничими процесами.

Матеріали і методи. Як матеріали використовується технічна література закордонних «впроваджених» систем управління, деякі інформаційні джерела ,які представлені підприємствами в цілях ознайомлення.

Методами дослідження є:

- Метод порівняння;
- абстрагування;
- аналіз і синтез.

Результати. В роботі розглядається більш поширено і докладно з дрібницями проблематика впровадження MES систем. Завдяки використанню сучасних MES-систем з'явилася можливість збільшити швидкість обробки виробничих замовлень практично в два рази на тлі зниження на 25% обсягів незавершеного виробництва. Застосування MES дає можливість складати і своєчасно коригувати детальні виробничі розклади, що, в свою чергу, дозволяє більш точно визначити фактичну собівартість виготовлення як кожної окремої деталі, так і всього виробу повністю.

Висновки. За рахунок швидкої реакції на події, що і застосування математичних методів компенсації відхилень від виробничого розкладу, MES системи дозволяють оптимізувати виробництво і зробити його більш рентабельним. MES системи, збираючи і узагальнюючи дані, отримані від різних виробничих систем і технологічних ліній (нижній рівень піраміди), виводять на більш високий рівень організацію всієї виробничої діяльності, починаючи від формування виробничого замовлення і до відвантаження готової продукції на склади. Таким чином, використання MES систем у діяльності суб'єктів підприємства є необхідною умовою модернізації та вдосконалення самої політичної системи. Система як нове інформаційно-комунікаційне середовище надає нові можливості для ведення управлінських кампаній, надає різноманітні канали взаємодії з різними ланками виробництва.

Література

Высочин С.В., Пителинский К.В., Смирнов Ю.Н. Принципы построения систем для расчета производственных расписаний (рус.) // САПР и графика : журнал. — М.: Компьютер Пресс, 2008. — № 9. — С. 57-59. — ISSN 1560-4640
Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа . Андреев Е.Б., Ключников А.И., Кротов А.В., Попадько В.Е., Шарова И.Я. - Москва Недра, 2008. -400с.

14. Хмарні сервіси в автоматизації технологічних процесів виробництва

Куцак Євгеній

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Автоматизація технологічних процесів – важливий засіб підвищення продуктивності праці, якості продукції, скорочення витрат матеріалів та енергії. Для значного покращення управління автоматизацією застосовують хмарні технології.

Матеріали і методи. Як матеріали використовували документації сервісів IBM, Node-Red та мови програмування JavaScript. Методами дослідження слугували структурування, аналіз й алгоритмізація.

Результати. В основі теперішніх засобів автоматизації лежить використання мікропроцесорної техніки: інтелектуальних датчиків, пристроїв керування, функціональних блоків, засобів відображення інформації, операторських панелей та ін. Для оптимізації автоматизованого процесу в сучасних технологіях виробництва залучають засоби, які дають змогу максимально швидко, ефективно, з мінімальними капітальними витратами виконувати те чи те завдання. До таких засобів належить, зокрема, хмарні сервіси.

Технології індустрії 4.0 [2], так само хмарні рішення, активно охоплюють різні галузі виробництва. Їх упровадження стає актуальним і для автоматизації технологічних процесів харчової промисловості. Суть хмарних технологій полягає в перенесенні обробки даних із персональних комп'ютерів і робочих станцій на сервери всесвітньої мережі. Користувач стає не покупцем обчислювальних програм і комплексів, а їх орендарем, якому надають різноманітні послуги [1]. Інформація з датчиків та пристроїв автоматизованої системи поступає на маршрутизатор, з нього – на хмарний сервер, де наявні додатки, які дозволяють оброблювати дані, виводити їх на так званий операторський екран та зберігати на серверній базі даних. Також хмарне рішення дає змогу створювати нейромережі, експертні системи на потужних серверах, що можуть оброблювати велику кількість даних та отримувати якісний аналіз технологічного процесу. Користувач може працювати з будь-якого пристрою та з будь-якої точки на планеті, під'єднаних до Internet. Це можливість стежити за інформацією системи автоматизації, змінювати стан певних об'єктів та вчасно реагувати на аварійні ситуації тощо.

Харчова промисловість – одна з наймасштабніших галузей виробництва, для якої надзвичайно важливими є якість і вартість продукту. Хмарні обчислення в межах цієї галузі сприятимуть не лише оптимізації процесу виробництва, а й виявленню потенційних проблем через неможливі раніше способи автоматизації промисловості.

Висновки. Динамічний розвиток автоматичних систем виробництва потребує впровадження сучасних рішень для оптимізації управління технологічними об'єктами, гарантування безпеки самих процесів виробництва.

Література

1. Основні поняття хмарних технологій [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://academicfox.com/lektsiya-1-osnovni-ponyattya-hmarnyh-tehnolohii/>.
2. The Internet of Things: Industrie 4.0 vs. the Industrial Internet [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://mapifoundation.org/economic/2015/7/23/the-internet-of-things-industrie-40-vs-the-industrial-internet>.

15. Переваги замісу теста в безперервно діючих місильних машинах

Кучеров Андрій

Національний університет харчових технологій

Вступ. Останні роки є актуальною проблема по розробці та впровадженню нових технологій підвищення продуктивності виробництва та покращанні якості готової продукції.

Матеріали і методи. У дослідженні виконується порівняння виготовлення тіста в машинах періодичної та безперервної дії. В роботі використовується приклади технологій приготування кондитерського тіста. Згідно рецептури для приготування кондитерського тіста використовується: цукровий пісок, пудра, сіль, жири, яйця, патока, інвертний сироп, паленка, мед, дріжджі, вода або молоко.

Результати. Організація безперервного механізованого процесу приготування тіста підвищує продуктивність праці і полегшує роботи з розвантаження тістомісильних машин, транспортуванні тісту і завантаженні його в формуючі машини. Крім того, здійснення поточно - безперервного замісу тіста дозволяє забезпечити стабільність режиму і, отже, однорідне і високу якість виробів, а також поліпшити санітарно-гігієнічні умови виробництва. При безперервному способі приготування тіста застосовують тістомісильні машини безперервної дії. У цих машинах тісто послідовно проходить усі стадії обробки і виводиться з машини безперервним потоком.

Безперервний заміс тісту може бути здійснений шляхом безперервної подачі сировини дозаторами в місильну машину безперервної дії в рецептурному співвідношенні, що забезпечує освіту тесту необхідної консистенції.

Особливість кондитерського тесту, на відміну від макаронного і хлібопекарського, полягає насамперед у тому, що воно виходить з 10-12 різномірних видів сировини.

В даний час на ряді підприємств впроваджені станції безперервного замісу цукрового тесту і в стадії проектування і виготовлення обладнання знаходиться станція безперервного замісу тіста.

Висновки.Заміс тісту в місильних машинах періодичної дії вимагає застосування важкої ручної праці.

Не варто нехтувати тим, що здійснення безперервного замісу тіста в значній мірі залежить від можливості отримання добре диспергує і стійкою (не розшаровується) емульсії. Остання умова впливає перш за все з необхідності дотримуватися рецептурное співвідношення сировини.

Література.

1. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв /О.Т.Лісовенко, О.А.Руденко-Грицюк, І.Н.Литовченко і ін. – К.: Наукова думка, 2000. – 280 с
2. І.Я.Стадник, О.Т.Лісовенко. Обладнання – перспективне, продукція – високоякісна //Харчова і переробна промисловість. – 2001. – № 12. – С.11.

16. Керування процесом defeкоcатурації з використанням інтелектуальних систем на цукровому виробництві

Лавренюк Руслан

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виробництво цукру є однією із найважливіших галузей харчової промисловості країни. Для отримання високого виходу товарного цукру, дифузійний сік піддається очищенню з метою видалення з нього якомога більшої кількості нецукрів.

Матеріали і методи. При автоматизації станції defeкоcатурації на цукровому заводі повинно бути передбачено: контроль і регулювання подачі дифузійного соку в переддефекатор, витрати пари на підігрівачі, витрати сатураційного газу в апарати 1-ї та 2-ї сатурації, витрати defeкованого соку в апарат 1-ї сатурації, контроль рН соку.

Результати. На сучасних заводах, контроль за роботою устаткування у відділенні defeкоcатурації здійснюється за допомогою різних контрольно-вимірювальних приладів. Вони призначені для автоматичного відновлення заданого режиму всієї станції. По показах цих приладів ведуть оптимальний експлуатаційний режим роботи агрегатів, їх налагодження, а також стежать за надійністю і економічністю роботи установки. Контрольно-вимірювальні прилади мають винятково важливе значення для нормальної роботи процесу.

У підготовці процесів defeкоcатурації для отримання осаду, через який зможе фільтруватися цукровий сироп, який формується за допомогою двох процесів, попередня defeкація і сатурація. Попередня defeкація "кидає" вапно, на частки якого наліплюються нецукри, а сатурація утворює грубий осад, через який фільтрується сік. Для того щоб оцінити стан цього середовища необхідно і точно сформулювати керуючі дії по кількості подачі сатураційного газу необхідно враховувати такі характеристики:

- температура соку;
- кислотність соку;
- густина соку.

Саме для цього ми маємо необхідність використати інтелектуальних систем. Система має аналізувати стан середовища, тобто якість буряка. І за рахунок цього передбачити різні режими роботи defeкоcатурації. А саме штучний інтелект буде навчатися і передбачати оптимальний перебіг технологічного процесу. З використанням логіки, тобто, якщо буряк поганої якості, то процес має бути пришвидшений, при цьому ми несеємо більші втрати цукру, але ми отримуємо цукор відповідної якості.

Висновки. Основною метою розробки системи є економічна ефективність і отримання додаткового прибутку від впровадження проекту. Внаслідок впровадження інтелектуальної системи підвищиться якість продукту, а також обсяг виробництва, зменшаться витрати на паливо та електроенергію, а також на ремонт та обслуговування лінії виробництва. Всі ці фактори дають можливість отримати додатковий прибуток.

Література

1. Кишенько В.Д. Самойленко Ю.О. Смітюх Я.В. // Інтелектуальні системи. – 2017 – 67с.

17. Роль кібербезпеки в Industrial Internet of Things

Оксана Лінкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Безпека Промислового Інтернету речей (Industrial Internet of Things, IIoT) є важливим аспектом при проектуванні готових рішень. Актуальною є проблема відсутності методичних рекомендацій для побудови захищеного IIoT.

Матеріали і методи. Більшість IIoT-рішень складається з трьох основних рівнів: пристроїв, мережі та додатків. Останній з них потребує особливої уваги, так як надає хакерам найбільшу площу для атак та включає зв'язок з хмарними, мобільними та веб-додатками. Існують спеціальні механізми та служби безпеки до яких належить шифрування, хеш-функції, авторизація, автентифікація та інші.

Результати. Згідно тріади ключових принципів безпеки інформації будь-які дані повинні бути захищені орієнтуючись на конфіденційність, цілісність та доступність. Так як в більшості випадків IIoT-рішення потребують віддаленого доступу з метою керування та роботи з великими масивами інформації, виникає потреба комплексного захисту, побудови моделі загроз та вивчення вже існуючих вірусів націлених на IIoT-рішення (серед них Mirai, Stuxnet та інші). Криптографія є обов'язковою для IIoT, так як допомагає забезпечити взаємодію, захищає прошивку і процес автентифікації. Нерідко IIoT-пристрої мають обмежену обчислювальну потужність і невеликий обсяг пам'яті, що ускладнює застосування складних криптографічних алгоритмів, яким потрібно більше ресурсів, ніж надають пристрої. Шифрування можна розділити на три рівні: симетричне шифрування, шифрування з відкритим ключем, криптографічний hashing. В IIoT безпека повинна враховуватись на початку проектування рішень, а підхід має бути комплексним та покривати всі аспекти: від апаратного рівня до хмари. Опираючись на літературні джерела, для розробки рішень існує короткий перелік заходів безпеки, що все ж потребує постійного доповнення.

Висновки. Було проведено аналіз існуючих методів захисту IIoT-рішень і виділені ключові дії для уникнення загроз, які плануються сформувати у вигляді рекомендацій.

Література

Internet of Things for Architects by Perry Lea, 2018

18. Система автоматизації вакуум-апаратів І продукту з використанням кристаломіра та рефрактометра

Малик Олександр, Олег Клименко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Автоматизація цукрової промисловості забезпечує якісну і ефективну роботу технологічних ділянок тільки у випадку комплексного підходу до вирішення цієї задачі. Моделювання і оптимальне керування періодичних процесів є актуальною темою для задач автоматизації, а у випадку процесів в утфельних вакуум-апаратах ця тема набуває особливої уваги, оскільки цей процес є кінцевим у виробництві цукру і від нього в великій мірі залежить якість готового продукту.

Матеріали і методи. Мета моделювання цього процесу полягає у вивченні поведінки в різних ситуаціях, а також знаходження ефективної та оптимальної роботи даного процесу на виробництві. Оптимізація процесу кристалізації проводиться для знаходження оптимальних режимів даного процесу та для підвищення ефективності роботи утфельних вакуум-апаратів, а саме підвищити вихід кристалічного цукру та зменшити час варіння

Результати. Основна кристалізація цукру відбувається в утфельному вакуум-апараті, який є однофункціональним чотирьох стадійним апаратом періодичної дії основного виробництва з підживленням і змінним об'ємом робочого середовища. Основний процес у вакуум-апараті проходить при створенні і рості нової фази у цукровому розчині, пересичення якого підтримують за рахунок випаровування частини розчинника (води) під вакуумом. Процес кристалізації цукру є одним з найбільш складних технологічних процесів, які проводять в харчовій промисловості в апаратах періодичної дії. Для підвищення виходу кристалічного цукру та зменшення час варіння Система варіння вакуум-апаратів здійснює варку з використанням спеціалізованих приладів: кристаломір і рефрактометр. Процес варки утфелю в окремому вакуум-апараті ведеться в двох режимах: «Робота» і «Зупинка».

В режимі «Робота» процес іде послідовно відповідно етапам варки. Поточний етап, на якому знаходиться вакуум-апарат в даний момент, підсвічується зеленим кольором. Перехід з етапу на етап здійснюється відповідно до умов переходу. В режимній карті на етапі налаштування системи задаються значення, при досягненні яких і виконуються умови переходу. Окремим етапом являється етап «Утримання на воді». Програма сама на цей етап не переходить, її може перевести лише оператор. Для цього необхідно поставити галочку в квадратику ліворуч від назви етапу і натиснути кнопку «Старт». В разі відсутності потрібного продукту для підкачок вода в вакуум-апарат подається автоматично, залишаючи програму на тому ж етапі, на якому вона знаходилась. Утримання на воді відбувається, так би мовити, в середині поточного етапу, без переходу на окремий етап «Утримання на воді».

Висновок. В результаті автоматизації покращуються техніко-економічні показники (контроль ведення процесу, регулювання процесу, знижуються експлуатаційні витрати на заробітну плату за рахунок вивільнення персоналу).

Література

1. Бобух А. А. Автоматизированное управление технологическими процессами отрасли на примере производства кальцинированной соды по аммиачному способу [Текст лекций] / А. А. Бобух, А. М. Дзевочко, М. А. Подустов. – Х. : Изд-во «Підручник НТУ «ХП»». 2015. – 88 с. – На рус. яз.
2. Штангеев В. О. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В 2-х ч. Ч. 2 / В. О. Штангеев, В. Т. Кобер, Л. Г. Белостоцкий и др. – К.: „Цукор України”, 2004. – 320 с.

19. Використання підходів RTN для оперативно-календарного планування періодичних виробництв

Роман Міркевич, Олексій Міркевич

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Проблема планування періодичних виробництв включають два ключових аспекти: представлення рецепту (набір кроків і параметрів, які описують процес виробництва); представлення топології виробництва (доступне технологічне обладнання та матеріальні потоки між ним).

Матеріали і методи. Як варіант вирішення даної проблеми пропонується використовувати підхід RTN (Resource-Task Network), який реалізує дві загальні задачі, які розв'язуються в процесі планування: по-перше, розробка графічного представлення виробничого процесу (рецепту і топології виробництва); по-друге, на основі графічного представлення, створення загальної математичної моделі, яка може бути використана для безпосереднього планування періодичного виробництва.

Результати. Графічне представлення являє собою об'єднання двох типів вузлів – ресурси (сировина, проміжні та кінцеві продукти, обладнання та ін.) та задачі (операції обробки). Задачі перетворюють один тип сировини на інший, що описує основні операції виробництва.

Математичний опис моделі планування являє собою опис основних обмежень:

1. Вирішення конфліктів розподілу обладнання між задачами:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} W_{ijt} \leq 1 \quad \forall j, t$$

де $W_{ijt} = 1$ якщо задача i була розпочата в апараті j в момент часу t , інакше $= 0$; pt_{ij} – час обробки задачі i в апараті j .

2. Обмеження на ємність апаратів та станцій зберігання:

$$V_{ij}^{min} W_{ijt} \leq B_{ijt} \leq V_{ij}^{max} W_{ijt} \quad \forall i, j \in J_i, t$$

де B_{ijt} – кількість речовини яка проходить обробку задачею i в апараті j в момент часу t ; V_{ij}^{min} , V_{ij}^{max} – відповідно мінімальна і максимальна кількість речовини яку може обробляти задача i в апараті j .

3. Матеріальні баланси:

$$S_{st} = S_{s(t-1)} + \sum_{i \in I_s^p} \rho_{is}^p \sum_{j \in J_i} B_{ijt(t-pt_{ij})} - \sum_{i \in I_s^c} \rho_{is}^c \sum_{j \in J_i} B_{ijt} + \Pi_{st} - D_{st} \quad \forall s, t$$

де I_s^p – множина задач, що виробляють матеріал для стану s ; I_s^c – множина задач, що споживають матеріал зі стану s ; ρ_{is}^p – пропорція матеріалу для стану s , що виробляється задачею i ; ρ_{is}^c – пропорція матеріалу стану s , що споживається задачею i ; Π_{st} – кількість матеріалу (сировини) стану s отриманого в час t , D_{st} – кількість матеріалу (продукту) стану s вивантаженого в час t .

Дана модель планування підтримує можливість використання різних цільових функцій, які являють собою різні лінійні комбінації змінних W_{it} , B_{it} та R_{it} .

Висновки. При оперативно-календарному плануванні підходи RTN мають ряд переваг: просте візуальне представлення технологічного процесу, універсальність математичної моделі і можливість її багаторазового використання, можливість використання декількох цільових функцій.

20. Нейронечіткі алгоритми для управління бродильним процесом в пивоварному виробництві

Місюра Максим

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день пивоварна промисловість є однією із найпоширеніших галузей харчової промисловості. Про це свідчить велика кількість пивзаводів, приватних броварень, ресторанів з власними невеликими пивоварними комплексами. Жорстка конкуренція вимагає вдосконалювати процеси виробництва пива. Один з можливих варіантів – скоротити процеси бродіння з дотриманням високих якісних показників.

Матеріали і методи. В роботі пропонується використання нейронечітких алгоритмів для вирішення проблем на лініях (ділянках) пивоварного виробництва.

Результати. Один із складних процесів виробництва пива є процеси бродіння й дозрівання пива – складний завершальний етап пивоваріння, який відбувається у циліндрично-конічних танках (ЦКТ) протягом 14...22 діб.

Керування процесом бродіння здійснюють за допомогою регулювання температури, тиску та часу перебування речовини в бродильних апаратах. Але використання лише технічних засобів не дає можливості повністю оцінювати перебіги процесів. Тому, рекомендовано створювати алгоритми та системи керування процесами ЦКТ із застосуванням сучасних технологій, зокрема, технології штучного інтелекту на основі нечіткої логіки [1-2].

В роботі досліджувались різні методів нейронечітких алгоритмів з метою виявлення більш точних висновків на дані, що характеризують проходження технологічного процесу, а також порівняння цих методів між собою. Також в роботі була запропонована комп'ютерно-інтегрована система на базі сучасних технічних рішень.

Висновки. Запропонована комп'ютерно-інтегрована система управління виробництвом, де у вузлах верхніх рівнів буде відбуватися обробка ситуацій та вибір рішення на основі нейронечітких алгоритмів та сценарію з використанням різних обчислювальних ресурсів, в тому числі тих, що виконані в середовищі Matlab з Fuzzy logic Toolbox, ANFIS.

Література

1. Місюра, М.Д. Реалізація комп'ютерно-інтегрованого управління для хлібопекарського виробництва / М.Д. Місюра // Матеріали 84 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”, 23–24 квітня 2018 р. – К.: НУХТ, 2018 р. – Ч.2. – С. 277
2. Карпенко, Д.С. Застосування нечіткої логіки в керуванні процесом бродіння пива [Електронний ресурс] / Д.С. Карпенко, Л.Д. Ярошук. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: [http://ihf.kpi.ua/files/downloads/302\[1\].pdf](http://ihf.kpi.ua/files/downloads/302[1].pdf).

21. Автоматизоване керування технологічними процесами приготування тіста

Носач Ігор

Національний університет харчових технологій

Вступ. Автоматизована система управління передбачає: дистанційне та автоматичне управління механізмами, тепломеханічний контроль, технологічну сигналізацію, індикацію, збір та архівацію даних, автоматичне неперервне регулювання та перехід на ручне управління без порушення процесу.

Матеріали і методи. Як матеріали використовується теоретичний опис автоматизованої системи керування приготування тіста на основі матеріалів з підручника «Автоматизація виробничих процесів» О.І. Черевко, Л.В. Кіптела, В. М. Михайлов, О. Є. Загорулько. Використовувався метод оптимізації.

Результати. До автоматизованої системи управління (АСУ) виробництва тіста висунуті дві головні вимоги: забезпечення необхідної якості управління технологічними процесами з використанням мікропроцесорних контролерів;

супервізорний контроль та управління проходження технологічного процесу за допомогою дисплейних мнемосхем;

Вимірювання температури, вологості, рівня і тиску проводиться вимірювальними пристроями, після чого оператор може бачити дійсне значення величини на екрані за допомогою SCADA-програм, наприклад, Vijeo Citect.

В процесі виготовлення тіста оператор регулює подачу рідких та сипких компонентів, дріжджів (за рецептурою), подачу пари та керувати двигунами та клапанами. Вимірювання і регулювання тиску пари, рівня в дозаторах та мішалці, витрати пари – з цими величинами оператор працює за допомогою SCADA-програм. Ці програми дозволяють оператору бачити, який клапан відкритий, а який ні, чи працює мішалка, рівні в апаратах, тиск та інші параметри, також, коли будь-яка величина вийде за регульовані межі, у вигляді певного аларму, здійснити на неї керуючий вплив, повертаючи у регульовані межі.

Висновки. Для найбільш ефективного керування технологічними процесами приготування тіста використовують автоматизоване управління за допомогою датчиків, первинно-вимірювальних перетворювачів, регуляторів, та здійснюють вплив на вимірювані величини в лічені секунди. Створення автоматизованої системи управління дозволяє контролювати весь процес виготовлення тіста, що значно зменшує можливість аварійної ситуації або людської помилки. Завдяки SCADA-програмам, набагато простіше відбувається контроль, адже оператор бачить дійсні значення на екрані. Тепер не потрібно використовувати велику кількість робочої сили, якщо один оператор здатен бачити відображення всього процесу, регульовані величини та впливати на них.

Література.

1. «Автоматизація виробничих процесів» О.І. Черевко, Л.В. Кіптела, В. М. Михайлов, О. Є. Загорулько. – Харків 2014 – 186с.
2. «Методы оптимизации. Вводный курс» Банді Б. , пер. з англ. О.В. Шихеевої. – М.:Радио и связь, 1988 – 128с.
3. «Автоматизация - не роскошь, а необходимый компонент успеха современного производства» Лисогор В. Г., Скідан Ю. Я. – 2001 - №2. – 65с.
4. «Розроблення автоматизованої системи керування технологічними процесами виробництва хліба з використанням сценарного підходу» Б. М. Гончаренко, В. Д. Кишенько, П. Лобок, С. В. Кронг, Л. Г. Віхрова, - 2016 – вип.. 46. «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогоспмашин»

22. Застосування MES систем з метою оптимізації процесів підприємства спиртової та лікєро-горілкової промисловості

Андрій Овчарук, Ярослав Смітюх

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальною задачею сьогодення є розробка оптимальної стратегії впровадження систем MES (*Manufacturing execution system*) на підприємствах з метою покращення показників його роботи та підвищення якості продукції.

Матеріали і методи. Експериментальні дослідження виконані з використанням продуктів компанії «ІНДАСОФТ», яка надає рішення для роботи з MES для підприємств з дискретним типом виробництва, а саме пропозиціями по автоматизації підприємств спиртової промисловості

Результати.

Для вирішення вищевказаних проблем на підприємстві необхідно вирішити три основні завдання.

По-перше, забезпечити всі рівні підприємства своєчасної, надійної, доступної, і перевіреною інформацією.

По-друге, необхідно скоординувати роботу всіх компонентів і систем підприємства. Необхідна інформація переміщується всередині підприємства завдяки різним компонентів і систем. Однак через різноманітності цих компонентів робота їх часто нескордированих і складна в підтримці і розумінні

По-третє, потрібна система, яка буде вирішувати завдання оперативного управління виробництвом, що дозволить підвищити продуктивність, якість і зменшити витрати. Це можливо завдяки функціям систем оперативного управління виробництвом, визначеним міжнародним промисловим стандартом ISA - 95.

Результат опитування виробників про рівень повернення інвестицій, вкладених у впровадження MES За результатами опитування виробників, було виявлено, що системи MES окуповуються за рахунок традиційних заходів зниження витрат виробництва протягом 6 - 24 місяців після введення в експлуатацію.

Дослідження, що проводяться різними аналітиками ринку і консалтинговими фірмами, показують, що MES забезпечує суттєві переваги для підприємств, що їх використовують, в порівнянні з тими підприємствами, які цього не роблять. За даними статистики MES забезпечує значне підвищення техніко-економічних показників функціонування в цілому всього виробництва.

Висновки. Головна особливість пропонованого рішення - відповідність сучасним вимогам відкритості і масштабування систем автоматизації, що дозволяє їх легко розвивати до єдиної корпоративної інформаційної системи всього підприємства.

Література

1. Inna Shurduk, Maksym Serik, Svitlana Antonenko, Natalya Fedak (2014), Effect of protein and mineral additive on consumer characteristics of meat emulsion products, *Ukrainian Food Journal*, 3(4), pp. 435-449.
2. Kanis J. A. (2008), *Requirements for calcium and its use in the management of osteoporosis*, Charman & Hall, London.

23. Використання методів оперативної ідентифікації для керування об'єкта кристалізації цукрових утфелів

Анна Петрушко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Невизначеність процесів цукрового виробництва потребує знаходження надійного методу для їх оцінки та ідентифікації з метою зменшення питомих витрат енергії.

Матеріали і методи. Типово застосовуються на подібних об'єктах такі методи ідентифікації: метод кореляційного аналізу для кількісної оцінки взаємозв'язку між статистичними ознаками; метод ретроспективного аналізу для оцінки тренда динамічних характеристик об'єкта та помилки використаних спрощених методів оцінювання; метод вейвлет аналізу для оцінки кількісного впливу міжпараметричних зв'язків.

Результати. Для продукту передбачається цілеспрямована зміна параметрів середовища, відповідно, для руху параметрів середовища ($y_1, y_2, \dots, y_n$) можна виокремити локальний простір варіацій Y . Так, якщо передбачити необхідність підтримання співвідношення зміни параметрів середовища, то можна передбачити, що для різних термінів виробництва даного продукту співвідношення параметрів мають залишатися сталими. Серед групи параметрів середовища, частина ($y_{i+1}, y_{i+2}, \dots, y_m$) має природу що взаємовиключає підтримання вказаної вище відповідності, тобто мають подібний характер, що визначається корельованістю, незалежно від напрямку взаємних відносин. Для вказаних параметрів можна виокремити інтервали змін, де співвідношення зберігає своє стале значення, може бути виділений інтервал лінійності. Всі інші некорельовані параметри приймаються за ортогональні до цільового змінювання групи. Відмінність взаємозалежних оборотних процесів для вказаних об'єктів визначає подібність.

Відмінність взаємозалежних оборотних процесів для вказаних об'єктів визначає подібність їх динамічних параметрів, для яких застосування тестових сигналів ідентифікації не дозволяють отримати спектр відгуку такий, що дозволить отримати диференційовану оцінку для міжпараметричних зв'язків об'єкта. В той же час відсутність механічної перебудови агрегатів визначає інваріантність присутніх транспортних запізнень $\tau_{yi} \neq \tau_{ym}$ від передбачуваних змін в об'єкті. Дослідження динамічних зв'язків передбачає зміну завдань, що не мають порушувати відносини між параметрами середовища: $\Delta x_i \xrightarrow{\tau_{iyi\_max}} y_i$.

Висновки. Застосування методів оперативної ідентифікації для керування об'єкта кристалізації цукрових утфелів використовувались для уточнення параметрів алгоритму керування з метою зменшення питомих витрат енергії на підставі збільшення статичної точності.

Література.

1. Єщенко О. А. Підвищення ефективності роботи продуктивних відділень цукрових заводів / Єщенко О. А., Мирончук В. Г. // Харчова пром.-сть. – К., 2001. – № 1 (46). – С. 72–74.
2. Гроп Д. Методи ідентифікації систем. – М.: Мир, 1979
3. Метод ідентифікації нелінійних динамічних об'єктів з екстремальними статичними характеристиками [Електронний ресурс] / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Наукові праці ВНТУ. – 2009. – № 2. Режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2009_2_ua/2009_2.files/uk/09bimesc_ua.pdf.

24. Використання онтології для побудови бази знань експертної системи в предметній області зберігання овочів та фруктів за технологією «ULO».

Іван Челишев, Євген Проскурка

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для зберігання овочів та фруктів існують багато технологій. На даний момент часу популярності набуває технологія «ULO» (Ultra Low Oxygen). Сутність даної технології полягає в регулюванні відсоткового вмісту кисню та вуглекислого газу в сховищі для створення оптимальних умов при зберіганні овочів та фруктів.

Матеріали і методи. Пропонується створити базу знань для експертної системи з використанням онтології, що описує предметну область зберігання овочів та фруктів за технологією «ULO».

Результати. Для кожного виду овочів та фруктів при зберіганні за технологією «ULO» існують вимоги по відсоткового вмісту кисню та вуглекислого газу, а також вимоги по вологості та температурному режиму. Вимоги поставленні до кожного виду овочів та фруктів при зберіганні за технологією «ULO» пропонується описати за допомогою онтології.

Онтологія – формально явний опис поняття в аналізованій предметній області (класів, іноді їх називають поняттями), властивостей або атрибутів кожного поняття (слотів, іноді їх називають ролями чи властивостями), що описують різні властивості поняття, та обмежень, накладених на слоти (фацетів, іноді їх називають обмеженнями ролей).

Онтологія описує основні концепції (положення) предметної області і визначає відносини між ними. Онтологія разом із набором індивідуальних екземплярів класів утворює базу знань [1].

Створена онтологія, що описує вимоги, які поставленні до кожного виду овочів та фруктів при зберіганні за технологією «ULO», буде використовуватися, як база знань для експертної системи.

Оскільки для певних видів овочів та фруктів вимоги при зберіганні за технологією «ULO» співпадають, експертна система використовуючи базу знань, розробленої за допомогою онтології, буде видавати рекомендації, щодо поєднання різних видів овочів та фруктів під час зберігання в одному сховищі.

Висновки. За рахунок використання експертної системи, база знань якої, розроблена за допомогою онтології, можна досягти більш раціонального використання місця для зберігання овочів та фруктів за рахунок компонування різних видів овочів та фруктів за подібними умовами їх зберігання.

Література

1. Проскурка, Є.С. Побудова бази знань з використанням онтологій для функціонування експертної системи на основі прецедентного підходу / Є.С. Проскурка // Матеріали 79-ої міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 2 - 3 квітня. – К.: НУХТ. – 2013 р. – С. 563-564.

25. Використання новітніх засобів автоматизації для зменшення витрат енергоресурсів, збільшення техніко-економічних показників при виробництві молочної кислоти

Процько Юлія Олександрівна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальною задачею сьогодення є покращення виробництва харчової продукції, зменшення випадків травматизму при виробництві, сприяння безаварійній роботі устаткування, зменшення собівартості продукції при цьому не втрачаючи рівня якості та зменшення забруднення повітря.

Матеріали і методи. Експериментальні дослідження виконані з використанням середовища програмування MATLAB від фірми MathWorks для розрахунку техніко-економічних показників, середовища для розробки інтерфейсу керування SCADA/HMI - Zenon COPA-DATA і середовища програмування TIA Portal фірми Siemens для моделювання процесу роботи системи автоматизації.

Результати. Визначено вплив впровадження нових комплектуючих у систему автоматизації виробництва молочної кислоти. Була розроблена математична модель об'єкту, віртуальна модель з написаною програмою імітації, за якою були отримані технічні показники роботи оновленої системи для порівняння із існуючою.

Була проведена економічна оцінка модернізації, розрахований період окупності нової системи та оцінка необхідних витрат на виконання цієї процедури.

Доведено, що використання апаратури яка в даний момент експлуатується на виробництві призведе до втрат прибутку, так як воно буде застарілим, якщо його порівняти з новітніми технологіями.

Висновки. Модернізація системи автоматизації призведе до підвищення ККД об'єкта, зменшення витрат на енергоносії, а також на збільшення прибутку підприємства.

Література

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.: Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Системний аналіз складних систем управління: Навч. посіб. / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. — К.: НУХТ, 2013. — 274с.

26. Нелінійна динаміка та детермінований хаос- необхідні засоби у підвищенні ефективності керування технологічними комплексами цукрового виробництва

Олександр Ромашук, Василь Кишенько

Національний університет харчових технологій

Вступ. Метою роботи є вирішення проблеми підвищення якості і збільшення виходу продукції, економії сировини та енергоресурсів, зниження експлуатаційних витрат у цукровому виробництві за рахунок розробки систем синергетичного керування технологічними процесами.

Матеріали і методи. Методи, що використовуються для розв'язання поставлених задач, базуються на основах сучасної теорії автоматичного керування, методах системного аналізу, базових принципах сценарного підходу (організація ефективних стратегій управління), нелінійної динаміки та детермінованого хаосу, багатокритеріальної оптимізації, імітаційного моделювання, інтелектуальної ідентифікації хаотичних нелінійних динамічних систем, дослідження часових рядів

Результати. В результаті дослідження були вирішені поставлені задачі, а саме: досліджено характеристики динамічної системи відділення дефекосатурації, її хаотичних атракторів. Визначено характеристичні показники Ляпунова, ентропію динамічної системи, фрактальну розмірність, дисперсію вибірок часових рядів, показник Херста.

За отриманими показниками проведена інтелектуальна кластеризація їх на платформі Data Mining. Ці показники можуть служити базою знань для їх подальшого використання в системах штучного інтелекту та прийняття рішень, відносно керування об'єктом.

Проведений теоретично-експериментальний аналіз технологічних процесів сокоочищення на цукровому заводі як складної організаційно-технічної системи з принципів нелінійної динаміки, що дозволило встановити переміжність в розвитку об'єкта, здійснити оцінку показників хаотичності основних технологічних змінних по часовому ряду та проаналізувати їх властивості.

За результатами проведених досліджень, можна сказати, що відділення дефекосатурації цукрового заводу, як складна системи характеризуються проявами хаотичної поведінки: це доводить тим, що були виявлені атрактори в реальному часі, проведена оцінка їх параметрів, а саме: визначено характеристичні показники Ляпунова, які служать мірою хаотичності динамічних систем. Зокрема, визначені позитивні значення показників Ляпунова в досліджуваних часових рядах свідчать про те, що поведінка системи є хаотичною. Іншою важливою характеристикою служить ентропія, яка визначає зворотну величину середнього часу передбачуваності поведінки хаотичної системи, характеризує її складність, і фрактальну розмірність фазового простору системи. Ці показники динамічної системи, можливо використати в подальшому для організації ефективних стратегій керування на основі сценарного підходу. Отримані дані, піддаються кластеризації, і в подальшому можуть бути використані для побудови сценаріїв керування технологічним об'єктом, за допомогою штучного інтелекту, який в свою чергу вибирає, з бази знань, правильний алгоритм керування, відповідно ситуації яка склалася.

Висновки. Такий алгоритм роботи, дасть змогу забезпечити якісну і ефективну роботу відділення, що призведе до зменшення енергозатрат, та збільшення продуктивності відділення сокоочистки, і технологічного комплексу в цілому.

27. Багатокритеріальна оптимізація солодового відділення пивзаводу

Романов Микола

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Запропонований метод багатокритеріальної оптимізації процесів приготування пива та наведений приклад для процесу отримання товарного солоду.

Матеріали і методи. Управління технологічними процесами пивзаводу являє собою багатокроковий процес прийняття рішень [1]. Кожен крок в процедурі вибору рішення пов'язаний з певною цільовою функцією управління і являє собою набір керуючих дій для i -ї ділянки приготування пива.

Результати. Вирішення багатокритеріальної задачі по своїй природі компромісне та засноване на суб'єктивній інформації. Процес знаходження рішення складається з двох етапів: спочатку відбувається розпізнавання ситуації, а потім, за допомогою закладених сценаріїв здійснюється формування оптимального управління у відповідності до критеріїв управління технологічними процесами виробництва пива. При розв'язанні задач оптимального керування технологічними процесами виробництва пива були виділені такі множини критеріїв: K_i^S – якість, P_i^S – продуктивність; W_i^S – втрати, а ситуаційна згортка за компромісною схемою Парето при врахуванні ситуаційної пріоритетності критеріїв матиме вигляд:

$$F = \bigcup_i \lambda_i^j \left(\bigcup_{j=1}^k A_i^j \right) \{Q_i^j(A_i^j)\},$$
 де i – номер ситуаційно-значущої зони, $i=1, \dots, n$; j – номер критерію, $j=1, \dots, m$; k – кількість критеріїв керування; Q_i^j – j -ий критерій управління для ситуаційно-значущої зони i ; A_i^j – набір параметрів для критерію Q_i^j ; λ_i^j – пріоритет критерію управління для i -ї ситуаційно-значущої зони.

Розроблені алгоритми багатокритеріального керування процесами приготування пива з урахуванням ситуаційної пріоритетності критеріїв та нечітких обмежень.

Література

1. Дилигенский Н. В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология: Монография / Н. В. Дилигенский, Л. Г. Дымова, П. В. Севастьянов. – М. : Машиностроение-1, 2004. – 336 с.
2. Кулинич А. А. Методология когнитивного моделирования сложных плохо определенных ситуаций / А. А. Кулинич // Избранные труды второй международной конференции по проблемам управления, 17-19 июня 2003 г. – М. : ИПУ РАН, 2003 г. – С. 219-226.

28. Розробка системи автоматизації процесом виробництва червоного портвейну

Михайло Руденко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний розвиток виробництва алкогольної та слабоалкогольної продукції супроводжується все більш широким застосуванням автоматизованих систем управління технологічними процесами. Технологічний процес виробництва портвейну являється в загальному випадку неперервно-поточним процесом і здійснюється головним чином в неперервно-діючому обладнанні, а тому задовольняє основні вимоги з точки зору його автоматизації

Матеріали і методи. Матеріалами досліджень були червоні сухі виноматеріали виготовлені з сортів винограду Негро і Первісток Магарача, Підлісний, 40 років Перемоги, Гідний за схемою переробки винограду, яка передбачає бродіння цілими ягодами у дубових вініфікаторах. Для витримки виноматеріалів використовували дубові бочки «барік» виробників: «Taransaud» Шаранта, Франція; «Ana Selection», Франція; «Atelier Centre France Tonnellerie» Санкуен, Франція, які відрізнялись віковими та механічними характеристиками. У виноматеріалах протягом 12-місячної витримки досліджували фізико-хімічні та органолептичні показники за загальноприйнятими у виноробстві методиками.

Результати. Більше поширення отримав метод разового спиртування, що простіший у виконанні й пов'язаний з меншими втратами спирту. Гарні результати досягаються при такій послідовності задання компонентів – спочатку в купажну ємність вводять частину виноматеріалу (15-20%), потім всю розрахункову кількість спирту й після цього – об'єм, що залишився, виноматеріалу. Мезгу піддають стіканню й пресуванню, сусло-самоплив і пресові фракції об'єднують, спиртують до 4% об., задають чисту культуру дріжджів. Висока якість перемішування вина забезпечується за рахунок застосування спиртування в потоці, при якому вино зі спиртом у певнім співвідношенні змішується в тонкому шарі в камері насоса. Після освітлення виноматеріалу до кінця року проводять два переливання зі зняттям із дріжджового осаду. У цей же період ставлять купаж, що надходить на обробку й зберігання. Портвейнізація проводиться у великих термоізольованих резервуарах, термокамерах періодичним або безперервним способом. При цьому використовують різні по конструкції установки, що дозволяють вести процес із регулюванням основних параметрів – температури, дозування кисню й часу. Прискорену портвейнізацію в потоці забезпечують установки, розроблені в Криму й Молдавії. Вони передбачають нагрівання виноматеріалу до 70-75°C і його витримку протягом 4-6 годин в умовах інтенсивного контактування вина, що розпорошує, з киснем повітряної камери реактора.

Висновки. Внаслідок розробки системи автоматизації процесом виробництва червоного портвейну на винзаводі можна досягти підвищення загального рівня автоматизації. Також було покращення технікоекономічних показників за рахунок зниження витрати на енергію, паливо та оптимізації технологічного процесу.

Література.

1. Fractionation of red wine polyphenols by solid-phase extraction and liquid chromatography / Baoshan Sun et al. // Journal of Chromatography A. 2006. V. 1128. P. 27-38.
2. Поворозник, Я. Бочка впливає на вино, як земля на виноград / Я. Поворозник // Напитки. Технології та інновації. — 2012. — № 1-2 (07). — С. 66-68.

29. Реалізація процесу підігрівання води за допомогою водогрійного котла КВГМ-20

Семиволос Микола Миколайович

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Водогрійний котел призначений для нагрівання води, яка використовується для гарячого водопостачання та опалення. Вода, що йде до споживача, називається прямою, а повертає назад від споживача в котел - зворотною. Вода використовується хімічно очищена, тому що містяться в природній воді розчинні гази (кисень та вуглекислота) руйнують метал котельного агрегату і трубопроводи. Також використання природної води призводить до відкладення накипу, який викликає перегрів металу і погіршення відводу тепла. Для заповнення неминучих втрат води, потрібна вода для підживлення зворотної води. Нагрівання води відбувається за рахунок тепла, що виділяється при спалюванні палива. Вода в котельні надходить з температурою 60 °C і нагрівається до температури 90 °C.

Матеріали і методи. В теперішній час для керування все ширше застосовують автоматизовані системи керування - людино-машинні системи, які забезпечують автоматичний збір та обробку інформації, необхідний для оптимізації керування. При цьому під процесом оптимізації розуміють вибір такого варіанту керування, при якому досягається мінімальне або максимальне значення критерію керування.

Автоматизація залишається однією з головних задач промислового виробництва і соціальної сфери в різні періоди економічного розвитку сучасного суспільства. З часом автоматизація стає все більш широким поняттям, включаючи в себе деякі нові завдання свого наукового і технічного розвитку: комп'ютеризацію, роботизацію та інші спеціальні галузі науки. Однак зміст і основне її призначення залишається незмінним - полегшення або повна заміна важкої фізичної праці людини засобами автоматизації.

Однією із основних переваг є зниження (аж до повного виключення) впливу так званого людського фактору на процес, скорочення персоналу, мінімізація витрати сировини, покращення якості вихідного продукту і суттєве підвищення ефективності виробництва.

Результати. Перед системою автоматизації ставляться такі вимоги:

- якість і стійкість регулювання;
- надійність роботи системи;
- економічна ефективність впровадження;
- можливість отримання оптимального режиму, що забезпечує максимальну продуктивність підігрівання води.
- можливість перенастроювання на інший режим роботи системи.

Остаточна задача автоматизації об'єкту полягає в отриманні економічного ефекту від втілення автоматизації. Економічний ефект буде зумовлений економією електроенергії, а також зменшенням вірогідності виникання аварійних ситуацій при експлуатації обладнання.

Висновки. Дані методи цілком ефективні для впровадження в дану систему.

Література

1. Трегуб В.Г. Проективання систем автоматизації. Навч. посібник –К.: Видавництво Ліра-К, 2015.
2. Роддатис К.Ф. Котельные установки.
3. Зыков А.К. Паровые и водогрейные котлы.

30. Система керування похилим дифузійним апаратом з використанням тензорних методик

В.М. Сідлецький

Національний університет харчових технологій

Вступ. В роботі наводиться розробка тензорної моделі для комплексу сокодобування цукрового заводу та її використання на прикладі структурної схеми системи управління.

Матеріали та методи. Для роботи системи використані: множини вимірних значень технологічних параметрів та множини внесених оперативним персоналом регламентованих значень, як технологічних параметрів так і показників роботи.

Результати. Характерною рисою сучасних підходів до побудови систем керування є їх розробка відповідно до міжнародних (ISA-95) та європейських стандартів (IEC 62264), як ієрархічної системи, де на нижньому рівні знаходиться автоматизована система керування технологічним процесом, а на найвищому — система керування бізнес-процесами. Тобто загальні підходи до розробки системи автоматизації полягають в тому що розробляється універсальний підхід в якому реальні процеси замінюються моделлю і сама система керування вже досліджується як абстрактна система, що працює із сигналами від моделі. Але модель не завжди може об'єктивно і адекватно описати складну систему в якій потрібно врахувати фізичну реально існуючу структуру яка не входить в модель саме тому в даній роботі тензорна методологія до опису як технологічних процесів так до формування управляючих діянь. Тензорні методи до опису задач є прогресивними і на даний момент використовуються в різних областях, наприклад: тензори використовуються для аналізу даних; використовуються в області штучного зору; використовуються методи тензорного аналізу для керування мобільними роботами. Тобто метою даної роботи є синтез структури системи управління, системи, що дозволить сформувати управляюче діяння направлене на досягнення заданих показників ефективності роботи технологічного комплексу, які враховуватимуть поточний стан технологічного процесу. Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі задачі: 1) провести аналіз роботи ділянок технологічного комплексу для отримання необхідних параметрів які будуть враховані в математичній моделі; 2) розробити методику розрахунку математичної моделі в тензорній формі; 3) розробити методику розрахунку управляючого діяння по розрахованим тензорним моделям; 4) розробити структурну схему системи керування, що дозволяє знайти управляюче діяння за тензорними моделями. Розроблена структурна схема системи формування управляючого знаходить сигнали управління за розрахованими тензорними моделями технологічного процесу та тензорами перетворення. Для даної системи можна виділити такі етапи: формування множини параметрів які в подальшому подаються як радіус вектори (вхідних та регламентованих значень). Далі за першою квадратичною формою знайдені радіус-вектори в локальних координатах, причому вони є тензорними моделями, що побудовані за вхідними значеннями від системи управління. Ці моделі є елементарними площинами, що є дотичними до поверхні і які розраховані для поточних та регламентованих значень.

Висновки. Результати аналізу та синтезу дають можливість визначити, що керування відповідає оптимальним перехідним процесам, однозначно зв'язаним з мінімізацією втрат енергетичних ресурсів. Саме тому вирішення поставлених задач методами тензорного аналізу, дозволяє сформулювати математичний опис у такій формі, що не залежить від конкретних значень параметрів технологічного процесу.

31. Розроблення системи логування даних за допомогою Arduino Nano

В.О. Скригун

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Вступ. Розвиток інформаційних технологій актуалізує проблему зберігання зростаючого об'єму інформації. Саме тому надзвичайно важливим є не тільки опрацювання отриманої інформації, а й її коректний та ефективний запис та зберігання.

Матеріали та методи. У дослідженні було використано методи теоретичного узагальнення, а саме метод аналізу та синтезу, порівняння, узагальнення.

Результати. Одним з можливих варіантів запису інформації є її логування. Логеру можна знайти широке практичне використання у різних сферах людської діяльності: метеорології (запис інформації про погоду), медицині (запис інформації про стан хворого), технологіях на кшталт «Розумний будинок» тощо. Мета роботи полягала у розробленні логера (пристрою для реєстрації інформації) з використанням макетної плати Arduino Nano на мікроконтролері ATMEGA328, оскільки дане обладнання характеризується високою швидкістю роботи та відносно низькою ціною, що робить його економічно привабливим. З метою визначення можливості подальшого використання створеного логера було проведено випробування як на програмному рівні (за допомогою Unit Testing), так і на фізичному (проблеми з живленням, від'єднанням/приєднанням встановлених датчиків). Створений логер успішно пройшов випробування.

Дослідження та порівняльний аналіз показав, що даний логер має певні переваги (швидкість роботи за рахунок обраного обладнання, відносна легкість у програмуванні, широкий спектр застосування, дешевизна) та недоліки (контролер Arduino відрізняється середньою надійністю, відсутністю зміни тактової частоти запису тощо). При комерційному використанні доцільно розглянути програмування безпосередньо мікроконтролера, що дозволить отримати іншу тактову частоту записів та збільшити швидкість роботи.

Програмування логеру відбувалося на мові C++ з використанням функціонального підходу декларативної парадигми програмування. Мова програмування C++ вирізняється своєю швидкістю роботи та економною роботою з пам'яттю. Даний пристрій включає в себе: макетну плату, тримач SD карти та два датчика - датчик висоти та температури, а також датчик кольору. За необхідності кількість датчиків обробки інформації можна змінювати. Для роботи з кожним датчиком була написана функція обробник, результат якої передавався у функцію, що відповідала за запис даних на карту пам'яті у форматі: дата – значення. Дані могли зберігатися у текстовому форматі (.txt) або у розширенні .dat.

Висновок. В результаті написання програми було розроблено логер, що дозволяє фіксувати та зберігати дані роботи комп'ютеризованих систем у зручному форматі для опрацювання як і машиною, так і людиною. Однак зважаючи на притаманні логеру недоліки перспективи подальших наукових досліджень вбачаємо також в удосконаленні подання даних і в інших форматах (JSON, CSV, XML тощо). Також досліджуватиметься можливість написання програми у об'єктно-орієнтованому стилі або з використанням функцій-обгортки та шаблонних функцій. Це дозволить значно розширити функціонал логера (підвищити якість коду, абстрагуватися від програмування роботи конкретного датчика тощо).

32. Інтелектуальна система керування батареєю фільтр-пресів фільтраційного відділення на цукровому заводі

Третяк Вероніка Сергіївна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сучасному етапі розвитку постає питання у підвищенні ефективності виробництва, покращення якості продукції, росту продуктивності праці та зменшення енергетичних витрат.

Матеріали і методи. Під час експериментальних досліджень було використано середовище програмування MATLAB для розрахунку технічних показників, середовища для розробки інтерфейсу керування SCADA/HMI - Zenon COPA-DATA і середовища програмування Step7 фірми Siemens для моделювання процесу роботи інтелектуальної системи автоматизації.

Результати. Під час роботи було створено систему, яка інтегрується в АСУТП цукрового заводу та забезпечує роботу станції фільтрації, яка працює в періодичному режимі в умовах безперервного виробництва та обов'язково забезпечує стабільний технологічний потік.

Дослідження було проведено на базі фільтр-пресів фірми Putsch з інтелектуальними регуляторами стабілізації, що можуть програмуватися та працювати в режимі прямої фільтрації, що заміняє багато додаткового обладнання, яке потрібно для очищення соку у процесі виробництва цукру.

Висновки. В процесі розробки та дослідження модернізованої системи було визначено, що із всіх наявних методів, метод з використанням інтелектуальних регуляторів стабілізації забезпечить всі необхідні умови для підтримки високої якості продукції, збільшенню кількості виробничої продукції та зменшенню енергетичних витрат.

Література

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.: Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Системний аналіз складних систем управління: Навч. посіб. / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. — К.: НУХТ, 2013. — 274с
3. Підвищення якості регулювання технологічних об'єктів на основі нейронечітких методів / А. П. Ладанюк, А. О. Безуглов // Наукові праці Національного університету харчових технологій. - 2016. - Т. 22, № 4. - С. 17-23..

33. Реалізація процесу сушки солода за допомогою VIPA 216-1BA02

Усов Костянтин Юрійович

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В пивному виробництві автоматизація стоїть на першому місці, оскільки від неї залежить якість і конкурентоспроможність продукції, яка неодмінно має бути на найвищому рівні в умовах жорсткої конкуренції і підвищеної пропозиції на споживчому ринку.

Матеріали і методи. Перехід до автоматизації технологічних процесів у виробництві пива по-перше характеризується застосуванням передових новітніх технологій та досягнень науки і практики, по-друге – це розробка і впровадження широкого класу високонадійних, з малим енергоспоживанням, компактних і відносно дешевих мікропроцесорних елементів автоматики, по-третє – це впровадження СКАДА систем які дають змогу покращити продуктивність. Безвідмовна робота засобів автоматизації залежить від їх вірного монтажу, наладки та подальшої експлуатації. Тому до роботи мають допускатись лише кваліфіковані працівники.

Результати. Перед системою автоматизації ставляться такі вимоги:

- якість і стійкість регулювання;
- надійність роботи системи;
- економічна ефективність впровадження;
- можливість отримання оптимального режиму, що забезпечує максимальну продуктивність лінії;
- можливість перенастроювання на інший режим роботи системи.

Даний контролер дає змогу забезпечити відповідну вологість солоду (5%), що збільшує його термін придатності до 2-ох років та покращує якість продукції. Серія System 216V побудована по модульному принципу. Це означає, що користувач має можливість оптимально підбирати склад модулів для вирішення свого завдання і модифікувати його при розширенні або при зміні вимог до системи.

Остаточна задача автоматизації об'єкту полягає в отриманні економічного ефекту від втілення автоматизації. Економічний ефект буде зумовлений економією електроенергії, а також зменшенням вірогідності виникання аварійних ситуацій при експлуатації обладнання.

Висновки. Отже дані методи цілком ефективні для впровадження в дану систему.

Література

1. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
2. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник [Текст] / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
3. Дудников Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности [Текст] : Учеб. для вузов / Под ред. Е.Г. Дудникова // М.: Химия, 1987. – 368 с.

34. Перспективи впровадження автоматизованих систем управління виробництвом карамельної маси

Чугунов Максим Володимирович

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виробництво карамельної маси являє собою одне з перспективних галузей в Україні на даний час. Це пояснюється тим, що кондитерські вироби є висококалорійним, енергетично цінним харчовим продуктом, який користується високим попитом у населення.

Матеріали і методи. Підвищення продуктивності праці, поліпшення якості продукції, що випускається, ефективність підприємства і підвищення рівня безпеки на виробництві - все це можливо завдяки стрімкому розвитку технологій та автоматизації технологічних процесів і виробництв. Адже завдяки автоматизації технологічних процесів і виробництв потрібно менше виділяти часу на контроль виробництва, тому напрямок роботи людини змістився в бік аналізу діяльності і на обслуговування безперебійної роботи технологій. Впровадження автоматизації на підприємстві допомагає знизити ризик виробничих травм, забезпечує високу безпеку праці, а також, що важливо, бере на себе самі трудомісткі і фізично важкі для людини обсяги роботи.

Результати. В результаті автоматизації технологічного процесу створюється автоматизована система управління технологічним процесом (АСУТП). Складовими частинами АСУТП можуть бути окремі системи автоматичного управління (САУ) і автоматизовані пристрої, пов'язані в єдиний комплекс. Як правило АСУТП має єдину систему операторського управління технологічним процесом у вигляді одного або декількох пультів управління, засоби обробки та архівування інформації про хід процесу, типові елементи автоматики: датчики, контролери, виконавчі пристрої. Завдяки впровадження АСУТП на підприємства виробництва карамельної маси і підняття рівня автоматизації на високий рівень можна не лише покращити якість продукції, зменшити економічні затрати на виробництво та підвищити його продуктивність, а й прискорити розвиток галузі в цілому.

Висновки. Отже дані методи цілком ефективні для впровадження в дану систему.

Література

1. Носенко С.М. Обладнання кондитерського виробництва ХХІ сторіччя / С.М. Носенко. – Київ: ДеЛі, 2013. – 254 с.

35. Моделювання криптографічної системи захисту інформації

Борис Шевчук

ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди», Переяслав-Хмельницький, Україна

Вступ. Криптографія є сукупністю методів перетворення даних, спрямованих на те, щоб зробити ці дані даремними для зловмисника. Такі перетворення дозволяють вирішити головні питання безпеки інформації: захист конфіденційності та цілісності.

Матеріали і методи. Проблеми захисту конфіденційності і цілісності інформації тісно пов'язані, тому методи рішення однієї проблеми часто застосовні для вирішення іншої. Розрізняють методи шифрування, стенографія, кодування, стискування.

Результати. Процес шифрування полягає в проведенні оборотних математичних, логічних, комбінаторних і інших перетворень початкової інформації, в результаті яких зашифрована інформація є хаотичним набором букв, цифр, інших символів і двійкових кодів. Для шифрування інформації використовуються алгоритм перетворення і ключ. Як правило, алгоритм для певного методу шифрування є незмінним. Початковими даними для алгоритму шифрування служать дані і ключ шифрування. Сучасні методи шифрування повинні відповідати наступним вимогам: стійкість шифру протистояти криптоаналізу (криптостійкість) повинна бути такою, щоб розкриття його могло бути здійснене тільки шляхом рішення задачі повного перебору ключів; криптостійкість забезпечується не секретністю алгоритму шифрування, а секретністю ключа; шифртекст не повинен істотно перевершувати за об'ємом початкову інформацію; помилки, що виникають при шифруванні, не повинні призводити до спотворень і втрат інформації; час шифрування не повинен бути великим; вартість шифрування має бути погоджена з вартістю інформації. Криптостійкість шифру є його основним показником ефективності. Вона вимірюється часом або вартістю засобів, необхідних аналітику для отримання початкової інформації по шифр тексту, за умови, що йому невідомий ключ. Зберегти в секреті широко використовуваний алгоритм шифрування практично неможливо. Тому алгоритм не повинен мати прихованих слабких місць, якими могли б скористатися криптоаналітики. Якщо ця умова виконується, то криптостійкість шифру визначається довжиною ключа. Таким чином, час і засоби, витрачені на криптоаналіз, залежать від довжини ключа і складності алгоритму шифрування. Посилач генерує відкритий текст початкового повідомлення M , яке має бути передане одержувачеві по незахищеному каналу. За каналом стежить перехоплювач з метою перехопити і розкрити передаване повідомлення. Для того, щоб перехоплювач не зміг упізнати зміст повідомлення M , посилач шифрує його за допомогою оберненого перетворення $E_k(M)$ і отримує шифртекст (чи криптограму) $C = E_k(M)$, який відправляє одержувачеві. Законний одержувач, прийнявши зашифрований текст C , розшифровує його за допомогою зворотного перетворення $D_k(C)$ і отримує початкове повідомлення у вигляді відкритого тексту M . Сукупність криптографічних перетворень E_k і є криптоалгоритмом, а параметр, за допомогою якого вибирається окреме перетворення, є криптографічним ключем K .

Висновки. Криптосистема має різні варіанти реалізації: набір інструкцій, апаратні засоби, які дозволяють зашифрувати відкритий текст і розшифрувати шифртекст різними способами, що вибирається за допомогою конкретного ключа K .

Література

1. Вакалюк Т.А. Захист інформації в комп'ютерних системах. Навчально-методичний посібник для студентів напряму 6.040302 Інформатика*. – Житомир: Вид-во ЖДУ, 2013. – 136 с.

36. Застосування інтелектуальної системи керування під час аварійних ситуацій на похилій дифузійній установці

Солопій Ярослав

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основною метою розробки системи автоматизації є економічна ефективність і отримання додаткового прибутку від впровадження проекту. Внаслідок впровадження системи автоматизації підвищиться якість продукту, а також обсяг виробництва, зменшаться витрати на паливо та електроенергію, а також на ремонт та обслуговування лінії виробництва. Всі ці фактори дають можливість отримати додатковий прибуток.

Матеріали і методи. В роботі використовуються трикутні функції належності. Нечіткі змінні: низька, нижче норми, норма, вище норми, висока. При роботі над даним проектом була врахована і розроблена технічна документація системи автоматизації похилого дифузійного апарату і створення різних сценаріїв при яких могли статись аварії на даній установці.

Результати. Система автоматизації розроблена із використанням сучасних програмованих логічних контролерів, а саме із використанням програмованого контролера Modicon M340, що має переваги перед локальними системами, а також забезпечує оптимальне ведення процесу виробництва цукру. Завдяки автоматичним системам регулювання температури та рівня, контролю основних технологічних параметрів виробництва програмований логічний контролер забезпечує високу якість продукту, компенсує збурення, що негативно впливають на процес виробництва.

Для реалізації сценарних алгоритмів управління процесом отримання дифузійного соку необхідним є формалізація змінних, які характеризують процес. Для цього здійснюється вирішення задачі лінгвістичної апроксимації основних змінних. Для лінгвістичної апроксимації змінних використовувався аналітичний підхід на основі експертної інформації, отриманої в результаті експертного опитування. Процес отримання соку має динамічну систему з декількома взаємопов'язаними вхідними і вихідними величинами.

Зате явно виражена спрямованість контурів регулювання за основними каналами регулюючих дій, таких як витрата сульфатованої та жомопресової води, витрата бурякової стружки, температура в кожній зоні на вході дозволяють здійснювати стабілізацію регульованих величин за допомогою незалежних одно контурних систем, пов'язаних лише через об'єкт керування.

Висновки. Завдяки створенню інтелектуальної системи я зменшив кількість аварійних ситуацій які могли бути створені і порушили роботу заводу і як наслідок тягнучи за собою принесли б великі фінансові втрати.

Література

1. Ладанюк А.П. **Системний аналіз складних систем управління:** навчальний посібник. / А. П. Ладанюк, Я. В. Смітюх, Л. О. Власенко, Н. А. Заєць, І. В. Ельперін – К.: НУХТ, 2013. – 274 с.

37. The application of analysis methods for the production data processing

Alona Shyshak

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The purpose of our work is to examine and investigate different technologies and techniques of large data sets analysis and consequently to determine more precisely the main decision support system tasks and functions as a subsystem of automated process control system.

Materials and methods. A modern approach to the problem of large data sets analysis is based on the correct application of the data analysis methods such as statistics and data mining. Relevant combination of these methods determines the successful knowledge extraction.

Results. Before we can begin to use certain method of analysis we have to deal with determination of common analytics scenarios. We can highlight some tasks of decision support system related to production problems. These functions can be implemented with the usage of advanced analytics techniques (statistics, data mining).

- Monitoring and getting instant insights of the production general state and key performance indicators (Enterprise Manufacturing intelligence);
- Massive detection of process anomalies;
- Quick detection of the failure causes, discrepancies between the finished product characteristics and the predicted qualitative and / or quantitative indicators; checking the causes primary hypotheses of the system functioning deterioration and focusing on statistically significant factors for further investigation;
- Equipment predictive maintenance (faults forecast and early maintenance);
- Predictive process management based on trained models of complex technological processes.

In order to achieve intelligent and flexible systems, a large amount of data is required. In this large amount of data, the statistics and data mining play important role. These methods and technologies combined can transform data into useful information which can be further processed. Statistics has always been the most used mathematical method that presents the traditional data analysis for gathering, reviewing, analyzing and giving conclusions from data hidden in a batch of chaotic datasets with the main goal of maximizing data value. Data mining is defined as a method that uses a variety of the analytical and modelling techniques for excavation of raw but sometimes hidden and unknown data [1].

Conclusions. We have made a brief survey of the data analytics methods capabilities. These technologies and techniques are used to convert data into information and make predictions about the observed system. Production tasks which can be solved due to decision support system implementation were considered.

References

1. Bojana Nikolic, Jelena Ignjatic (2017). Predictive Manufacturing Systems in Industry 4.0: Trends, Benefits and Challenges. 28th DAAAM international symposium on intelligent manufacturing and automation.
2. Alona Shyshak, Olexandr Pupena. (2018). The usage of the modern Big Data analysis methods in automated process control systems. Modern methods, information, software and technical support of control systems for organizational, technical and technological.

38. Автоматизація брагоректифікаційної установки

Олег Беспалов

Національний університет харчових технологій, Kyiv, Ukraine

Вступ. Стадія виділення спирту з культуральної рідини (бражки) і очищення його від домішок є заключною у технологічному процесі виробництва спирту і відбувається у брагоректифікаційних установках (БРУ).

Матеріали і методи. Метою цієї роботи є з'ясування сучасних поглядів на процеси автоматизації, способи підвищення ефективності. У роботі проведено теоретичні дослідження з виділення спирту з культуральної рідини (бражки) і очищення його від домішок та технологічного процесу виробництва спирту.

Результати. Очищення спирту-сирцю відбувається у епюраційній колоні, куди на перегонку поступає конденсат спирту-сирцю з дефлегматора БК. Обігрів колони відбувається парою, яка поступає у кип'ятильник колони. Температурний режим у колоні розрахований на розподіл спирту-сирцю, який є тут висококиплячим компонентом суміші, та легколетючих домішок (ефірів, альдегідів, метанолу та ін.), які і концентруються у верхній частині колони і виходять з неї у вигляді. Очищений спирт з концентрацією 20-30% (епюрат) виводиться з нижньої частини епюраційної колони і подається у ректифікаційну колону для остаточного очищення та концентрування. У ній легколетючим компонентом є спирт, а основним висококиплячим - вода, тому концентрація спирту збільшується по висоті колони. Обігрівання цієї колони, як і двох інших, відбувається парою, яка подається у кип'ятильник.

Висновки. Основним параметром, який характеризує стан процесу у кожній колоні, є концентрація спирту. при постійному тиску у колоні між концентрацією та температурою кипіння рідини існує однозначна залежність, яку можна використати для посереднього регулювання концентрації.

39. Оцінка поведінки ректифікаційної колони методами карт Кохонена

Дмитро Крищенко, Микола Білецький, Андрій Кучер

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Самоорганізуючі карти Кохонена - потужний самонавчальний механізм кластеризації, що дозволяє відобразити результати у вигляді компактних і зручних для інтерпретації двовимірних карт.

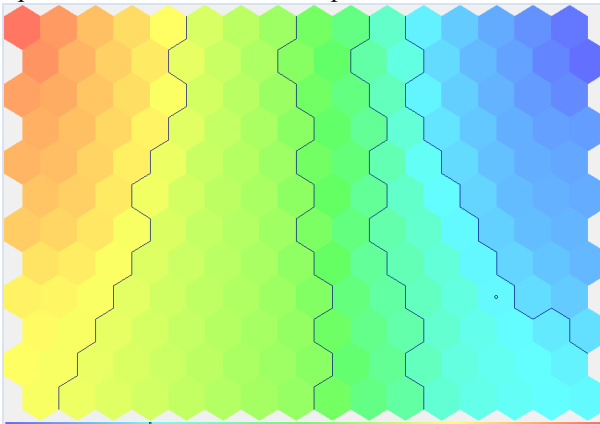
Матеріали і методи. Карты Кохонена дозволяють проводити розвідувальний аналіз даних, що відрізняється від класичних статистичних процедур, в ході яких перевіряється деякий набір висунутих гіпотез. Основні переваги алгоритму:

- стійкість до зашумлених даних;
- швидке і автоматичне навчання;
- можливість візуалізувати багатовимірні вхідні дані.

Результати. Алгоритм функціонування самоорганізуючих карт Кохонена є одним з варіантів кластеризації багатовимірних векторів - алгоритм проєктування зі збереженням топологічної подібності. Тобто якщо параметри були значно віддалені один від одного в вихідному просторі, то і на карті вони будуть значно віддалені один від одного.

Нами були проведені дослідження на прикладі кластеризації і класифікації параметрів ректифікаційної колони для можливості наглядно визначити їх належність до певного класу.

На рисунку нижче видно приклад класифікації введених нами даних, а саме – тиску низу ректифікаційної колони, де синій колір – мінімальні значення, червоний – максимальні. Після обробки даних (вектора) відбулося ділення їх на п'ять кластерів, або ж груп. Це найбільші значення, більше середнього, середні, менше середнього і найменші. Цей приклад не розкриває всіх можливостей карт Кохонена, однак і з цього експерименту видно, як саме протікав процес зміни тиску низу РК та результат кластеризації та подальшої класифікації певних зон для значень цього параметра.



Висновки. Карты Кохонена здатні розпізнавати кластери в даних, а також встановлювати близькість класів. Таким чином, користувач може поліпшити своє розуміння структури даних, щоб уточнити модель системи.

Література

1. Манжула В.Г., [Нейронные сети Кохонена и нечеткие нейронные сети в интеллектуальном анализе данных](#). / В.Г. Манжула, Д.С. Федяшов // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 4. – С. 108-115;

40. Розробка системи оперативної діагностики технологічного процесу для виявлення нештатних ситуацій на харчових підприємствах

Роговик Андрій, Засць Наталія

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для створення ефективних систем управління харчових виробництв, що дозволяють використовувати накопичений досвід експертів значного розвитку набули інтелектуальні системи управління.

Матеріали і методи. Доцільно доповнити існуючі системи автоматизації харчових виробництв системою моніторингу технологічного процесу для виявлення нештатних ситуацій та підтримки прийняття рішень з метою їх локалізації. Реалізацію розробленої системи моніторингу технологічного процесу виконаємо за допомогою TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) компанії Siemens, що дозволяє здійснити повний доступ до загальної системи цифрової автоматизації. В рамках програмного забезпечення Digital Enterprise Software Suite, TIA Portal, разом з PLM (Product-Lifecycle-Management) і MES (Manufacturing Execution System), доповнює цілісну серію програмного забезпечення компанії Siemens для підприємств в процесі переходу до Індустрії 4.0.

Результати. На основі детального розгляду технологічного процесу, поведінки електротехнологічного комплексу в нештатних ситуаціях, аналізу бази даних та порад експертів була сформована база знань для видачі рекомендацій щодо дій оператору в нештатних ситуаціях. Розроблено програмно-апаратний комплекс системи моніторингу і підтримки прийняття рішень, що для нормального функціонування повинен отримувати дані SCADA-системи автоматизованого управління виробництвом. Базовою частиною СППР служить модуль аналізу показів датчиків технологічного процесу, а основною частиною СППР диспетчера повинна стати можливість прогнозування ризиків та наслідків застосування того чи іншого рішення диспетчера. Основним завданням комплексу моніторингу є зменшення незапланованих зупинок виробництва та простою обладнання при виникненні нештатних ситуацій за рахунок прогнозування роботи електротехнологічного комплексу та збільшення швидкості реакції диспетчера.

Отже, розроблювана система керування електротехнологічним комплексом харчових виробництв реалізується як підсистема автоматизованої системи управління технологічними процесами на рівні центрального диспетчерського пункту виробництва.

Висновки. Впровадження розробленої системи моніторингу та підтримки прийняття рішень на підприємствах харчової промисловості дозволить вирішити задачі оперативного розпізнавання нештатної ситуації та інформаційної підтримки диспетчерського персоналу у прийнятті термінових і адекватних заходів по її локалізації.

Література.

1. Засць Н.А., Роговик А.В., Штепа В.М. (2018). Визначення нештатних ситуацій на підприємствах харчової промисловості та розробка системи підтримки прийняття рішень. *Енергетика і автоматика*. 2018. № 5. С. 34-47.
2. Геловани В.А., Башлыков А.А., Бритков В.Б., Вязилов Е.Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях. Москва: Эдиториал, 2001. 304 с.

41. Інтелектуальні системи керування технологічними нестационарними об'єктами

Микола Білецький, Дмитро Крищенко, Василь Кишенько

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пропонується завдання компенсації нелінійних властивостей об'єктів регулювання перенести в область нечітких відносин. Постановка і рішення цього завдання базується на принципах нечітких множин та теоремі про нечітку апроксимацію.

Матеріали і методи. Обчислювальні експерименти проводилися в середовищі Matlab.

Результати. Вважаючи, що для розглянутого діапазону вхідних впливів компенсуючий нелінійний елемент є безінерційним і з огляду на той фактор, що більшості випадків вплив нелінійного елемента на сигнал, що проходить через нього, можна оцінити шляхом «знімання» його статичної, а бажаний вид вихідного сигналу нелінійного елемента є вхідним сигналом останнього, можна запропонувати метод синтезу нечіткого логічного регулятора, що включає в себе наступні 7-м етапів :

На першому етапі необхідно сформулювати завдання компенсації досліджуваної системи і визначити вимоги до якості цієї компенсації.

На другому етапі, необхідно визначити спосіб подачі в досліджувану систему компенсуючого впливу.

На третьому етапі проводиться вибір оптимального варіанта схеми компенсації.

На четвертому етапі необхідно зняти статичну характеристику коректуючої системи. При цьому слід прагнути до мінімізації інтервалу дискретності. Це забезпечить точність синтезу розподілу терм-множин вхідних та вихідних змінних на наступному етапі і адекватність роботи нечіткого логічного регулятора.

На п'ятому етапі проводиться побудова моделі нечіткого логічного регулятора на основі результатів, отриманих на попередніх етапах для побудови моделі нечіткого логічного регулятора.

На шостому етапі проводиться перевірка адекватності отриманої моделі. Для більш якісної перевірки слід подавати на вхід моделі синусоїдальний сигнал з амплітудою трохи менше максимальної прогнозованої в процесі експлуатації коректуючої системи. Бажано дослідити поведінку моделі на деякому інтервалі ймовірних амплітуд вхідного сигналу і оцінити середнє квадратичне відхилення вихідного сигналу коректуючої системи від необхідного. Якщо якість компенсації нелінійності системи незадовільний, слід повторити п'ятий етап методу, збільшивши число терм-множин вхідних змінних при побудові моделі нечіткого логічного регулятора за пропонуваним алгоритму.

На сьомому етапі здійснюється технічна реалізація нечіткого логічного регулятора.

Висновки. Для нестационарних об'єктів, зокрема сушильних установок, актуальною є задача підвищення енерго- та ресурсоефективних показників з дотриманням необхідних показників якості готового продукту. Сушильні установки є суттєво нелійними та нестационарними та характеризуються множиною критеріїв управління та оптимізації.

Література

1. Соловйов В.А., Штучний інтелект в задачах управління. Інтелектуальні системи управління технологічними процесами / В.А. Соловйов, С.П. Чорний // Навчальний посібник. - Владивосток: Дальнаука, 2010. - 267 с.

Сценарно-синергетичне керування технологічним комплексом хлібопекарського виробництва

Дмитро Паньков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглянуто синергетичний метод керування складними динамічними системами в якому лежить принцип резонансного інформаційного впливу на параметри порядку, в межах якого система чутлива й зберігаються її внутрішні особливості.

Матеріали і методи. Для кількісної оцінки параметрів якості хлібопекарського виробництва, яка є надзвичайно важливою для об'єктивного вибору та прийняття рішення, використовуються сучасні інструменти контролю якості. Для дослідження таких систем і визначення оптимального керування, необхідно використати метод аналітичного конструювання агрегованих регуляторів. Відповідно до даного методу необхідно визначити закони керування і ц, що забезпечують оптимальне керування основними технологічними процесами хлібопекарського виробництва.

Результати. Здійснений синтез систем взаємозв'язаного керування технологічного комплексу хлібокомбінату методом АКАР, який заснований на ідеології синергетичної теорії керування для таких відділень: приготування опари; приготування тіста, вистоювання тістових заготовок; випікання тістових заготовок. З метою перевірки ефективності сценарно-синергетичного керування технологічним комплексом хлібопекарського виробництва було використано імітаційну модель, побудованої в пакеті Simulink програмного середовища Matlab. Розроблена математична модель процесу приготування опари має вигляд:

$$\begin{aligned}\frac{dF_6}{d\tau} &= a_1 * F_6 + a_2 * F_{on} * R + a_3 * \frac{F_{on}^2 * W_{on}}{B_{тр.р.он.} * t_{on}} + a_4 * \frac{B_{тр.р.он.} * W_{on}}{t_{on}} + a_5 * t_{on} \\ \frac{dF_{оп}}{d\tau} &= -a_6 * \frac{F_{on}}{t_{on}} - a_7 * F_6 * R - a_8 * \frac{F_{on} * F_6 * W_{on}}{B_{тр.р.он.} * t_{on}} - a_9 * B_{тр.р.он.} * W_{on} * R + a_{10} \\ &\quad * t_{on} \\ \frac{dB_{тр.р.он.}}{d\tau} &= a_{11} * \frac{F_6 * W_{on}}{t_{on}} - a_{12} * \frac{B_{тр.р.он.}}{t_{on}} \\ \frac{dR}{d\tau} &= a_{13} * \frac{F_6 * B_{тр.р.он.} * W_{on}}{t_{on}} - a_{14}\end{aligned}$$

Висновки. Система сценарно-синергетичного керування технологічним комплексом хлібопекарського виробництва інтегрована в інформаційну вертикаль технологічного комплексу хлібокомбінату. Для синтезу законів синергетичного керування технологічними процесами хлібопекарського виробництва використані інваріантні багатообрази (атрактори), на яких найкращим чином узгоджуються природні властивості об'єкта й вимоги задач керування. Закони синергетичного керування ц встановлювались на основі лінгвістичної апроксимації.

20.2.

Information technology

Chairperson – professor S.M. Chumachenko

Secretary – associate professor M.P. Kostikov

20.2.

Інформаційні технології

Голова – проф. С. М. Чумаченко

Секретар – доц. М. П. Костіков

1. Monitoring and Treatment of Sewage in Food Industry Enterprises

Ihor Andriiuk, Olena Andriiuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The largest consumers of water are food companies. They spend several times more water than processed raw materials to get finished products. Despite the significant flow of water, the waste water of the enterprises is classified as highly concentrated. Such drains represent complex polydisperse systems and contain various contaminants by nature.

Materials and methods. The purpose of the study was to increase the level of water purification in food enterprises using modern methods of information technology.

Results. The methods and technologies for the treatment of highly concentrated wastewater used to date are imperfect, and in some cases do not provide the necessary degree of purification and disposal of all by-products. The modern energy-saving system for the treatment of highly concentrated waste water and the recycling of by-products of production with the subsequent extraction of biogas is at the moment optimal solution of the problem of sewage of food industry enterprises.

Cogeneration is a technological process of simultaneous production of two types of energy, basically electric and thermal. The average efficiency of conventional cogeneration units is approximately 38%. It is very low. It is proposed to create a decentralized cogeneration unit in milk processing enterprises. In this case, the production of electric and thermal energy occurs in relatively small block biomodules, through which will be passed highly concentrated waste water. Significant advantage is also the installation of modules in the immediate proximity of the consumer, the enterprise itself. Due to this, the losses of electric current and heat during transportation are minimized, and the efficiency increases.

The largest share in contaminated wastewater in dairy enterprises accounts for milk whey. Qualitative and quantitative characteristics of sewage depend on the capacity of the enterprise and the range of products released, with the consumption of fresh water on average 3–12 m³/ton of milk. Biogas with a methane content of 70–85% from a methane anaerobic reactor under continuous pressure enters a cogeneration unit, where heat and electricity are produced in the process of combustion. Or gas can simply be burned at its own boiler house for the needs of the enterprise.

The organizational chart of sewage monitoring should include sampling of the object and performance of measurements, control on the reliability of the results, creation of information bases, systematization and data analysis, transfer of information to the database, analysis and generalization of data, identification of trends in changes in the quality of sewage, preparation of the necessary solutions and recommendations.

Conclusions. Implementation of this technology and the introduction of an information system at the enterprise will allow to increase the level of water purification at food enterprises; to produce thermal and electric energy for the needs of the enterprise itself; discharge of waste water into the reservoir without any significant consequences in the future.

References

1. Shuster K. Technology of Pressure Flotation B & S-DAF / Shuster K., Benoit H. // Ecology of Production. – Moscow : Branch Reports, 2007. – No. 4. – Pp. 1–4.
2. Khramtsov A. The Technology of Products from Milk Whey / Khramtsov A. and Nesterenko P. – Moscow : DeLi Print, 2004. – 587 p.

2. Monitoring and Analysis of Water Quality at Food Enterprises

Ihor Andriiuk, Olena Andriiuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Refined water at food enterprises is a guarantee of high quality and safety of goods. In the food industry, industrial water treatment is one of the most important processes that affects the organoleptic properties of food and increases the microbiological and physical and chemical parameters of the finished product.

Materials and methods. The purpose of the study was to determine the advantages of the method of preliminary sound and ultrasonic coagulation of sewage and preliminary coagulation for the method of flotation of sewage treatment from pollution.

Results. At the moment, reverse osmosis plants, biofilters, and environmental information monitoring systems installed at enterprises are one of the best means for wastewater treatment, water purification from different types of impurities for further use or safe disposal in local bodies of water, as well as for water quality monitoring. High-tech industrial reverse osmosis plants partially or completely soften and remove almost 100% of salt from water, remove silicon, ammonium, fluorine, boron, nitrates and sulfates from it. In the process of food production, industrial water purification with the use of reverse osmosis system allows cleaning of the treated environment from various impurities, such as salts, microbes, mechanical contamination, bacteria and other organic compounds.

In the water purification system, an ultraviolet water lamp completely disinfects the treated medium. Biofilters, which significantly simplify the water purification process, play a significant role in purifying water in the food industry, as well as wastewater treatment plants. Biofilter is a structure, usually cylindrical or rectangular, about 2 m high, containing loading (claydite, glass, rubber balls, plastic), covered with a biofilm that oxidizes the waste water passing through the loaded layer. Highly loaded biofilters (loaded layer is increased to 4 m) and disk biofilter are considered to be the most productive.

The processes of oxidation in the biofilter are similar to processes occurring in other biological treatment plants, primarily in fields of irrigation and filtration fields. However, these processes proceed much more intensively with biofilters. An important stage is the measurement and quality control of the results. It is important to form a general information base, systematize, analyze, and summarize data, identify trends in changes of water qualitative state, which can be the basis for managerial decisions and recommendations.

The very important part of the developed system is that the imported data can be viewed via web based interface. You can organize the data as needed, create dashboards. Real time displays, graphs, alarms can give others access to the data and much more.

Conclusions. Modern automated water treatment systems that use reverse osmosis plants, as well as biofilters, are the leaders in water treatment in the food industry, as well as at other enterprises. These methods of water purification are more productive and intensive than other methods. Besides, they allow not only water purification that is used at the enterprise in future, but also carrying out qualitative and quantitative analysis, making decisions and giving recommendations.

References

1. Biletskyi, V. S. (ed.). *Minor Mining Encyclopedia (in 3 vol.)*, Donetsk: Eastern Publishing House, 2004–2013.
2. Zapolskyi, A. K. *Water supply, drainage and water quality*, Kyiv: Higher School, 2005, 671 p.

3. Module of Face Recognition

Maryna Bordunova, Olena Andriiuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Thanks to the "Intellect" platform, a complex of various security systems transforms into a single information environment. It has functions of processing and intelligent information analysis which responds flexibly to different events. A customer can choose exactly the features needed to build an effective security system for a particular object, thus obtaining a system with the optimal set of functions at a minimal cost.

Materials and methods. The principle of an open platform not only allows integration of new equipment, but also makes it possible to create new solutions based on the "Intellect". All this can be done by both the company AxxonSoft and their partners — independent software developers — using an SDK. "Intellect" is ideally suited for uninterrupted work in a large, distributed structure. These properties help to build complex and effective security systems based on the "Intellect". The intuitive interface allows to enter the workflow quickly, and any necessary function is available in a few mouse clicks.

Results. The process of video capture of a person, further picture analysis, and comparison with the database is automatic, and decisions on further actions can be taken by an operator or by the system itself. A system based on the "Intellect" platform implements the functions of video recording and audio registration. Video subsystem has distributed architecture, powerful video analytics functions, ability to record sound, and it also allows to connect telemetry devices to the system. Face Detection Module is designed to automatically identify a person by a video image. It produces facial recognition captured by the "Intellect" Face Detector, comparing them with a pre-created base of reference images. The new face detection unit works now in Kyiv as a part of the Kyiv Smart City project.

In settings, there are three similarity zones: low, medium, and high. The module captures the camera number, response time, percentage of similarity and the image itself. The data is displayed on the operator's screen, highlighting the color of corresponding zone.

The main disadvantage that requires urgent refinement is the complexity of processing information flows and analyzing data in real time. Optimizing information flows when disposing individuals in real time can be solved using the definition of isomorphism of graphs. The originality of this approach is based on the hash of the graph structure, where the shortest distances between all vertices are used as the invariant graph characteristic. To find the boundary points of faces in the image, the Haar signs feature method is used. The SURF descriptor is used to read the counting of the point characteristics on the image. On the basis of the calculated descriptors, graphs are made.

Conclusions. The Capture and Face Detection module provides a high percentage of recognition and can be used in conjunction with ATS to increase the level of access control at objects with increased security requirements, such as banks or state-owned enterprises. Another important application of the module is the automation of face control in casinos, hotels, restaurants and other similar objects.

References

1. Face Recognition Module. *AxxonSoft*, Kyiv, 2019. URL : <https://www.axxonsoft.com/ua/products/intellect/faceintellect/recognition.php>.
2. Horodnikov, O. U Kyievi zapustyli testovyi modul rozpiznavannia oblych v hromadskykh mistsiakh. *Tehnot*, Kyiv, 2019. URL : <https://tehnot.com/ua/v-kyive-zarabotal-testovyj-modul-raspoznavaniya-lits-v-obshhestvennyh-mestah/>

4. Expert System for Ice Cream Recipes Modeling

Nataliia Breus, Serhii Hrybkov

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The paper studies a hybrid expert system which is aimed at the ice cream recipe modeling as one of the most complex in the foodstuff structure.

Materials and methods. Such methods, as scientific abstraction, synthesis, analysis, comparison and deductive method were used.

Results. A new method of ice cream recipe modeling was developed. Unlike traditional ones, it is based on the application of processing expert data and optimization methods. It allows to significantly expand the range of tasks. The solutions to these tasks can bring a significant economic effect. To create a database and a knowledge base, a relational database under the control of Firebird DBMS was used. IBExpert software tool was used to ease the database structure development. While creating a user interface, the integrated Microsoft Visual Studio software development environment was used. Materials for the formation of the database and knowledge, put into the expert system, were the results of the work, obtained in cooperation with scientists of the Department of Milk Technology and Dairy Products of the National University of Food Technologies.

The hybrid expert system for modeling ice cream recipes is intended to improve the existing or develop new types of ice cream in a wide range of changes in the chemical composition by applying fundamentally new functional and technological ingredients. The expert system allows, in production conditions, in a minimal time, to calculate the chemical composition of the ice cream recipes of guaranteed quality taking into account the available raw materials. The knowledge base formed in the expert system will improve the nutritional structure of the population of Ukraine due to the exclusion of chemically modified and synthesized food additives from the ice cream recipe and their replacement with natural, biologically complete ingredients of domestic production.

Using an expert system in the production environment will allow you to constantly update and accumulate knowledge of expert technicians who work in this field. The constant accumulation of new knowledge about the ice cream recipe will enable the creation and expansion of partnership programs with domestic and foreign enterprises. Using this expert system will reduce the cost of modeling new ice cream recipes.

Conclusions. A result table presents an experimental proof of the efficiency of the expert system usage taking into account the calculation of a new ice cream recipe named "Milk Ice Cream with Wheat Germs". It was based on the standard milk ice cream recipe in accordance with the standard technological instruction for the ice cream production (TTI 31748658-1-2007 to SSU 4733:2007, 4734:2007, 4735:2007). The expert system calculated a new optimal recipe, taking into account the partial replacement of the stabilizer Cremodan SE 406 (the manufacturer is the company "Danisco", Denmark) with the natural structuring complex named wheat germ. As a result, this new recipe satisfies the quality requirements of the finished product. The cost of 1000 kg of milk ice cream with wheat germs according to a new recipe made up 16713.2 UAH, which is 8.64% cheaper than the base one.

References

1. Goff, H. D., Hartel, W. R. *Ice Cream*, New York: Springer US, 2012.
2. Poliščuk, H., Pavlenko, O., Bogdanov, E. Sravnitelnyi analiz pokazatelei kachestva morozhenogo s krakhmalnoi patokoi razlichnoi stepeni osakharivaniia. *Maisto chemija ir tehnologija*, 2015, 49(1), pp. 54–62.

5. Description of Information Services Model with the Use of Hypercomplex Number System

Dmytro Lande, Nataliia Horodko, Oleh Dmytrenko

Institute for Information Recording of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. In connection with the steady development of information technologies in various areas, the question of the quality of the information needed to solve some problems and, as result, the necessity of the modeling of information services management systems [1] becomes all the more urgent.

Materials and methods. The main objective of the simulation information services management systems (ISMS) is defined as the search for the best or suboptimal results of process performance management. To do this, a set of components of a process, procedure, and the rules for their implementation, monitoring, and control mechanisms within the process parameters characterizing the performance of procedures and process in general, as well as the results of process performance, are to be defined.

Results. Features of hypercomplex numerical systems (HNS) for modeling processes in the ISMS were considered. This approach will allow for the formal description of the parameters, constraints, and the connections between them, taking into account all available information, as well as the well-known laws, etc., that describe the processes of information services.

It has also been found that for the effective use of HNS in ISMS process modeling there should be applied algebra that can be arithmetized, that is, it must contain a single element. Analysis of the results of the research has shown that this property is possessed by the associative algebra over the field of real numbers [2], [3], [4]. As a construction method, ways algebra on graphs is usually used. With it you can build a finite algebra over the field of real numbers by the original construction of the circuit with the subsequent generation of algebra multiplication table, which corresponds to the transition scheme above.

Also the transition from graphic representation obtained by one of the computer-aided design systems to hypercomplex representation of information about ISMS processes is presented.

Conclusions. In the study, the approach to modeling of the quality management systems of information services, which are based on the features of hypercomplex numerical systems, was suggested for searching the best results of process performance management.

References

1. Dodonov, A. G., Lande, D. V., Putyatin, V. G. *Computer Information and analytical systems. Explanatory Dictionary*, Kyiv: Naukova dumka, 2011, 384 p.
2. Sinkov, V., Kalinowski, J. A., Sinkova, T. V., Chapor, A. A. On increasing computing performance in some classes of hypercomplex numerical systems. *Electronic modeling*, 2000, No. 6, pp. 13–18.
3. Sinkov, M. V., Kalinovskiy, J. A., Boyarinova, U. E. *Finite dimensional hypercomplex number systems Bases of the theory*, Kyiv: Institute for Information Recording of National Academy of Sciences of Ukraine, 2010.
4. Kalinovskiy, J. A., Boyarinova, U. E. *Isomorphic higher dimensional hypercomplex number systems and their applications*. Kyiv: Institute for Information Recording of National Academy of Sciences of Ukraine, 2012.

6. Monitoring Internal Microclimate Changes in the Air Gap Between Cloth Layers

Andrii Moshenskyi¹, Dmytro Novak²

1 — National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

2 — Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

Introduction. In the paper, we used a remote system of monitoring changes in the internal microclimate in the air gap between cloth layers. The results of the research are important for predicting human comfort indicators and optimizing the quantitative and qualitative composition of sensors for the remote sensory system.

Materials and methods. Data on the conditions, namely temperature and relative humidity, are documented by a supercomputer. Data is saved into a flash memory, and during long transportation — to an external flash drive. The transmission on request occurs periodically over a cellular channel or through open access WiFi points. In the case when a terminal is located outside the area of the cellular and WiFi networks, it is proposed to use the VHF radio channel in batch mode for data transfer to the repository. Data processing was carried out using Python programming language and libraries: serial, numpy, matplotlib, and drawnow.

Results. The parameters of changes in temperature and relative humidity of the air gap between cloth layers were obtained using mobile module that is located in the air gap between cloth layers (Figure 1). The data was transferred using VHF radio channel in batch mode, a diagram of the data channels is shown in the Figure 2. Figure 3 shows dependencies of the temperature and relative humidity, which is displayed on the computer screen in real time and is written to the cloud database.

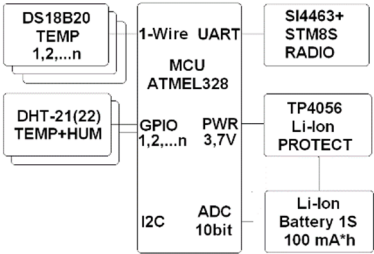


Fig. 1. Scheme of the mobile module

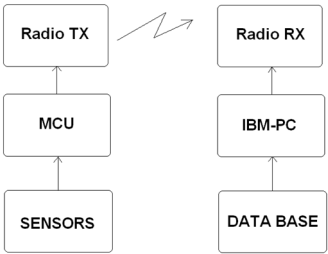


Fig. 2. Scheme of data transmission channels

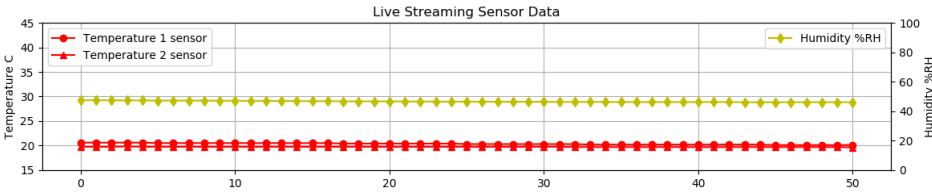


Fig. 3. Measurement of object parameters in real time

The result of this study is the development of technology for linen manufacturing with zonal arrangement of temperature and relative humidity sensors. It will be possible to carry out real-time remote monitoring and cloud storing of obtained data.

Conclusions. The research results can be used for the further improvement of clothing items and the development of new smart textile materials.

7. Front-End Web Development vs Framework Vue.js

Ihor Savchenko, Olena Andriiuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. JavaScript is a high-level, interpreted programming language, one of the three major technologies in web development. In JavaScript development, frameworks are used. Framework is a construction which contains different libraries facilitating the development of a software product or a web site.

Materials and methods. In the study, such scientific methods, as comparison, synthesis, and analysis, were used. The aim of the study is to determine the features of the progressive JavaScript-framework Vue.js, its market position, and feasibility of learning.

Results. Front-end web development is the practice of converting data to graphical interface for user to view and interact with data through digital interaction using HTML, CSS, and JavaScript. Front-end and back-end are terms used to characterize program interfaces and services related to the initial user of these interfaces and services. The user may be a human being or a program. A *front-end* application is one that application users interact with directly. A *back-end* application or program serves indirectly in support of the front-end services, usually by being closer to the required resource or having the capability to communicate with the required resource. Relating to the client/server computing model, a front-end is likely to be a client and a back-end to be a server.

Vue.js framework came out of nowhere in 2017 and within a short period of time it has proved itself to be the most serious competitor of React. Perhaps, it doesn't have such popularity or long history as Angular, but Vue has an advantage which exceeds the two previous parameters: the momentum.

According to the results of the 2017 poll, there are 4.6 thousand active Vue users, and 12 thousand people have heard and are interested in learning it. Meanwhile, the most popular framework React, which entered the market earlier, has 14 thousand users, and 6.4 thousand people have heard and are interested in learning it. Thus, Vue managed to jump over the marketing gap: almost every developer has heard about it.

Vue is a JavaScript-based open source framework designed for developers of interfaces and web applications. It includes an accessible root library, which primarily solves tasks at the presentation level, and the ecosystem of additional libraries, which allows the creation of complex and bulk single-page applications. During the analysis and comparison on the market of frameworks, we have found the following benefits of Vue: simplicity, flexibility, productivity, and compatibility with the previous versions.

Despite the tendency to reduce the use of React and Angular, they still have high positions at the market. Vue is used less often, but the slowdown in the use of React and Angular can point to the transition of users to this framework. As for the documentation, React has more useful information than Angular or Vue.

Although it is unlikely that Vue will take over React soon, its development may be more stable. After all, when it comes to full support for the framework, Vue offers official routing and state-of-the-art management libraries that are supported by the same developer group.

Conclusions. Vue.js is a developing framework. In the future, it can really become more widely used than React and Angular.

References

1. *The Progressive JavaScript Framework*, 2019. URL : <https://ru.vuejs.org>.

8. The Modern Use of Alternative Energy Sources at the Food Industry Enterprises

Igor Strunin

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Modern activity of enterprises cannot exist without considerable expenses of energy resources, as they are the most important and necessary criterion of the enterprise's activity. An urgent problem for the Ukrainian economy is the problem of reducing energy costs and saving non-renewable energy resources.

Materials and methods. Implementation of energy supply systems at enterprises from alternative renewable energy sources (wind, sun, biomass, etc.) makes it possible to significantly reduce the use of traditional energy sources. And the use of an automated system for accounting and control of energy resources and energy use at food industry enterprises will allow finding ways of conservation and rational use of energy resources.

Results. The main aspects that lead to the transition to using energy from alternative energy sources (AES) have been revealed. It has been determined that ineffective and inefficient energy use causes loss to enterprises.

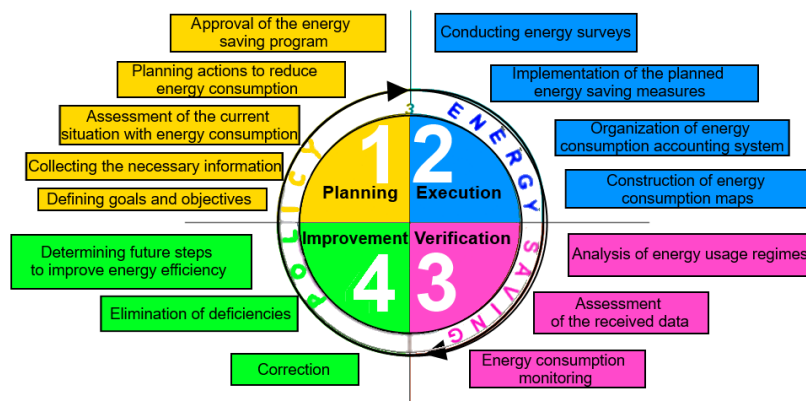


Fig. 1. Stages of ensuring the efficient use of energy resources

On the basis of the analysis, positive and negative qualities of AES usage were indicated. The characteristics of each type of AES were given, advantages and disadvantages were defined in the process of using each of these energy types.

It is noted that the use of traditional power plants differs from alternative sources of electricity. Differences in the use of various alternative energy sources have been established: a comparative analysis of the use of various technologies of alternative energy sources has been performed. A cost-functional analysis of the use of AES was conducted.

Conclusions. The necessity and expediency of using AES, as well as investment into them at food industry enterprises in future, have been proved.

References

1. *Ukraine energy sector. Study based on a survey of industry participants market*, KPMG in Ukraine, January 2013, 23 p. URL : <https://home.kpmg/ua>.
2. *Skills and abilities of the energy manager*, TNTU, November 2018. URL : <http://tntu.org.ua>.

9. Implementation of Pricing Module as a Part of Marketing Information System in the Food Enterprise Industry

Larysa Zahorovska, Halyna Cherednichenko, Yevheniia Strelets
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. An important guarantee of the successful enterprise operation is the involvement of information technology to establish the optimal price of manufactured products. This would then provide a regular income and competitiveness in the market.

Materials and methods. The materials and documentation of Planning-Economic and Marketing Departments of the food enterprise, methods of system analysis, methods of mathematical and functional modeling, IDEF0, IDEF3, DFD methodology of structural analysis, methods of game models and selection criteria with the use of expert evaluations method were used.

Results. The functional capacity of marketing information system is expanded by using the developed software module. This will implement the advanced pricing algorithm for the food company's products.

The software module of the pricing system is implemented according to adapted and improved price calculating algorithm based on theoretical game models' methods founded on the payment matrix, selection criteria with the use of expert evaluations [1]. Work algorithm with developed pricing module is carried out via procedural steps, starting with input data about influence factors on sales, several variants of price and sales figure, and ending with preservation of current calculated products prices.

By the use of CASE-instrument CA ERwin Data Modeler, the functional model of the food enterprise pricing system is created, an example of this is a "Meat-packing plant", by means of which the existing pricing algorithm is investigated and factors of influence on pricing are identified [2].

To create a "Pricing software module", a database (DB) is developed, in which the information about the company's products is stored and gradually accumulated. The logical and physical database models are developed on the basis of information management of the pricing system. Business processes detected by using the developed functional model [3].

Database is generated in MS SQL Server 2012 for continued use and filling with relevant information. After this, a client's application is developed that performs all processing and displays the amount of data used.

Conclusions. The software implementation of advanced pricing algorithm provides a reasonable version of the actual price of the product and the necessary volume of production for obtaining maximum results.

References

1. Bartish, M. Ya., Dudzianyi, I. M. *Doslidzhennia operatsii. Ch. 3. Ukhvalennia rishen i teorii ihor*, Lviv: Vydavnychiy tsentr Lvivskoho natsionalnoho universytetu im. I. Franka, 2009, 277 p.
2. Dubeykovskiy, V. *Effektivnoe modelirovanie s CA ERwin Process Modeler*, Moscow: Dialog-MIFI, 2009, 384 p.
3. Vendrov, A. *CASE-tehnologii. Sovremennyye metody i sredstva proektirovaniya informatsionnykh sistem*, Moscow: ID «FORUM»: INFRA-M, 2007, 320 p.

10. Transportation Problem as a Component of the Information System for the Logistics Center of Fino Verde Ukraine

Larysa Zahorovska, Tetiana Koval

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. For the logistics center, the actual task of the present is the formation of an optimal route of delivery of products, which has a limited period of consumption. In fact, even an insignificant delay in delivery negatively influences the products quality.

Materials and methods. Materials and working documentation of the logistics center “Fino Verde”, methods of system analysis, functional and mathematical modeling, simplex method for solving transportation problem were used.

Results. A functional model was constructed using the CASE-tool ERwin Process Modeler for identifying and improving logistics business processes. The existing algorithm of goods delivery by the sales and supply department of “Fino Verde” company in Ukraine was explored, the factors of influencing the processes of forming the delivery route were investigated. In order to optimize the delivery of products, a program implementation of the transportation problem was formulated and implemented. The essence of transportation problem is planning of goods transportation from suppliers to consumers to ensure the minimal transportation costs. A balanced economic-mathematical model of a transportation problem with a closed type was constructed with a goal function:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min; \quad (1)$$

and restrictions:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = a_i (i = 1 \dots m); \sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j (j = 1 \dots n); \quad (2)$$

$$x_{ij} \geq 0 (i = 1 \dots m, j = 1 \dots n), \quad (3)$$

where x_{ij} – the number of goods transported from the i -th supplier to the j -th consumer ($i = 1 \dots m, j = 1 \dots n$); c_{ij} – the cost of transporting a unit of goods from the i -th supplier to the j -th consumer; a_i – quantity of goods to the i -th supplier; b_j – quantity of goods, necessary for the j -th consumer.

The transportation problem that was built is a partial case of the linear programming problem and was solved with the help of the simplex method. The software module with the implementation of the algorithm for the optimal route of goods delivery to the customer was developed and integrated into the information system of the logistic center “Fino Verde” in Ukraine. The expected economic effect was calculated. As a result, the speed of orders execution was increased and total shipping costs was decreased by 8%.

Conclusions. The developed software module which solves the transportation problem can be used as a typical one for food enterprises whose products have a limited shelf life.

References

1. Lystopad, V. V. Solving the transport problem with the use of information technology. *Scientific Journal of NPU named after M.P.Drahomanov*, 2017, No. 5(59), pp. 79–85.

11. Очищення води на харчових підприємствах

Ігор Андріюк, Олена Андріюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Очищена вода на харчових підприємствах — запорука високої якості й безпеки товарів. У цій галузі промислова водопідготовка є одним із найважливіших процесів, що впливає на органолептичні властивості продуктів харчування, підвищує мікробіологічні та фізико-хімічні показники кінцевої продукції.

Матеріали і методи. У дослідженні використано методи порівняння, синтезу й аналізу. Мета — визначення переваг автоматизованої системи очищення води на харчових підприємствах за допомогою установок зворотного осмосу та біофільтрів.

Результати. Установки зворотного осмосу, біофільтри та інформаційні системи моніторингу навколишнього середовища, які встановлюються на підприємствах, є одним із найкращих засобів очищення стічних вод для подальшого їх використання і моніторингу якості води. Високотехнологічні промислові установки зворотного осмосу частково або повністю пом'якшують і майже на 100% прибирають сіль із води, видаляють із неї кремній, амоній, фтор, бор, нітрати, сульфати і сірководень. Сучасні промислові фільтри очищують воду від заліза, марганцю, аміаку, механічних забруднень, органічних сполук і хлору. В системі водоочищення ультрафіолетова лампа для води повністю знезаражує оброблюване середовище. Значну роль у очищенні води відіграють біофільтри, які значно спрощують процес очищення води.

Біофільтр — це споруда зазвичай циліндричної чи прямокутної форми, висотою близько 2 м, що містить завантаження (керамзит, скло, гумові кульки, пластмаса), покрите біоплівкою, яка окиснює стічну воду, що проходить крізь завантажений шар. Найпродуктивнішими вважаються високонавантажені біофільтри (завантажений шар збільшується до 4 м) та дисковий біофільтр.

Для збільшення швидкості очищення води використовують наступні методи: підвищення концентрації активного мулу, внесення ферментних добавок, що здатні стимулювати біологічну активність мулу, а шляхом використання невеликої кількості електроструму стимулюється життєдіяльність мікроорганізмів активного мулу.

Процеси окиснення, що відбуваються в біофільтрі, аналогічні процесам у інших спорудах біологічного очищення. Однак за допомогою біофільтрів дані процеси протікають значно інтенсивніше. Важливим етапом є вимірювання та контроль за якістю результатів. Тому важливим є формування загальної інформаційної бази, систематизація, аналіз і узагальнення даних, виявлення тенденцій змін якісного стану води, на основі чого можна приймати управлінські рішення та надавати рекомендації.

Висновки. Таким чином, сучасні, автоматизовані системи очищення води, у яких використовуються установки зворотного осмосу, а також біофільтри є лідерами в очищенні води. Зазначені методи очищення води є продуктивнішими та інтенсивнішими від інших, а також дозволяють проводити не тільки очищення води, яку використовують у подальшому на підприємстві, а і якісний та кількісний аналіз, приймати рішення та надавати рекомендації.

Література

1. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : навч. посіб. / А. К. Запольський. – К. : Вища шк., 2005. – 671 с.
2. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2004–2013.

12. Вразливості систем типу «розумний дім»

Валентин Артеменко, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Системи типу «розумний дім» як одна зі складових технологій «інтернету речей» є зараз актуальним напрямком розвитку інформаційних технологій, який поступово проникає в усі сфери життя сучасної людини. Водночас це явище відносно нове, поки що належним чином не вивчене і таїть у собі вразливості. Через це особливу увагу слід приділити питанням безпеки та захисту таких систем.

Матеріали і методи. У дослідженні проаналізовано вразливості систем типу «розумний дім», розглянуто методи проникнення в них та шляхи запобігання цьому.

Результати. Контролер системи є нервовим центром і мозком «розумного дому». Виглядає він, як невелика коробка, іноді забезпечена сенсорним дисплеєм. За спеціальними протоколами контролер звертається до всіх «розумних» пристроїв у будинку, а вони передають йому свої дані і звітують про виконання команд.

Якщо контролер без екрану, зазвичай ним можна керувати через мобільний додаток і/або веб-сервіс. Таким чином можна програмувати «розумну» техніку. Контролер дозволяє синхронізувати всі гаджети у домі та централізовано керувати ними. Це дуже зручно з точки зору користувача, але це водночас означає, що зловмиснику досить зламати всього один пристрій — контролер, аби перехопити контроль над усією системою «розумного дому».

Керуючи контролером через веб-портал, користувач надсилає йому команду синхронізації з веб-інтерфейсу. Файл конфігурації призначається контролерам за їхнім серійним номером. Контролер завантажує відповідний йому файл і змінює налаштування системи «розумного дому» відповідно до того, що записано в цьому файлі. Проблем у цьому механізмі є дві.

По-перше, файл конфігурації передається через незахищені з'єднання HTTP, тож файл можуть підмінити у процесі передачі.

По-друге, серійний номер контролера — це єдиний ідентифікатор одержувача.

Якщо зловмисник знає серійний номер зламуваного контролера, він може надіслати йому свій файл конфігурації, і контролер відразу ж його прийме. Дізнатися серійний номер, як виявилось, не так уже й складно. Не всі користувачі усвідомлюють, що серійний номер пристрою є головним ключем до їх системи «розумного дому» і його треба зберігати в таємниці. Наприклад, користувачі без задньої думки викладають на YouTube свої огляди контролерів і показують у кадрі всі дані, необхідні для їх зламу, в тому числі й серійні номери. Крім того, серійний номер можна банально вгадати методом повного перебору.

Ім'я користувача і пароль до кожного контролера «розумного дому» внесені у файл конфігурації. Ім'я користувача зберігається у відкритому вигляді. Пароль, на щастя, зашифрований, однак шифрування не дуже надійне, тож його можна відносно швидко розколотися однією з утиліт, доступних в Інтернеті. Крім того, виробник не вимагає від користувача створення складних паролів, що додатково спрощує завдання зламу. З іменем користувача і паролем на руках хакер отримує повний доступ до контролера і всіх підключених до нього пристроїв. Із такою владою він цілком може перетворити життя нещасного власника «розумного дому» на пекло.

Висновки. Слід бути обачним при використанні систем типу «розумний дім», зокрема ніколи не розголошувати серійний номер контролера, а також намагатися створювати якомога складніші паролі.

13. Перевірка анонімності в мережі Інтернет

Даніїл Бондаренко, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Із розвитком та проникненням інформаційних технологій у різноманітні сфери життя людини все гостріше постає питання безпеки даних у мережі Інтернет. Тож актуальним є використання таких систем для забезпечення анонімності, як Tor.

Матеріали і методи. Для огляду і визначення можливостей і особливостей системи Tor було проведено аналіз літературних джерел та власний експеримент.

Результати. Було проведено експеримент із перевірки анонімності в мережі Інтернет. Для входу в Інтернет використано Tor Browser версії 8.0.6 та AirVPN 2.16.3 для додаткової безпеки. Це має забезпечити майже ідеальну анонімність. За такої конфігурації постачальник послуг VPN не має можливості знати реальну IP-адресу, але бачить IP-вузол виходу Tor. Слід пам'ятати про можливість відслідковування платежів і місця першого виходу в мережу. Для цього треба платити через Bitcoin за допомогою браузера Tor і використовувати відкриту мережу для доступу в Інтернет. Так постачальник VPN дійсно не має можливості ідентифікувати користувача, навіть якщо зберігає журнали. Наступною перевагою є захист від зловмисних вузлів виходу Tor, оскільки дані користувача зашифровано за допомогою VPN.

Перевірити досягнення анонімності можна за допомогою сервісу <https://2ip.ua/>. На рис. 1 зображено реальні дані, на рис. 2 — дані, зашифровані з допомогою служб.

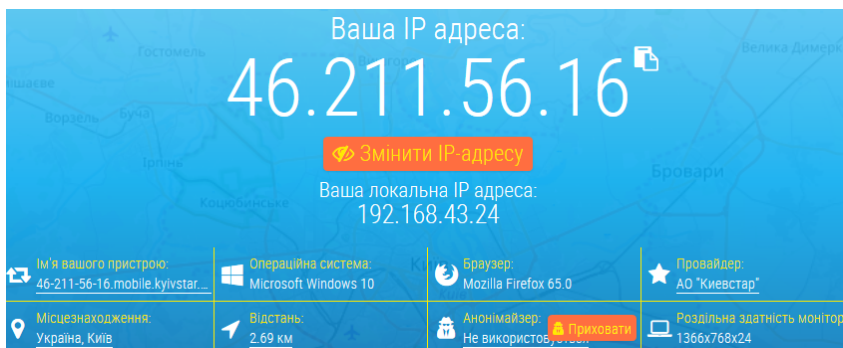


Рис. 1. Реальні дані

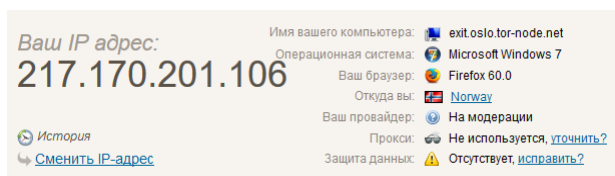


Рис. 2. Зашифровані дані

Тож при належному використанні зазначених засобів досягти анонімності в мережі Інтернет можливо, та для цього слід бути вкрай уважними. Крім того, такий спосіб роботи в мережі має свої недоліки — зокрема повільне завантаження сторінок.

Висновки. Використання Tor разом із додатковими службами може забезпечити анонімність, однак це залежить від уважності й обізнаності користувача в цій сфері.

14. Модуль розпізнавання облич

Марина Бордунова, Олена Андріюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Платформа «Інтелект» перетворює комплекс різних систем безпеки на єдине інформаційне середовище, де реалізовані функції обробки й інтелектуального аналізу інформації. Завдяки модульній архітектурі замовник може вибирати саме ті функції, які потрібні для побудови ефективної системи безпеки конкретного об'єкта, отримуючи систему з оптимальним набором функцій і мінімальними витратами.

Матеріали і методи. У дослідженні проведено аналіз модуля розпізнавання облич компанії AxxonSoft на основі платформи «Інтелект».

Результати. «Інтелект» оптимально підходить для безперебійної роботи у великій розподіленій структурі, що дозволяє створювати складні й ефективні системи безпеки. Нині найвищим досягненням відеоаналітики є можливість біометричного розпізнавання осіб із їх подальшою ідентифікацією або верифікацією по базі даних (БД) еталонних зображень. Процес відеозахоплення особи, подальшого аналізу картинки і порівняння з БД проходить автоматично, а рішення про подальші дії може прийматися як оператором, так і самою системою. Система на базі платформи «Інтелект» реалізує функції відеореєстрації та аудіореєстрації. Відеопідсистема «Інтелекту» володіє всіма перевагами розподіленої архітектури, включає потужні функції відеоаналітики, забезпечує високу якість зображення, стабільність роботи, ергономічність і дозволяє підключати до системи пристрої телеметрії. Можливість запису звуку дозволяє оператору отримати повнішу інформацію про те, що відбувається на об'єкті, що охороняється.

Модуль розпізнавання облич призначений для автоматичної ідентифікації особистості за відеозображенням. Він розпізнає обличчя, захоплені детектором облич «Інтелекту», порівнюючи їх із заздалегідь створеною базою еталонних зображень. Новий аналітичний модуль розпізнавання облич працює зараз у Києві в рамках проекту Kyiv Smart City.

Тестування відбувається на оглядових камерах у місцях масового скупчення людей. За отриманим із камер фотороботом правопорушника система аналізує БД і знаходить потрібну людину. Можна задати відсоток відповідності, що визначає межі так званих зон схожості. Як правило, виділяють три зони подібності: низьку (зеленим кольором), середню (жовтим) і високу (червоним). При високому ступені подібності модуль фіксує номер камери, час спрацювання, відсоток подібності і зображення. Дані виводяться на екран оператора, виділяючись відповідним кольором.

Висновки. Високий відсоток розпізнавання модуля дозволяє його використання для підвищення контролю доступу на об'єктах з підвищеними вимогами до безпеки. Основним недоліком, який вимагає термінового доопрацювання, є складність оброблення потоків інформації і аналізу даних у режимі реального часу.

Література

1. Face Recognition Module [Електрон. ресурс] / AxxonSoft. – К., 2019. – URL : <https://www.axxonsoft.com/ua/products/intellect/faceintellect/recognition.php>.
2. Городніков О. У Києві запустили тестовий модуль розпізнавання облич в громадських місцях [Електрон. ресурс] / Олександр Городніков // Tehnot. – К., 2019. – URL : <https://tehnot.com/ua/v-kyive-zarabotal-testovyj-modul-raspoznavaniya-lits-v-obshhestvennyh-mestah>.

15. Інформаційна підтримка моніторингу показників діяльності стоматологічної клініки при опортуністичному підході до управління

Юлія Галайда, Олена Харкянен

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Практичні дослідження діяльності невеликих комерційних організацій, зокрема стоматологічних клінік, показують, що застосування традиційного стратегічного підходу до управління при обмеженості фінансових і управлінських ресурсів у таких організаціях є недостатньо ефективним. Альтернативним підходом до управління є опортуністичний підхід, який спирається на тактичні можливості організації.

Матеріали і методи. В основу розробки покладено матеріали дослідження вітчизняних та зарубіжних авторів із проблем управління проектами, технологій менеджменту та інформаційних технологій.

Результати. Успішний розвиток бізнесу потребує вибору ефективної стратегії управління діяльністю організації. Традиційним вважається стратегічний підхід до управління, при якому діяльність організації регламентована, функції, система виплат і нагород розподілені ієрархічно з прив'язкою до посад співробітників, а планування здійснюється в довгостроковій перспективі. Протилежним є опортуністичний підхід, розрахований не на глобальні цілі, а базований на невеликих тактичних можливостях і прийнятті рішень, які оперативно формуються при виникненні конкретних ситуацій. Опортуністичний підхід передбачає можливість швидкої зміни стратегії або відмову від неї при ситуативній появі кращих перспектив. Основна форма реалізації роботи — це проект.

Формування портфелю проектів стоматологічної клініки в рамках опортуністичного підходу змодельовано з використанням стандартів IDEF0, IDEF3, DFD у CASE-засобі ERwin Process Modeler. У процесі моделювання описано показники діяльності клініки, що потребують моніторингу; критерії, за якими обираються проекти стоматологічної клініки. Проектування структур бази і сховища даних, OLAP-кубів здійснено у ERwin Data Modeler з подальшою генерацією у клієнт-серверну СУБД MS SQL Server. Розроблення аналітичних структур OLAP-кубів та моделей інтелектуального аналізу даних реалізовано в MS Analysis Services із візуалізацією в MS Excel. Інформаційна система призначена для моніторингу ключових показників проектів стоматологічної клініки, розрахунку ефективності проекту за визначеними показниками, а також інформаційної підтримки діяльності стоматологічної клініки за рахунок методів багатовимірної та інтелектуального аналізу даних.

Висновки. Інформаційна система для стоматологічної клініки за рахунок поєднання сучасних підходів до управління діяльністю невеликих комерційних організацій та інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень надасть ефективний інструментарій для розвитку бізнесу й отримання додаткового прибутку.

Література

1. Розин М. Успех без стратегии. Технологии гибкого менеджмента / М. Розин. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2011. — 332 с.
2. Романенко Н. В. Механізми проектно-орієнтованого управління в сфері охорони здоров'я : дис. канд. техн. наук: 05.13.22 / Романенко Микола Володимирович ; Одес.нац. мор. ун-т. — О., 2012. — 160 с.

16. Використання сучасних сховищ даних та їх аналізу для підвищення ефективності діяльності підприємств

Денис Демчук, Олена М'якило

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальність створення сховищ даних пояснюється розмірами масивів даних, які проходять щоденно через великі компанії, та їх недостатньою дослідженістю, потребою в оптимізації, яка непомітна неозброєному оку аналітика.

Матеріали і методи. У роботі проаналізовано технології Data Mining та OLAP.

Результати. Сучасні підприємства активно зберігають дані для структурованого і швидкого доступу до інформації. Це можуть бути недоліки роботи або можливі покращення, тенденції, компоненти, які можуть бути застосовані у прогнозі даних. Для перспективного та конкурентоздатного підприємства сховища даних (СД) — обов'язкова вимога. Для аналізу СД використовуються наступні технології:

- Data Mining (інтелектуальний аналіз даних (ІАД)) — для отримання невідомих корисних знань, які комбінують у собі елементи статистики, прогнозування, машинного навчання та штучного інтелекту, бази даних;
- Real-Time Data Mining — удосконалений ІАД, пристосований до реального часу, гнучкості навчання й атрибутів, розподіленої та паралельної обробки;
- OLAP — отримання підсумків по багатовимірних даних.

Прикладами успішного впровадження технологій аналізу та прогнозування у сховищах даних є такі корпорації, як Hyundai та NCR.

Hyundai — одна з найкрупніших мереж супермаркетів Південної Кореї. Створивши єдине СД своїх мереж (крамниць і готелів), вона отримала засіб для аналізу та прогнозування інформації, з яким одночасно працюють до 90 працівників маркетингового відділу, виконуючи складні, нерегламентовані запити по клієнтах, продажах і попиту. На основі цього формуються прогнози та подальші стратегії, що вплинуло на ефективність їх діяльності в цілому. Зокрема подвоїлася кількість позитивно відповілих на поштову рекламу косметики. Також нарешті отримано закінчену картину діяльності мережі готелів, що вплинуло на якість обслуговування.

Одним із напрямів роботи NCR є постачання забезпечення для розроблення СД підприємств. Компанія використовувала понад 60 різних систем для збереження, обробки та представлення даних по всьому світі. Створена єдина система містить дані по всій діяльності компанії — від звітів по замовленнях до техобслуговування. Є понад 2500 внутрішніх і 8000 зовнішніх користувачів, які мають доступ до СД через захищений web-портал. Ефективність підвищилась у всіх підрозділах, зокрема обліковий цикл при складанні фінансової звітності скоротився з 14 до 6 днів. Через підвищення ефективності й централізації управління витрати на фінансові операції скорочено на \$50 млн. на рік. Глобальне управління ресурсами дозволило заощадити \$10 млн.: були знижені витрати на підтримку товарно-матеріальних запасів.

Висновки. Впровадження СД і його подальший аналіз необхідні для дослідження діяльності підприємства, його оптимізації й отримання цілісної картини.

Література

1. Туманов В. Е. Проектирование хранилищ данных для систем бизнес-аналитики. — М. : Интернет-университет информационных технологий, 2010. — 616 с.
2. Архипенков С. Я. Хранилища данных / С. Я. Архипенков, Д. В. Голубев, О. Б. Максименко. — М. : Диалог-МИФИ, 2002. — 528 с.

17. Лікування пацієнтів за допомогою пристрою для передачі даних (холтера)

Андрій Дубчак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день процес роботи лікаря та пацієнта, а саме діагностика, асоціюються передусім із великими чергами, а також досить великою кількістю втраченого часу та грошей. Піклування про стан здоров'я являє собою досить неприсмний процес, через що багато хто забуває про своє здоров'я взагалі.

Матеріали і методи. У роботі використовувався спеціальний тестовий холтер версії 03260D, мова програмування C# та СУБД MS SQL Server. Основним середовищем розробки було Microsoft Visual Studio 2015.

Результати. У роботі розглянуто питання покращення стану автоматизації роботи відділу кардіологічного диспансеру обласної клінічної лікарні. В ході виконання дослідження було проаналізовано наявний стан автоматизації в диспансері та запропоновано шляхи його покращення. Встановлено, що розроблення програмного засобу є доцільним і необхідним для оптимізації роботи відділу, економії часу та полегшення зв'язку з пацієнтами. Проаналізовано існуючі системи автоматизації на ринку інформаційних технологій, мовою C# розроблено програмний засіб для пристрою, який дозволяє зчитувати ЕКГ пацієнта безпосередньо, без додаткових апаратних підключень.

У роботі пропонується провести дослідження процесу діагностування пацієнта лікарем на прикладі роботи кардіолога в кардіологічному диспансері. Основною метою роботи є виявлення можливості покращення процесу шляхом автоматизації деяких процесів із використанням технології холтерів.

Холтер-моніторинг — це метод, що дозволяє оцінити серцеву діяльність пацієнта в умовах дотримання звичного способу життя. За результатами лікар-кардіолог може спостерігати реакцію серця на фізичне та емоційне навантаження, визначити можливу ішемію міокарда за станом серця під час сну і впродовж доби. Пропонується використовувати холтер, а також спеціально написану кросплатформну програму для відслідковування поведінки серця пацієнта та встановлення діагнозу.

Висновки. Використовуючи методологію холтер-моніторингу, а також спеціальне розроблене програмне забезпечення, можливо покращити процес діагностування хвороби пацієнта. Це не тільки прискорює процес лікування, а й полегшує процес спілкування пацієнта та лікаря.

Література

1. Київська обласна клінічна лікарня [Електронний ресурс] / Київ. обл. клінічна лікарня. – К., 2019. – Режим доступу : <http://kokl.com.ua/uk>. – Назва з екрану.
2. HL7 Introduction & FAQ [Електронний ресурс] / HL7. – 2019. – Режим доступу : <http://www.hl7.com.au/FAQ.htm>. – Назва з екрану.
3. Албахари Дж. С# 3.0. Справочник / Джозеф Албахари, Бен Албахари. – М. : БХВ-Петербург, 2013. – 944 с.

18. Використання мови програмування Java для реалізації генетичних алгоритмів

Ілля Кожушко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У наш час через необхідність у достатньо об'ємних і складних обчисленнях підприємства все частіше вирішують застосовувати можливості сучасних інформаційних технологій. Одним із ефективних методів для цього є генетичний алгоритм (ГА).

Матеріали і методи. У ході дослідження було використано генетичний алгоритм, реалізований із використанням мови програмування Java, для розв'язання задачі комівояжера.

Результати. Одна з найдивовижніших властивостей ГА — процедури селекції, схрещування й мутації уявлення не мають про індивіда в поколіннях: для них це всього лише 0 і 1. Єдина функція, що знає, що собою являють 0 і 1 — фітнес-функція.

Мова програмування Java забезпечує крос-платформну розробку, дозволяючи програмісту описувати логіку додатку лише один раз. Тому вирішено, що доцільно написати клас-каркас для будь-якого ГА. Це можна зробити власноруч за умови попереднього знайомства з основами генетичних алгоритмів.

У дослідженні було взято класичну NP-повну задачу — задачу комівояжера. Для подання генома (індивіда) використано тип даних `long`. Оскільки пишеться універсальний клас, необхідно, щоб він підтримував різні варіанти схрещування і селекції. У нашому випадку використано 2 види селекції — «Рулетка» і «Турнір».

Процедура селекції створює новий масив геномів. Для схрещування геномів було застосовано по черзі такі типи схрещування: одноточкова рекомбінація, двоточкова рекомбінація, поелементне схрещування, обмін одним геном.

У ході експериментів виявилось, що значна частина часу витрачається на виконання фітнес-функції (близько 90% часу). Застосувавши кешування результатів фітнес-функції на кожному поколінні, вдалося збільшити продуктивність всього алгоритму в 3–4 рази.

В силу попередніх двох результатів, «Рулетка» виявилася в рази гіршим алгоритмом, ніж «Турнір». Тому схрещування виконувалось у результаті селекції «Турнір». Під час тестів з'ясувалося, що найкраще працює поелементне схрещування, тоді як решта мають приблизно однакову «корисність». Обмін одним геном працює за $O(1)$, інші алгоритми працюють за $O(L)$, де L — довжина геному.

Незважаючи на попередній результат, всі 4 алгоритми працюють за приблизно однаковий час. Точніше, 90% часу роботи всього ГА займає фітнес-функція, і на її тлі $O(1)$ і $O(L)$ для схрещування є рівнозначними.

В силу попередніх трьох результатів найкращим алгоритмом схрещування визначено поелементне схрещування.

Висновки. В результаті виконаного дослідження було виявлено особливості реалізації генетичного алгоритму з використанням мови програмування Java. Головні переваги цієї мови для ГА — це об'єктна орієнтованість, незалежність від платформи, а також автоматичне управління пам'яттю.

Література

1. Генетические алгоритмы. От теории к практике [Електрон. ресурс] / knok16 // Habr. – 13 лют. 2012. – URL : <https://habr.com/ru/post/138091>. – Назва з екрану.

19. Адаптація фонетичних алгоритмів для виправлення орфографічних помилок в україномовних текстах

Святослав Костенко, Валерій Литвинов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мета роботи полягає в адаптації відомих фонетичних алгоритмів Soundex і Metaphone [1], які широко застосовуються для виправлення помилок набору та невірно прийнятої на слух англomовної інформації, до особливостей української мови

Матеріали і методи. Принцип роботи алгоритму Soundex заснований на розбитті приголосних літер на групи з порядковими номерами, з яких складається результуючий ключ. Алгоритм Metaphone для генерації ключа використовує більший набір правил вимови. За ключем, який створюють алгоритми, відбувається пошук відповідника в орфографічному словнику. Для тестування роботи алгоритмів використано українську версію скороченого орфографічного словника Лопатіна [2].

Результати. Розроблено та протестовано алгоритми Soundex та Metaphone для української мови. У зв'язку з відносно високою обчислювальною трудомісткістю процесу генерації помилок і кодів для помилкових слів обробці піддавалися випадковим чином сформовані вибірки слів з орфографічного словника. Для кожного слова генерувалось по 100 помилок. Помилки, які генерувались, відносяться до 4 груп: подвоєння, пропуск, вставка та попарна перестановка літер. Для помилкових слів алгоритмом створювались ключі, за якими й відбувався пошук відповідника в проіндексованому орфографічному словнику обсягом 84575 слів. Результати моделювання наведено в таблиці.

Таб.

Алгоритм	Правильних корекцій, %	Помилкових корекцій, %	Помилку не знайдено, %
Soundex	59,5	11,3	29,2
Metaphone	29,7	0	70,3

У результаті моделювання на тестовому наборі даних Soundex показує вищий відсоток корекції, але, разом із тим, цей алгоритм пропонує помилкові варіанти виправлень. Невисокі результати Metaphone пояснюються більшою адаптованістю алгоритму саме до помилок набору та невірно прийнятої на слух інформації, а використана модель генерує для слів будь-які можливі варіанти орфографічних помилок.

Висновки. Розроблені алгоритми адаптації та результати їх перевірки можуть бути використані при вдосконаленні систем для виправлення орфографічних помилок в україномовних текстах, а також рішень для оцінки словників української мови [2].

Література

1. Parkes D. Phonetic Algorithms [Електронний ресурс] / Duncan Parkes. – Режим доступу : <https://deparkes.co.uk/2017/12/01/phonetic-algorithms>. – Назва з екрану.
2. Литвинов В. А. Критерии и модели оценки корректирующих свойств референтного орфографического словаря при автоматическом исправлении типовых ошибок пользователя / В. А. Литвинов, С. Я. Майстренко, К. В. Хурцилава, С. В. Костенко // Математичні машини і системи. – 2018. – № 2. – С. 72–81.

20. Робототехніка в Україні

Антон Крохін, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Робототехніка — це прикладна наука, що опікується проектуванням, розробленням, побудовою, експлуатацією та використанням роботів, а також комп'ютерних систем для їх контролю.

Матеріали і методи. У доповіді розглянуто особливості робототехніки в Україні, її поточний стан та перспективи розвитку.

Результати. У сучасному світі розвиток науки і техніки стоїть на першому місці. На світовому ринку робототехніки лідирують такі країни, як Німеччина, Японія і Південна Корея. Основною проблемою розвитку цієї галузі в Україні є недостатність коштів на введення і розроблення нових типів роботизованої продукції.

Загалом сферу робототехніки доречно розділити на 3 напрямки: споживчий, виробничий і сферу навчання. Нині головною метою для держави є розвиток сфери навчання, оскільки від підростаючого покоління залежить майбутнє нашої країни.

Уже зараз існують різні навчальні заклади для дітей, де навчають саме конструюванню роботів та їх програмуванню. Найпопулярніші з них: Винахідник, Boteon, RoboCod, RobotSchool, RoboUA. Також в Україні проходять різні програми та фестивалі для дітей, такі як FIRST LEGO League та ROBOTICA, в яких беруть участь діти від 6 років. Переможці цих фестивалів представляють Україну на всесвітній олімпіаді з робототехніки. До речі, саме студенти з України в 2018 р. здобули перше місце на всесвітній олімпіаді з робототехніки (WRO 2018).

Якщо і надалі в нашій країні буде розвиватися робототехніка, то вже найближчим часом можна очікувати наступних подій:

- поява і початок масового впровадження роботизованого транспорту, тобто транспорту без людини-водія. Ця галузь розвивається не так швидко, як хотілося б, але за десятиліття вона досягне тієї межі, коли буде остаточно прийнята суспільством у розвинених країнах;
- формування стійкого ринку сервісних роботів, передусім домашніх, на яких покладені такі функції, як прибирання й охорона житла, догляд за дітьми, приготування їжі та організація дозвілля членів сім'ї. В цьому напрямку існує колосальна кількість розробок, і в найближчі 5–10 років практично кожна сім'я матиме хоча б 1 такого робота того чи іншого типу.

Висновки. Українське суспільство зараз в основному цікавлять споживчі роботизовані пристрої. Якщо приділити більше уваги та коштів розвитку робототехніки в Україні, наприклад, відкриттю та підтримці навчальних закладів і фестивалів робототехніки для дітей, то вже за 10 років Україна зможе стати однією з найсильніших країн на світовому ринку виробництва роботів.

Література

1. Кононюк А. Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми / А. Ю. Кононюк. — К. : Корнійчук, 2008. — 446 с.
2. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей : пер. с англ. / Роберт Каллан. — М. : Вильямс, 2003. — 288 с.
3. Руденко О. Г. Основы теории искусственных нейронных сетей / Руденко О. Г., Бодянский Е. В. — Х. : ТЕЛЕТЕХ, 2002. — 317 с.

21. Генерування календарних графіків із використанням евристичних алгоритмів

Віктор Лєвенцов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У роботі ставиться завдання дослідити використання евристичних алгоритмів при автоматизованому створенні календарних планів-графіків керівникам різноманітних проектів для оптимізації часу створення самих графіків, а також оптимізації часу виконання проектів.

Матеріали і методи. У дослідженні було проаналізовано евристичні алгоритми у застосуванні до задач теорії розкладів.

Результати. Задачу генерування календарних графіків можна віднести до типу задач із теорії розкладів. Суть його полягає у створенні певного порядку дій та оптимальному розподілі ресурсів, необхідних для досягнення мети (успішного завершення проекту). Виконання таких задач за допомогою евристичних алгоритмів надає багато переваг, наприклад: можна генерувати декілька варіантів рішення, які підходять за вимогами; не потрібно описувати математичну модель для кожного нового графіку; модифікація є легкою; є можливість оптимізації.

При розв'язанні поставленого завдання за допомогою генетичного алгоритму критичним є вибір методів селекції, а також налаштування значень двох змінних — імовірності мутацій і розміру популяцій. При розробленні будуть розглянуті класичні алгоритми селекції: турнірна селекція, метод рулетки та метод ранжування. Доведено, що задача побудови календарного графіку є NP-складною, і її розв'язання за допомогою евристичних алгоритмів є доволі перспективним напрямком.

Популяція складається з певної кількості різних особин. При збільшенні популяції збільшується варіативність особин, що, в свою чергу, збільшує шанси досягти оптимального результату. Мінусом збільшення популяції є вповільнення роботи алгоритму, тому потрібно знайти компромісне рішення.

Існує дві основні групи обмежень, які слід урахувати при розробленні календарного плану:

- нав'язані дати. Завершення певних робіт до конкретної дати можуть зажадати спонсор проекту, споживач проекту, якісь зовнішні чинники;
- ключові події, або основні віхи. Завершення певних робіт до конкретної дати може бути бажаним для спонсора проекту, споживача проекту, інших зацікавлених осіб. Після планування ці дати стають очікуваними, і часто їх зсуви вимагають великих зусиль.

Висновки. Проведення численних експериментів на тестових наборах даних показують, що модифікації генетичних алгоритмів дають швидші обчислення порівняно з простим генетичним алгоритмом із фіксованою популяцією та іншими евристичними алгоритмами.

Література

1. Севідов П. М. Дослідження алгоритмів оптимізації індивідуальних календарних планів навчального процесу // International Scientific Journal. – 2016. – № 6. – Т. 1. – С. 102–105.
2. Васильев А. С. Модификация генетического алгоритма для решения задачи календарного планирования с ограниченными ресурсами / А. С. Васильев, В. Г. Матвейкин // Вестник ТГТУ. – Тамбов, 2008. – Т. 14. – № 2. – С. 310–314.

22. Порівняння затверджених в Україні та сучасних методик прогнозування атмосферного забруднення внаслідок важких техногенних аварій

Анна Литвин, Іван Ковалець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Із загальної кількості надзвичайних подій більшість — це технологічні аварії, і майже кожна десята з них — вилив або викид хімічно небезпечних речовин.

Матеріали і методи. Експериментальні дослідження виконані з використанням інформаційної системи «Повітря» для прогнозування та моделювання наслідків аварії на хімічно небезпечних об'єктах України (ХНО). При дослідженні процесу прогнозування атмосферного забруднення внаслідок важких техногенних аварій використані методи теоретичного узагальнення, а саме метод аналізу та синтезу, узагальнення та наукової абстракції.

Результати. Для порівняння прогнозування атмосферного забруднення внаслідок важких техногенних аварій було обрано два методи МНС (Методика МНС, зареєстрована в Міністерстві юстиції України 10 квітня 2001 р. за N326/5517) аварійний та CALPUFF.

Методика CALPUFF системи «Повітря» призначена для надання можливості отримання оперативного прогнозу наслідків хімічних аварій на основі ланцюга моделей прогнозу погоди й атмосферного переносу з використанням сучасних web-технологій. Розрахунок виконується на період 72 годин.

Вхідні дані: об'єкт — склад С255, розташування об'єкта: широта — 50, довгота — 30; дата, час аварії — 01.03.2019 17:00; на об'єкті зберігається 100 т хлору у вертикальному циліндричному резервуарі, спосіб зберігання — атмосферний; ступінь вертикальної стійкості повітря — інверсія; швидкість вітру — 4 м/с; напрямок вітру — північно-східний; температура повітря — -1°C .

Результат прогнозування МНС аварійний: час випаровування — 45 хв; заражена площа 267,31 км²; глибина зони — 26,1 км; час підходу отруйної хмари — 1 год 14 хв; загальна к-ть населення — 28120 ос., у зоні — 19708 ос., у ПЗХЗ — 5369 ос.; ступінь хімічної небезпеки ХНО — перший; втрати населення: легкі — 1342 ос.; середні — 2148 ос.; смертельні — 1879 ос.; уражені об'єкти — Бортники, Дехтярка, Дунайка, Кищинці і т.д.

Результат прогнозування CALPUFF: концентрація ХНР за кожну годину — 40–1,8 мг/м², за кожні 3 години — 0,8–0,014 мг/м²; сухі випадіння ХНР за кожну годину — 0,083–0,0035 мг/м², за кожні 3 години — 0,083–0,00001 мг/м².

Висновки. Проведене дослідження дає можливість авторам стверджувати, що метод прогнозування МНС аварійний більш інформативний, ніж CALPUFF. Але його головним мінусом є те, що оператор сам вводить метеодані, що призводить до неточностей. CALPUFF є більш точним і наочним методом, але не є достатньо інформативним. Ці методи призначені для різного типу прогнозування, тому для більш обширного прогнозу бажано використовувати ці методи разом.

Література

1. Майстренко С. Я. Прототипна версія системи «Повітря» для розрахунків зон уражень внаслідок викидів небезпечних речовин в атмосферу на основі використання скринінгових моделей та web-технологій / С. Я. Майстренко, І. В. Ковалець, В. П. Беспалов, Т. О. Загребя, К. В. Хурцилава // Математичні машини і системи. — 2016. — № 4. — С. 41.

23. Людино-машинний алгоритм формування розподілу комп'ютерів між підрозділами університету

Олексій Литовченко, Тетяна Горлова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією із задач, що виникають в університеті, є пошук оптимального розподілу комп'ютерів та інших технічних засобів, які необхідні для виконання завдань, між підрозділами та кафедрами.

Матеріали і методи. Такі задачі належать до класу задач, що важко розв'язуються (складність задач дискретної оптимізації). Крім того, проблема розподілу комп'ютерів і інших технічних засобів в нашому варіанті ускладнена наявністю багатьох критеріїв та обмежень, які треба враховувати при складанні плану розподілу. Для цієї задачі в роботі використовується метод розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації, що базується на формуванні лінійної згортки багатьох критеріїв із урахуванням переваг критеріїв на множині обмежень.

Результати. Можливі різні постановки задач оптимального розміщення комп'ютерів і інших технічних засобів у підрозділах залежно від того, які обмеження є суттєвими та які критерії оптимальності обрані. У роботі розглянута постановка задачі оптимального розподілу комп'ютерів із урахуванням: потреб підрозділів і кафедр; важливості наявності нових моделей комп'ютерів (навчальний процес загального типу, навчальний процес спеціального напрямку, загальне використання); к-ті студентів на кафедрі; к-ті студентів, що навчаються за контрактом тощо.

$$F^{(заг)} = \sum f_i \cdot \rho_i, \quad (1)$$

для всіх i , де i — поточний індекс, якій змінюється від 1 до максимального значення номера критеріїв N ;

ρ_i — значення i -го пріоритету, яке особа, що приймає рішення, надає i -му критерію, причому

$$\sum \rho_i = 1, \rho_i \geq 0 \quad (2)$$

для всіх i , які змінюються від 1 до N .

Крім того, враховано необхідні обмеження, які мають місце при формуванні плану розподілу комп'ютерів між підрозділами університету. До них відносяться обмеження на кількість комп'ютерів у одному приміщенні; кількість студентів у групі; наявність комп'ютерів такого типу на кафедрі або в підрозділі університету, наявність системних адміністраторів тощо. Причому залежно від типу комп'ютерів можна деякі критерії переводити до обмежень і навпаки. Обмеження мають вигляд лінійних функцій-нерівностей.

Висновки. У роботі розроблено людино-машинний алгоритм формування розподілу комп'ютерів між підрозділами з урахуванням багатьох критеріїв, який дозволяє особі, що приймає рішення, сформувати цілу низку варіантів розподілу залежно від пріоритетів, які він надає критеріям вибору на множені обмежень.

Література

1. Васильев И. Л. Метод ветвей и отсечений для задачи размещения с предпочтениями клиентов / Васильев И. Л., Климентова К. Б. // Дискретный анализ и исследование операций. – 2009. – Т. 16. – № 2. – С. 21–41.
2. Luke S. Essentials of Metaheuristics [Електрон. ресурс] / Sean Luke // Morrisville : Lulu, 2013. – URL : <https://cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/Essentials.pdf>.

24. Дослідження моделі проведення ремонту технологічної лінії хлібокомбінату при застосуванні імітаційного моделювання

Наталія Ліманська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Визначення технічного стану обладнання хлібокомбінату пов'язане зі значними труднощами через складність його будови та комплектації, а також велику кількість його експлуатаційних і нормативних показників та характеристик.

Матеріали і методи. У роботі проаналізовано модель проведення ремонту та використано методи імітаційного моделювання.

Результати. Існуючі підходи до прийняття рішень дозволяють розв'язувати досить вузьке коло задач без вираховування більшості параметрів, які обумовлюють ефективність технічного процесу, обґрунтовують необхідність програмної розробки моделей підтримки прийняття рішень.

В якості апарату моделювання використано мережі Петрі як найбільш універсальний метод формалізації імітаційних моделей.

За допомогою розробленої моделі процесу ремонту технологічного обладнання було виконано класифікацію видів ремонтних взаємозв'язків і технічного обслуговування механізмів, що встановлені та експлуатуються на хлібопекарському підприємстві. Розроблена імітаційна модель дозволяє візуалізувати та здійснювати перевірку результатів призначень, отриманих на попередніх етапах, надає можливість оперативно оцінити вплив компонувальних і структурних чинників використовуваних технологічних і допоміжних засобів на завантаження обладнання.

Після побудови моделі процесу ремонтного обслуговування технологічного обладнання в CPN Tools мережа знаходиться у «живому стані», вона не є тупиковою, тобто може виконуватись нескінченну кількість разів, і після виконання переходів маркери повертаються на свою початкову позицію.

Побудована модель відповідає реальній системі, в ній відображені структура та функціональні зв'язки змодельованої системи.

Така модель може застосовуватись на будь-якому хлібопекарному підприємстві шляхом задання на моделі індивідуальних для конкретного підприємства показників (ймовірностей поломок, ваги дуг, часу на проведення огляду та ремонту, характеристик обладнання тощо). Модель дозволяє зібрати статистичні дані про поламки найбільш ремонтмістких частин лінії, таких як виробнича піч, та використати їх при формуванні графіку планово-попереджувальних ремонтних робіт на наступний період.

Висновки. Ця модель дозволяє реально оцінити процес технічного супроводження обладнання, в результаті чого підвищується надійність роботи устаткування і забезпечується виконання робочих графіків.

Література

1. Стеценко І. В. Моделювання систем : навч. посіб. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
2. Урубков А. Методы и модели оптимизации управленческих решений / А. Р. Урубков, И. В. Фетодов. – М. : Дело АНХ, 2016. – 238 с.

25. Використання сучасних інструментів бізнес-аналітики для підвищення ефективності діяльності підприємств

Сергій Микитенко, Олена М'якило

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Методи бізнес-аналізу використовують для аналітики потреб діяльності організацій із метою визначення проблем бізнесу та пропозиції їх розв'язання. Для швидшого визначення проблем та рекомендацій використовують BI-інструменти.

Матеріали і методи. У дослідженні було проаналізовано методи бізнес-аналітики та їхні можливості для підвищення ефективності діяльності підприємств.

Результати. Досягнення підприємством бажаної результативності в умовах загострення конкурентної боротьби й вичерпаності в багатьох випадках традиційних джерел конкурентних переваг залежить від використання бізнес-аналітики.

Нинішнє розуміння терміну BI можна звести до такого:

- процес перетворення даних на інформацію та знання про бізнес для підтримки прийняття поліпшених і неформальних рішень;
- інформаційні технології (методи й засоби) збирання даних, консолідації інформації й забезпечення доступу бізнес-користувачів до знань;
- знання про бізнес, здобуті в результаті поглибленого аналізу детальних даних і консолідованої інформації.

Деякими з методів бізнес-аналітики є визначення критеріїв прийняття і оцінки; моделювання даних; аналіз прийняття рішень; відстеження проблем; моделювання процесів. Успішними результатами впровадження інструментів BI можна вважати, наприклад, програму Power BI, яку нещодавно почали використовувати компанії.

Серед переваг Power BI над традиційними табличними процесорами:

- під'єднання до більшості відомих баз даних;
- створення математичної моделі для окремої досліджуваної проблеми;
- значні інструменти для візуалізації опрацьованих масивів даних;
- оброблення даних у реальному часі (тут і зараз);
- різні рівні доступу (надання доступу різним групам користувачів);
- наявний мобільний додаток;
- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс (базується на MS Excel);
- можливість поєднання даних із різних джерел;
- миттєве сповіщення про оновлення окремих вибірок.

Основний принцип роботи в Power BI базується на створенні звітів на основі завантажених наборів даних, які можна одночасно використовувати в різних звітах, в одній області користувача та його візуалізації на кількох різних панелях моніторингу.

Висновки. Впровадження інструментів BI необхідне для дослідження діяльності підприємства, допомоги у прийнятті рішень, економії часу на оброблення даних і отримання загальної картини діяльності підприємства.

Література

1. Варски А. Документация Power BI [Електрон. ресурс] / Адам Варски, Дэвид Исмингер. – 2018. – 2590 с.
2. Пейдж Дж. Бизнес-аналитика: повышение эффективности бизнеса и успешности компании : интервью [Електрон. ресурс] / Джон Пейдж. – 11 бер. 2011. – Режим доступу : <http://www.management.com.ua/interview/int244.html>. – Назва з екрану.

26. Системи чисельного прогнозування погоди та перспективи їх впровадження в Україні для потреб вітроенергетики

Валентина Мішура, Іван Ковалець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Системи чисельного прогнозу погоди дають можливість розраховувати деякі характеристики, які прогнозуються синоптиками, наприклад, вітер на висотах розташування вітроколеса вітроенергетичних станцій (до 100 м над рівнем Землі) та сонячну радіацію. Розвиток сонячної та вітрової енергетики в Україні потребує оцінювання та прогнозування видобутку електроенергії, що залежить від метеорологічних умов. Таке прогнозування може здійснюватися на основі комплексу моделей чисельного прогнозу погоди (ЧПП), які розробляються та впроваджуються в Україні [1–2].

Матеріали і методи. У ході дослідження було вивчено наукові статті тематики «Прогнозування погоди» Інституту проблем математичних машин і систем НАН України, використано моделі глобального і мезомасштабного прогнозування погоди.

Результати. Для отримання прогнозу використовують системи прогнозування погоди, наприклад: Global Forecast System (GFS) — глобальна чисельна модель, що створена та експлуатується науковими установами США (<https://www.emc.ncep.noaa.gov>); ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) — створив модель прогнозування погоди, мета якої — отримання середньострокових прогнозів від декількох днів до декількох сезонів наперед (<https://www.ecmwf.int>). Моделі GFS та ECMWF розраховують поля метеорологічних елементів із просторовою роздільністю 0,25–0,5 град. (тобто приблизно 25–50 км). Для подальшої деталізації метеорологічних полів із метою прогнозування локальних характеристик вітру та інших метеопараметрів із урахуванням деталей топографії та категорій землекористування використовують мезомасштабні метеорологічні моделі, такі як WRF (<http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users>), наприклад, [2].

Сучасні інформаційні технології дозволяють автоматизувати збір, обробку, зберігання та подання метеорологічної інформації на засоби відображення [1], а також забезпечують перетворення інформації у вигляд, зручний для відображення, і запис у базу метеоданих системи, яка систематично оновлюється по мірі надходження нових повідомлень.

Висновки. Для прогнозування деталей розподілу вітру на висотах розміщення вітроенергетичних електростанцій слід використовувати сучасні мезомасштабні метеорологічні моделі, які дозволяють врахувати вплив топографії на атмосферний потік. Сучасні інформаційні технології дозволяють автоматизувати збір, обробку, зберігання та подання метеорологічної інформації на засоби відображення.

Література

1. Ковалець І. В. Web-система прогнозування метеорологічних умов для довільної території на детальних сітках / Ковалець І. В., Майстренко С. Я., Донцов-Загребя Т. О., Ануліч С. М., Халченков О. В., Хурцилава К. В., Полонський О. О. // Математичні машини і системи. – 2018. – № 1. – С. 78–89.
2. Халченков А. В. Адаптация метеорологической модели WRF для прогнозирования полей ветра вокруг Ривненской АЭС / Халченков А. В., Ковалец И. В., Романенко А. Н. // Математичні машини і системи. – 2015. – № 1. – С. 130–138.

27. Моніторинг внутрішнього мікроклімату в підодяговому просторі

Андрій Мошенський¹, Дмитро Новак²

¹ — Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

² — Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна

Вступ. У роботі використана система дистанційного моніторингу змін внутрішнього мікроклімату в підодяговому просторі. Результати досліджень важливі для прогнозування показників комфортності людини та оптимізації кількісного та якісного складу датчиків дистанційної сенсорної системи.

Матеріали і методи. Дані про умови, а саме температуру і відносну вологість, задокументовані надмалою ЕОМ. Зберігання даних відбувається у флеш-пам'яті, а при довгому транспортуванні — в зовнішню флеш. Передача за запитом відбувається періодично по стільниковому каналу або через точки доступу WiFi з відкритим доступом. У випадку розташування терміналу за межами зони стільникової мережі та мережі WiFi пропонується використовувати радіоканал УКХ у пакетному режимі для передачі даних у сховище. Обробка даних здійснювалася з використанням мови програмування Python і бібліотек serial, numpy, matplotlib і drawnow.

Результати. Параметри зміни температури й відносної вологості в підодяговому просторі отримані за допомогою мобільного модуля, розташованого між шарами тканини (рис. 1). Дані були передані, використовуючи УКХ-радіоканал у пакетному режимі, схему каналів передачі даних показано на рис. 2. На рис. 3 показані залежності температури й відносної вологості, які відображаються на екрані комп'ютера в режимі реального часу і записуються в хмарну базу даних.

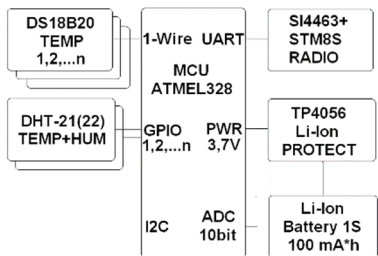


Рис. 1. Схема мобільного модуля

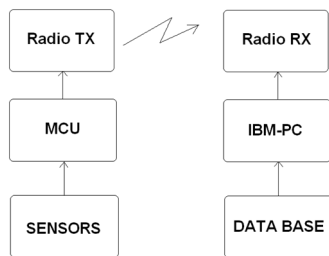


Рис. 2. Схема каналів передачі даних

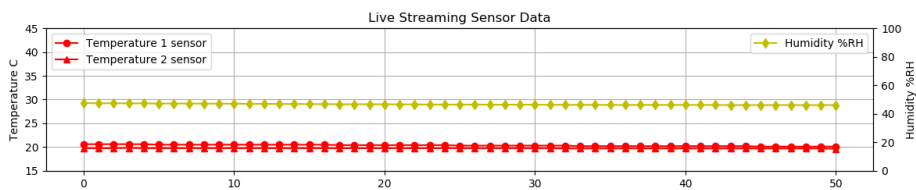


Рис. 3. Вимірювання параметрів об'єкта в реальному часі

Результатом цієї роботи є розроблення технології виготовлення білизни з зональним розташуванням датчиків температури й відносної вологості з можливістю віддаленого моніторингу в реальному часі та зберігання отриманих даних у хмарі.

Висновки. Результати досліджень можуть бути використані для подальшого вдосконалення предметів одягу та розробки нових смарт-текстильних матеріалів.

28. Аналіз методів прийняття рішень при управлінні виробництвом макаронного підприємства ТОВ «Продоко»

Марія Ольшевська, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основною задачею харчового підприємства є забезпечення споживачів високоякісною продукцією в повному асортименті. До таких підприємств відноситься і ТОВ «Продоко». Ефективність виробничого процесу залежить від впровадження та використання сучасних методів прийняття рішень при управлінні виробничим контуром.

Матеріали і методи. Використовувалися такі методи, як наукова абстракція, синтез, аналіз, порівняння та дедуктивний метод.

Результати. Однією з найважливіших класифікаційних ознак методів прийняття рішень є їх розмежування за функціями особи, яка приймає рішення (ОПР), а вони поділяються на: методи без участі ОПР, апостеріорні методи, апіорні методи та інтерактивні методи.

У методах, що утворюють групу апіорних, ОПР вносить коригування до початку реалізації обчислювальної процедури, яка зазвичай спрямована на зведення багатокритеріальної задачі до однокритеріальної. Опираючись на таке розподілення, до групи апіорних методів відносять: методи, які ґрунтуються на скалярній згортці критеріїв в один; методи, які використовують обмеження на критерії; методи лексикографічного програмування; методи цільового програмування.

Зрештою, методи, які використовують обмеження на критерії, поділяються на два види, а саме метод головного або провідного критерію та метод послідовного застосування критеріїв (метод послідовних поступок, метод обмежень).

Використання методу головного критерію вважається доцільним для оптимізації значень показників діяльності підприємства зі встановленням ОПР головної цілі. Головною перевагою вищеприписаного методу та особливою відмінністю від інших наявних методів підтримки прийняття рішень є акцентування уваги на ключовому критерії (визначеному ОПР) і можливість управління процесом прийняття рішень. При управлінні виробничим контуром макаронного підприємства не завжди необхідно встановлювати пріоритет лише одному критерію та не враховувати інші.

Метод послідовного застосування критеріїв полягає в оптимізації значень показників діяльності підприємства з визначенням стійкості діяльності. Значним плюсом при прийнятті рішень за цим критерієм є реалізація концепції обмежень, які накладаються на значення критеріїв. При використанні даного методу необхідно весь час перевіряти знайдене рішення на належність до області компромісів.

Висновки. Розглянуті методи будуть включені до системи підтримки прийняття рішень для управління макаронним виробництвом ТОВ «Продоко». Вибір методу прийняття рішень буде здійснювати начальник виробництва, адже він володіє всіма знаннями про виробничі можливості, потенціал та прагне досягти високих економічних показників всього підприємства.

Література

1. Малярець Л. М. Вирішення проблем багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства на основі методів багатокритеріальної оптимізації / Малярець Л. М., Мінєнкова О. В. // Проблеми економіки. – 2017. – № 1. – С. 421–427.

29. Можливості системи Євросоюзу з ядерного аварійного реагування РОДОС для моделювання наслідків радіаційних аварій в Україні

Розалія Постолатій, Іван Ковалець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Протягом 2013–2016 рр. в Україні впроваджено комплексну систему ЄС для позаоб'єктного реагування в реальному часі на ядерні аварії РОДОС. Систему розроблено в проєктах 3–7-ї Рамкових програм Європейської комісії із залученням кількох десятків наукових організацій з країн Європи, у тому числі й із України. Система призначена передусім для оперативного реагування у випадку аварій на атомних електростанціях (АЕС), але може бути використана і в режимі офлайн для оцінки ризиків для населення внаслідок можливих аварійних ситуацій на АЕС.

Матеріали і методи. Було використано методи синтезу, аналізу, експерименту. До структури системи включено інформаційні підсистеми, технічне забезпечення, математичне та програмне забезпечення, а також організаційне забезпечення.

Результати. Системою RODOS виконуються завдання на наступних 4 рівнях.

1. Рівень 0: огляд і перевірка радіологічних даних разом із географічною та демографічною інформацією й подання особам, які приймають рішення.

2. Рівень 1: аналіз і прогнозування поточної й майбутньої радіологічної ситуації, що базується на інформації про джерело викиду, даних моніторингу (радіологічного, метеорологічного) і даних розрахунків моделей.

3. Рівень 2: моделювання потенційних контрзаходів (наприклад, укриття, евакуація, поширення йодних таблеток, переселення, дезактивація, заборона на окремі продукти харчування) для визначення їх ефективності, переваг і недоліків.

4. Рівень 3: оцінка та ранжування альтернативних стратегій контрзаходів за рахунок балансування їхніх переваг і недоліків (наприклад, витрати, відвернена доза, зниження стресів), із урахуванням вимог осіб, які приймають рішення.

Також можливий обрахунок наслідків для таких надзвичайних ситуацій: лісові пожежі; смерчі та застосування для водойми-охолоджувача; запливи; зберігання відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) і критичність; виведення з експлуатації ДСП ЧАЕС; інші місця зберігання відходів.

Висновки. РОДОС може розраховувати атмосферне перенесення, випадання, ранні контрзаходи, дози за рахунок харчових ланцюжків та ілюструвати це графічно.

Література

1. Ievdin I. RODOS re-engineering: aims and implementation details / Ievdin I., Trybushnyi D., Zheleznyak M., Raskob W. // Radioprotection. – 2010. – Pp. 181–189.
2. Ковалець І. В. Моделювання сценаріїв аварій на атомних електростанціях з використанням системи РОДОС / Ковалець І. В., Євдін Є. О., Синкевич Р. О., Удовенко О. І. // Математичні машини і системи. – 2018. – № 2. – С. 133–140.
3. Ковалец И. В. Прогноз радиационной обстановки во время пожара в черновильской зоне отчуждения с использованием системы JRODOS [Електрон. ресурс] / Ковалец И. В., Романенко А. Н., Анулич С. Н., Евдин Е. О. // . – 2015. – URL : : http://conf.atsukr.org.ua/conf/art_collection.jsp?conf_id=24.
4. Железняк М. І. Проєкт адаптації системи JRODOS до умов чорнобильської зони відчуження / Железняк М. І., Ковалець І. В., Раскоб В., Євдін Є. О. // 36. матер. конф. INUDECО'16, Славутич, 25–27 квіт. 2016. – Славутич, 2016. – С. 48–56.

30. Прогресивний фреймворк Vue.js

Ігор Савченко, Олена Андріюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. JavaScript — це високорівнева, інтерпретована мова програмування, це одна з трьох основних технологій у веб-розробці. У JavaScript-розробках використовуються фреймворки. Фреймворк — це каркас, який складається з безлічі різних бібліотек, які полегшують розроблення програмного продукту або сайту.

Матеріали і методи. Під час написання тез були використані наступні методи наукового дослідження: порівняння, синтез, аналіз.

Мета дослідження — визначення особливостей JavaScript-фреймворку Vue.js, його місце на ринку фреймворків та доцільність вивчення.

Результати. Фронтенд — один із найбільш динамічних напрямків сучасної розробки. Фреймворк Vue.js вийшов у 2017 р. і за невеликий проміжок часу зарекомендував себе в ролі найбільш серйозного конкурента React. Можливо, в нього немає таких показників популярності, як у Angular, або тривалого часу існування, але Vue володіє тим, що перевершує два попередніх параметри — імпульс.

За результатами опитування в 2017 р., 4,6 тис. користувачів використовують Vue та будуть використовувати й надалі, 12 тис. користувачів чули та зацікавлені у вивченні. React користуються 14 тис. користувачів, а чули та зацікавлені в його вивченні 6,4 тис. користувачів.

Vue є JavaScript-фреймворком із відкритим вихідним кодом, що призначений для розробника інтерфейсів і веб-додатків. Він включає в себе доступну кореневу бібліотеку, яка передусім розв'язує завдання рівня представлення, і екосистему додаткових бібліотек, що дозволяє створювати складні й об'ємні односторінкові додатки (Single-Page Applications).

Під час аналізу та порівняння на ринку фреймворків виділено наступні переваги Vue: простота, гнучкість та продуктивність. Vue перейняв переваги Angular і React і побудував ефективну бібліотеку. Швидкість рендерингу Vue є найвищою на ринку фреймворків і навіть обганяє React і Angular. Він сумісний із попередніми версіями.

Крупні китайські компанії Alibaba, Baidu, Tencent, а також Xiaomi і DJI надали перевагу Vue. Деякі розробники вважають, що китайський ринок буде дуже швидко зростати за рахунок того, що Vue — незалежний фреймворк із відкритим доступом та без прив'язки до західних компаній-гігантів, на відміну від React і Angular, створених Facebook и Google.

Незважаючи на те, що Vue ще не скоро займе місце React, його розвиток може виявитися більш стабільним. Адже коли мова заходить про повноцінну підтримку фреймворку, Vue пропонує офіційну маршрутизацію й бібліотеку управління станом, які підтримуються тією самою групою розробників.

Висновки. Vue.js є фреймворком, який зараз активно розвивається. В майбутньому він дійсно може стати більш широко використовуваним, ніж React і Angular.

Література

1. Прогресивный JavaScript-фреймворк [Електрон. ресурс] / Vue.js. – 2019. – Режим доступу : <https://ru.vuejs.org>. – Назва з екрану.

31. Доцільність використання альтернативних джерел енергії на підприємствах харчової промисловості в сучасності

Ігор Струнін

Національний університет хархових технологій, Київ, Україна

Вступ. Енергоресурси є необхідним і найважливішим критерієм діяльності підприємства. Актуальною проблемою для економіки України є проблема зниження енерговитрат та збереження невідновлюваних енергоресурсів.

Матеріали і методи. Впровадження систем енергозабезпечення підприємств від альтернативних відновлюваних джерел енергії (вітер, сонце, біомаса тощо) дає змогу значно знизити використання традиційних носіїв. А використання автоматизованої системи обліку і контролю за ресурсами та використанням у харчовій промисловості дозволить знайти шляхи збереження та раціонального використання енергоресурсів.

Результати. Виявлено основні аспекти, що призводять до переходу до енергетики від альтернативних джерел енергії (АДЕ). Визначено, що неефективне та нерациональне використання енергії завдає збитків на підприємствах.



Рис. 1. Етапи забезпечення ефективного використання енергоресурсів

На основі аналізу визначено позитивні та негативні якості використання АДЕ. Надано характеристику кожному виду АДЕ, визначено переваги та недоліки в процесі використання кожного із зазначених видів енергії.

Відзначено відмінність використання традиційних енергоустановок в порівнянні з альтернативними джерелами електроенергії. Встановлено відмінності у використанні різноманітних альтернативних джерел енергії: виконано порівняльний аналіз використання різних технологій альтернативних джерел енергії. Проведено вартісно-функціональний аналіз використання АДЕ.

Висновки. Доведено необхідність та доцільність використання АДЕ, а також інвестування в них у подальшому на підприємствах харчової промисловості.

Література

1. Енергетичний сектор. України. Дослідження на основі опитування учасників галузевого ринку [Електрон. ресурс] / КПМГ в Україні. – 2013. – 23 с. – Режим доступу : <https://home.kpmg.ua>. – Назва з екрану.
2. Навики та уміння енергоменеджера [Електрон. ресурс] / ТНТУ. – Т., 2018. – Режим доступу : <http://tntu.org.ua>. – Назва з екрану.

32. Використання методу бджолиного рою для розв'язку складних задач

Іван Устимук, Ганна Олійник, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пошук оптимальних значень для складних багатовимірних функцій, що описують складні процеси управління, технологічні процеси чи задачі прийняття рішень, є не завжди тривіальною задачею, особливо коли на початку не відомо, де може бути оптимум. Для розв'язання таких задач доцільно використовувати алгоритми колективного розуму, одним із яких є алгоритм бджолиного рою.

Матеріали і методи. У дослідженні використовувалися такі методи, як наукова абстракція, синтез, аналіз і дедуктивний метод.

Результати. Алгоритм бджолиного рою є алгоритмом для пошуку глобальних екстремумів складних багатовимірних функцій. За основу алгоритму взято поведінку бджолиного рою в природі при дослідженні навколишнього середовища та пошуку нових зон для збору пилку. Суть алгоритму полягає в комбінуванні випадкового та сусіднього пошуків. У ході дослідження алгоритм був використаний для знаходження екстремумів деяких нескладних функцій.

Після запуску алгоритму було випадково відібрано N точок та знайдені значення цільової функції в цих точках. Значення були відсортовані в залежності від того, шукаємо ми мінімум чи максимум функції. Далі обирались декілька точок, у яких значення функції найбільше або найменше (в залежності від типу екстремуму) та діапазон навколо цих точок, у якому буде проводитися пошук нових точок. В околі перших K точок, тобто найбільш перспективних, обиралось більше нових точок, а менш перспективних — лише декілька. Після цього знову знаходилися значення функції в цих точках. Вже після першої ітерації було виявлено, що в околі перспективних точок, було знайдене хоча б одне більш перспективне рішення. Далі процес повторюється.

Перевагою методу бджолиного рою є те, що всі бджоли на кожному кроці будуть вибирати як елітні ділянки для дослідження, так і ділянки в околі елітних, що дозволить, по-перше, урізноманітнити популяцію пошуків на наступних ітераціях, а по-друге, збільшити ймовірність виявлення розв'язку, близького до оптимального.

У порівнянні з генетичним алгоритмом, оператори якого можуть бути реалізовані різним чином, алгоритм бджолиного рою має лише один оператор — обчислення швидкості, що робить його більш простим у використанні, але обмежує варіанти застосування.

Висновки. Модифікація алгоритму бджолиного рою за рахунок об'єднання з іншими еволюційними алгоритмами може забезпечити пошук глобального оптимуму за мінімальний час.

Література

1. Курейчик В. В. Эволюционная оптимизация на основе алгоритма колонии пчёл / В. В. Курейчик, Е. Е. Полупанова // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – № 12. – С. 41–46.

33. Використання методів інтелектуального аналізу даних для формування маркетингових заходів торгової мережі «Сільпо»

Рамазан Ханбабаєв, Олена Харкянен

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. «Сільпо» — торгова мережа продовольчо-промислових супермаркетів в Україні. Для підвищення прибутку «Сільпо» проводить аналіз продажів за багатьма критеріями. Результати аналізу дозволяють виявити найкращі періоди продажів різних груп товарів.

Матеріали і методи. У роботі для реалізації задачі аналізу продажів продукції торгової мережі «Сільпо» розроблено реляційне сховище даних (СД) типу «зірка». Наповнення СД забезпечується процедурами експорту даних із середовища інформаційної системи «Рубікон», що використовується мережею «Сільпо» для ведення обліку даних про торгівлю.

СД є джерелом для наповнення OLAP-кубів аналітичною інформацією про обсяги продажів груп товарів, отримані прибутки. Завдяки зручній візуалізації у OLAP-клієнті маркетолог у режимі реального часу отримує необхідні для аналізу зрізи з гіперкубів, формує звітність.

Сформовані гіперкуби призначені також для проведення більш глибокого аналізу даних на основі методів інтелектуального аналізу.

Програмна реалізація СД, процедур завантаження, OLAP-кубів, алгоритмів інтелектуального аналізу здійснена інструментами Microsoft Visual Studio.

Результати. Розроблено систему підтримки прийняття маркетингових рішень для торгової мережі «Сільпо». Використання адаптованих під задачі маркетингу алгоритмів кластерного аналізу, асоціативних правил, нейронних мереж і прогнозування з арсеналу методів Microsoft Data Mining дозволило:

- моніторити попит на групи товарів у певний проміжок часу;
- виявляти товари, по яких знижується попит;
- формувати акційні пропозиції;
- знаходити товари, які часто продаються разом (для включення в акції);
- коригувати асортимент товарів;
- скорочувати асортимент товарів, вилучаючи з продажу бренди, що найменше реалізуються;
- формувати пропозиції для включення до річного плану закупок товарів;
- формувати пропозиції для включення до річного плану виробництва товарів власної марки тощо.

Висновки. Використання системи підтримки прийняття маркетингових рішень надає мережі крамниць «Сільпо» додаткові шляхи отримання прибутку за рахунок формування стратегії продажів.

Література

1. Kharkianen O. Development of Information Technology for Supporting the Process of Adjustment of the Food Enterprise Assortment / O. Kharkianen, O. Myakshylo, S. Hrybkov, M. Kostikov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Kharkiv : PC «Technology Center», 2018. – Vol. 1. – No. 3 (91). – Pp. 77–87.
2. Барсегян А. Анализ данных и процессов / А. Барсегян, М. Куприянов, И. Холод, М. Тесс, С. Елизаров. – СПб. : БХВ-Петербург, 2015. – 512 с.

34. Використання модифікованих методів мурашиного алгоритму для розв'язку задачі формування розкладу

Ілля Чернишов, Ганна Олійник, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом здобули розвиток еволюційні методи оптимізації для розв'язання комбінаторних задач, до яких відноситься й задача складання оптимального розкладу. Одним із найпоширеніших методів для розв'язання задач складання розкладу є мурашиний алгоритм (МА). Тому актуальною проблемою є не тільки застосування, а й пошук способів удосконалення МА.

Матеріали і методи. Використовувалися такі методи, як наукова абстракція, синтез, аналіз, порівняння та дедуктивний метод. Проведено огляд літературних джерел вітчизняних та зарубіжних авторів.

Результати. Результати застосування МА показують, що може статися випадок, коли буде знайдено наближене значення до оптимуму порівняно з існуючими класичними алгоритмами. Але перевагою МА є легкість застосування та швидкість роботи. Важливо, що завдяки простоті МА існують можливості для його модифікації відповідно до класу розв'язуваної задачі. Найпопулярніші з існуючих модифікацій: Elitist Ant System, Ant-Q, Ant Colony System, Max-min Ant System, ASrank.

Суть Elitist Ant System полягає у штучному збільшенні рівня феромону на кожній ітерації на найкоротшому маршруті, що, своєю чергою, в певних рамках дозволяє зменшити загальну кількість ітерацій для пошуку рішення. Рамки встановлюються дослідним шляхом для кожної задачі.

В основі Ant-Q лежить ідея про те, що систему мурах можна інтерпретувати як систему навчання з підкріпленням. Тобто після кожної ітерації оновлюється таблиця «корисності» проходу за кожним ребром, дані якої впливають на вибір маршруту для наступної ітерації. Значення корисності проходу обчислюється як результат попереднього визначення наступних можливих станів.

У Ant Colony System були введені 3 ключові зміни: рівень феромону оновлюється не тільки після ітерації, а й після кожного проходу мурах; рівень феромону після ітерації збільшується тільки на найкоротшому шляху; алгоритм використовує змінене правило переходу — як у класичному варіанті, або з деякою ймовірністю мураха обере кращий з можливих варіантів у відповідності до довжини шляху та наявного рівня феромону.

Висновки. Найкращі результати МА показує для задач із великими областями пошуку. МА доцільно використовувати з процедурами локального пошуку для швидшого знаходження початкових точок. Найбільш перспективним для досліджень у найближчий час є аналіз способу вибору налаштувань для параметрів алгоритму, а також способи адаптації алгоритму в процесі виконання.

Література

1. Грибков С. В. Задача планування виконання договорів та підходи до її ефективного вирішення / Грибков С. В., Литвинов В. А., Олійник А. В. // Математические машины и системы. – К. : ИПММС НАНУ, 2015. – С. 61–70.
2. Hrybkov S. Web-oriented decision support system for planning agreements execution / Hrybkov Serhii, Oliiynk Hanna, Litvinov Valery // Eastern-european journal of enterprise technologies. – 2018. – Vol. 3. – No. 2 (93). – Pp. 13–24.

35. Моделювання криптографічної системи захисту інформації

Борис Шевчук

ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди», Переяслав-Хмельницький, Україна

Вступ. Криптографія є сукупністю методів перетворення даних, спрямованих на те, щоб зробити ці дані безкорисними для зловмисника. Такі перетворення дозволяють вирішити два головні питання, що стосуються безпеки інформації: захист конфіденційності, захист цілісності.

Матеріали і методи. Проблеми захисту конфіденційності й цілісності інформації тісно пов'язані між собою, тому методи розв'язання однієї проблеми часто застосовні для розв'язання іншої. Відомі різні підходи до класифікації методів криптографічного перетворення інформації. Розрізняють такі методи, як шифрування, стенографія, кодування, стискування.

Результати. Процес шифрування полягає у проведенні оборотних математичних, логічних, комбінаторних та інших перетворень початкової інформації, в результаті яких зашифрована інформація стає хаотичним набором літер, цифр, інших символів і двійкових кодів. Для шифрування інформації використовуються алгоритм перетворення і ключ. Як правило, алгоритм для певного методу шифрування є незмінним. Початковими даними для алгоритму шифрування служать дані і ключ шифрування. Сучасні методи шифрування повинні відповідати наступним вимогам:

- стійкість шифру протистояти криптоаналізу (криптостійкість) повинна бути такою, щоб розкриття його могло бути здійснене тільки шляхом розв'язання задачі повного перебору ключів;
- криптостійкість забезпечується не секретністю алгоритму шифрування, а секретністю ключа;
- шифртекст не повинен істотно перевершувати за обсягом початкову інформацію;
- помилки, що виникають при шифруванні, не повинні призводити до спотворень і втрат інформації;
- час шифрування не повинен бути тривалим;
- вартість шифрування має бути погоджена з вартістю інформації, що приховується.

Криптостійкість шифру є його основним показником ефективності. Вона вимірюється часом або вартістю засобів, необхідних аналітику для отримання початкової інформації про шифр тексту за умови, що йому не відомий ключ. Тим часом зберегти в секреті широко використовуваний алгоритм шифрування практично неможливо.

Тому алгоритм не повинен мати прихованих слабких місць, якими б могли скористатися криптоаналітики. Якщо ця умова виконується, то криптостійкість шифру визначається довжиною ключа, адже єдиний шлях розкриття зашифрованої інформації — перебір комбінацій ключа і виконання алгоритму розшифрування.

Таким чином, час і засоби, що витрачаються на криптоаналіз, залежать від довжини ключа та складності алгоритму шифрування. Це можна побачити на рис. 1. Розглянемо докладніше процес шифрування та дешифрування.

Відправник генерує відкритий текст початкового повідомлення **М**, яке має бути передане одержувачеві по незахищеному каналу. За каналом стежить перехоплювач з

метою перехопити та розкрити передаване повідомлення. Аби перехоплювач не зміг упізнати зміст повідомлення **M**, відправник шифрує його за допомогою оберненого перетворення **E_k(M)** та отримує шифртекст (чи криптограму) **C=E_k(M)**, який відправляє одержувачеві.

Законний одержувач, прийнявши зашифрований текст **C**, розшифровує його за допомогою зворотного перетворення **D_k(C)** і отримує початкове повідомлення у вигляді відкритого тексту **M**. Сукупність криптографічних перетворень **E_k** і є криптоалгоритмом, а параметр, за допомогою якого вибирається окреме перетворення, є криптографічним ключем **K**.

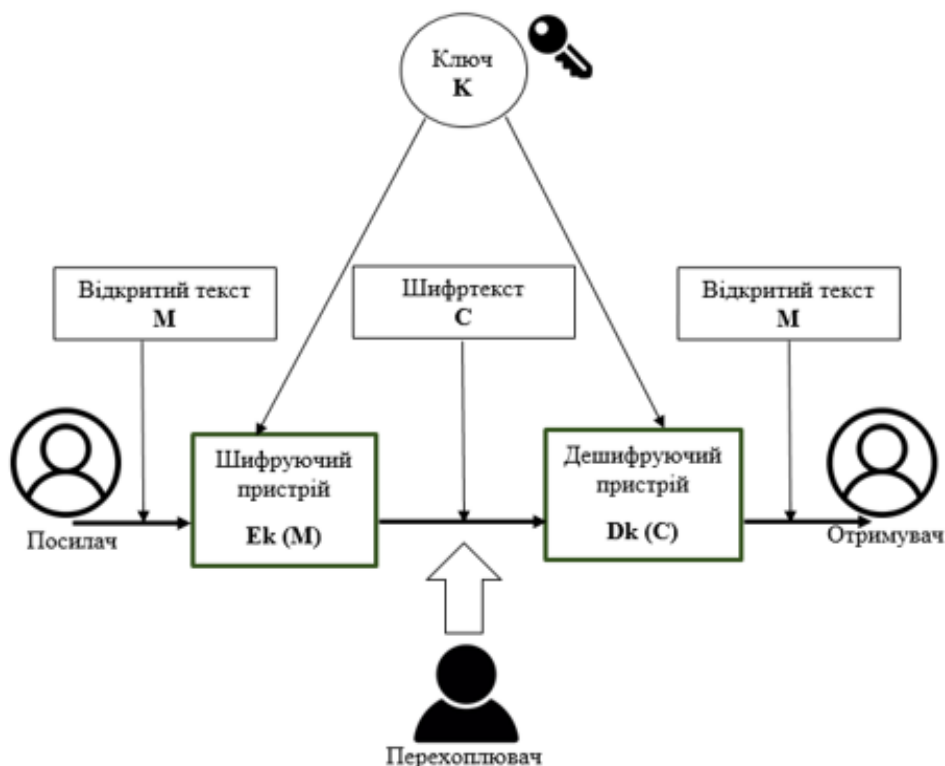


Рис. 1. Процес шифрування і дешифрування

Висновки. Таким чином, криптосистема має різні варіанти реалізації: набір інструкцій, апаратні засоби, комплекс програм, які дозволяють зашифрувати відкритий текст і розшифрувати шифртекст різними способами, один із яких вибирається за допомогою конкретного ключа **K**.

Література

1. Вакалюк Т. А. Захист інформації в комп'ютерних системах : навч.-метод. посіб. для студ. напряму 6.040302 Інформатика. – Житомир : Вид-во ЖДУ, 2013. – 136 с.

Наукове видання

**85 Ювілейна Міжнародна
наукова конференція молодих учених,
аспірантів і студентів**

**"Наукові здобутки молоді –
вирішенню проблем харчування людства у
XXI столітті"**

**присвячена 135-річчю Національного
університету харчових технологій
11 – 12 квітня 2019 р.**

Частина 2

Відповідальна за випуск Н.В. Акутіна

Підп. до друку 09.04.19 р. Обл.-вид. арк. 62.03.
Наклад 40 пр. Вид. № 04н/17 Зам. № 05-17
НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.