

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

**90th
International scientific conference
of young scientist and students**

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

April, 11-12 2024

Part 2

Kyiv, NUFT, 2024

**90-та
Міжнародна наукова
конференція молодих учених,
аспірантів і студентів**

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

11-12 квітня 2024 р.

Частина 2

Київ НУХТ 2024

90th International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April, 11–12, 2024. Book of abstract. Part 2. NUFT, Kyiv.

The publication contains materials of 90th 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.

ISBN 978-966-612-317-9

© NUFT, 2024

Матеріали 90-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 11–12 квітня 2024 р. – Київ: НУХТ, 2024. – Ч.2 – 412 с.

Видання містить матеріали 90-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті".

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.

ISBN 978-966-612-317-9

© НУХТ, 2024

Scientific Committee

Chairman:

Oleksandr Shevchenko, dr., prof., Ukraine

Ana Leahu, dr., prof., Romania
Anatolii Zaiinchkovskyi, dr., prof.,
Ukraine
Cristina Popovici, dr., assoc. prof.,
Moldova
Dumitru Mnerie, dr, prof., Romania
Elza Omarova, dr., assoc. prof., Azerbaijan
Eva Ivanišová, dr., Slovakia
Galyna Polishchuk, dr, assoc. prof.,
Ukraine
Galyna Simakhina, dr., prof., Ukraine
Georgiana Codina, dr., prof., Romania
Greta Adamczyk, dr., assoc. prof., Poland
Huub Lelieveld, Netherlands
Igor Yakymenko, dr., prof., Ukraine
Jasmina Lukinac, dr., assoc. prof., Croatia
Lada Shirinian, dr., prof., Ukraine
Maciej Kluz, dr., Poland
Mircea Oroian, dr., prof., Romania
Margareta Coteata, dr., assoc. prof.,
Romania

Nadiia Levytska, dr., prof., Ukraine
Nusrat Kurbanov, dr., assoc. prof.,
Azerbaijan
Oleksandr Gavva, dr., prof., Ukraine
Oleksandr Seriogin, dr., prof., Ukraine
Ruslan Adil Akai Tegin, dr., Kyrgyzstan
Sergii Tokarchuk, dr., assoc. prof., Ukraine
Serhii Baliuta, dr., prof., Ukraine
Sonia Amarici, dr., prof., Romania
Stanka Damianova, dr., assoc. prof.,
Bulgaria
Stefan Junge, dr., prof., Germany
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
Volodymyr Kovbasa, dr., prof., Ukraine
Volodymyr Zavialov, dr., prof., Ukraine
Yevgen Shtefan, dr., prof., Ukraine

Organizational committee

Sergii Tokarchuk, dr., assoc. prof., Ukraine
Natalia Akutina, Ukraine
Oleksii Gubenia, dr., assoc. prof., Ukraine
Uliana Bandura, dr., assoc. prof., Ukraine
Yelyzaveta Kozachenko, master student
Viktoriiia Ovadiuk, master student
Mykhailo Arych, dr., assoc. prof., Ukraine
Oleg Galenko, dr., assoc. prof., Ukraine
Anastasiia Shevchenko, dr., assoc. prof., Ukraine
Oleh Bortnichuk, dr., assoc. prof., Ukraine
Roman Gryschenko, dr., assoc. prof., Ukraine
Oleksandr Liulka, dr., assoc. prof., Ukraine

Науковий комітет

Голова:

Олександр Шевченко, д.т.н., проф.,
Україна

Ана Леаху, д-р, проф, Румунія
Анатолій Заїнчковський, д.е.н., проф.,
Україна
Валерій Мирончук, д.т.н., проф.,
Україна
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
Грета Адамчик, д-р, доцент, Польща
Думітру Мнеріє, д-р, проф., Румунія
Ева Іванішова, д-р., Словаччина
Ельза Омарова, к.т.н., доц.,
Азербайджан
Ігор Якименко, д.б.н., проф., Україна
Крістіна Попович, к.т.н., доц., Молдова
Лада Шірінян, д.е.н., проф., Україна
Маргарета Котятє, д-р, доцент, Румунія

Мачей Клуж, д-р, проф., Польща
Мірча Ороян, д-р, проф, Румунія
Нусрат Курбанов, к.т.н., доц.,
Азербайджан
Олександр Серьогін, д.т.н., проф.,
Україна
Олександр Гавва, 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 Токарчук, к.т.н., доцент.,
Україна
Соня Амарей, д-р, проф, Румунія
Станка Дамянова, д-р, доц., Болгарія
Стефан Юнге, д-р, проф, Німеччина
Тамар Турмандізе, др., Грузія
Тетяна Пирог, д.б.н., проф., Україна
Хууб Лелівелд, д-р, Нідерланди
Ясміна Лукінак, д-р, доц., Хорватія

Організаційний комітет

Сергій Токарчук, к.т.н., доцент
Наталія Акутіна, провідний інженер
Єлизавета Козаченко, магістрант
Вікторія Овадюк, магістрант
Ульяна Бандура, к.т.н., доцент
Олексій Губеня, к.т.н., доцент
Олег Бортнічук, к.т.н, доцент
Михайло Арич, к.е.н., доцент
Олег Галенко, к.т.н, доцент
Анастасія Шевченко, к.т.н, доцент
Роман Грищенко, к.т.н, доцент
Олександр Люлька, к.т.н, доцент

Content

13. Engineering of food, biotechnology and pharmaceutical production	8
13.1. Machines and apparatus for food, pharmaceutical and biotechnological productions	9
13.2. Computer technologies of design and manufacture of packaging	59
13.3. Technological equipment and computer design technology	87
14. Mechatronics and packaging technique	125
15. Processes and apparatus of food productions	154
16. Physical and mathematical principles of technological processes	186
16.1. Physics	187
16.2. Higher mathematics	196
17. Chemistry and chemical technology	222
17.1. Chemistry	223
17.2. Chemical technology	252
18. Power equipment, heat and power systems of industry enterprises	303
18.1. Industrial thermal power engineering	304
18.2. Power supply and energy management	335
18.3. Electrical engineering and electrical systems	352
19. Automation and computer-integrated technologies	360
19.1. Automation and computer-integrated technologies	361
19.2. Information technology	384

Зміст

13. Інжиніринг харчових, біотехнологічних та фармацевтичних виробництв	8
13.1. Машинобудування. Машини і апарати харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв	9
13.2. Комп'ютерні технології дизайну та виготовлення упаковки	59
13.3. Технологічне обладнання та комп'ютерні технології проектування	87
14. Мехатроніка і пакувальна техніка	125
15. Процеси та апарати харчових виробництв	154
16. Фізико-математичні основи технологічних процесів	186
16.1. Фізика	187
16.2. Вища математика	196
17. Хімія та хімічні технології	222
17.1. Хімія	223
17.2. Хімічні технології	252
18. Енергетичне обладнання, системи тепло-електропостачання промислових підприємств	303
18.1. Промислова теплоенергетика	304
18.2. Електропостачання і енергоменеджмент	335
18.3. Електротехніка і електричні системи	352
19. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	360
19.1. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	361
19.2. Інформаційні технології	384

Section 13

Engineering of food, biotechnology and pharmaceutical production

Секція 13

Інжиніринг харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

13.1.

Machines and apparatus of food, pharmaceutical and biotechnological production

**Chairperson – professor Oleksandr Gavva
Secretary – Lesia Martsynkevych**

13.1.

Машинобудування. Машини і апарати харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

**Голова – професор Олександр Гавва
Секретар – Леся Марцинкевич**

Machines and apparatus of food production

Машини і апарати харчових виробництв

1. Обґрунтування нових способів інтенсифікації маринування м'ясної сировини

Вечірко Т.О., Козаченко А. В., Поштаренко Д. Г., Батраченко О. В.
Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Вступ. Звичайне маринування м'яса використовується переважно в закладах громадського харчування, тоді як сухе маринування застосовується переважно в промисловості. Усі відомі способи маринування характеризуються достатньо тривалим часом проведення процесу. Одними з найкращих маринадів, в даному контексті, можна вважати маринади «Easy Grill», однак і їх використання потребує 60 хв. на процес маринування. Актуальним є пошук шляхів зменшення тривалості процесу маринування та покращення якості маринованих м'ясних виробів.

Матеріали і методи. Досліджувався вплив рецептури маринадів компанії «KR Ingredients», способів та термінів маринування м'ясних стейків Ribeye та Striploin, режимів їх термічної обробки на якість кінцевого продукту та на параметри процесів. При цьому проводився аналіз рецептурного складу маринадів, органолептичний аналіз сировини і готового продукту, визначалась температура поверхні та серцевини стейків перед термічною обробкою, під час неї та після неї на кінцевому етапі виготовлення, контролювався час проведення процесу, вимірювався вологовміст м'ясної сировини тощо. Використовували автоматизований гриль Tefal OptiGrill Elite, цифровий термометр DT-34 та інше лабораторне обладнання.

Результати. Відомим способам маринування чи соління м'яса властиві такі недоліки, як значний час маринування та дорогокоштованість і складність експлуатації технічного оснащення для ін'єктування м'яса розчинами. В даній роботі авторами вирішувалась двоєдина задача інтенсифікації процесу маринування м'яса при одночасному спрощенні технічного оснащення для його реалізації.

Досліджувалась ефективність чотирьох способів мокрого маринування та один спосіб сухого маринування м'яса, у тому числі із вакуумуванням. Способи мокрого маринування м'яса включають різання м'яса на шматки, приготування розсолу або маринаду, витримання м'яса в розсолі або в маринаді і відрізняються тим, що забезпечується більш швидке проникнення маринаду всередині товщини шматків м'яса.

Так, при маринуванні стейків Ribeye маринадом торгівельної марки Easy Grill «Сливовий» для маринування було достатньо тричі менше часу (20 хвилин), ніж при класичному способі маринування (60 хвилин). При цьому якість і ніжність приготованих стейків була рівноцінно високою.

Висновки. Досліджено ефективність чотирьох нових, запропонованих авторами, способів маринування м'яса. Встановлено, що три з них обумовлюють зменшення тривалості мокрого маринування від 2-х до 3-х разів та покращення якості готового продукту при сухому маринуванні. Розроблено нові пристрої для інтенсифікації процесів маринування. Пристрої відрізняються простотою конструкції, низькою собівартістю та високою ефективністю.

Література

1. Gulsun Akdemir Evrendilek et al. (2022), High hydrostatic processing of marinated ground chicken breast: Exploring the effectiveness on physicochemical, textural and sensory properties and microbial inactivation, *Food Control* (Volume 142), pp. 486-495.
2. Nor Hasyimah et al (2022), Effects of Honey-Spices Marination on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Heterocyclic Amines Formation in Gas-Grilled Beef Satay, *Polycyclic Aromatic Compounds* (42), pp. 1620-1648.

2. Вакуумне охолодження хліба, методика визначення реологічних властивостей м'якушки батону

Олександр Козак, Юлія Теличкун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Швидке зниження тиску під час вакуумного охолодження хліба призводить до виникнення градієнту тиску між парою в заготовці та середовищем у вакуумній камері, спричиняючи руйнування через надмірний тиск пари. Необхідно дослідити реологічні властивості м'якушки для визначення максимального навантаження під час вакуумування.

Матеріали та методи. На експериментальній установці досліджено процес вакуумного охолодження батону з пшеничного борошна вищого ґатунку, масою 0,5 кг. Для визначення реологічних властивостей використовувався пенетрометр АП-4/1. З батону вирізали зразок м'якушки діаметром 32 мм і висотою 40 мм. Цей зразок розміщували на платформі й підводили за допомогою гайки так, щоб він торкався поверхні індентора. Фіксували зміну деформації в часі за допомогою відеозйомки за шкалою пенетрометра та певному навантаженні.

Результати та обговорення. Під час досліджень отримано графік зміни деформації в часі в залежності від навантаження (Рис. 1). Межею руйнування матеріалу вважається навантаження, за появи пластичної деформації зразка. За використання попередніх даних побудовано залежність пластичної деформації від прикладеного навантаження (Рис. 2). Оскільки залежність деформації від навантаження є лінійною, можна зробити висновок, що при навантаженні до 120 Па відсутня пластична деформація матеріалу, а, отже, руйнування не відбувається.

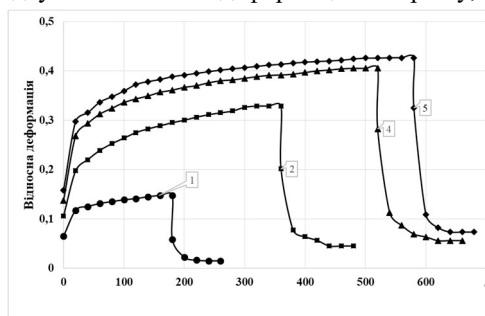


Рис. 1. Зміна деформації в часі залежно від прикладеного навантаження:
1 - 215; 2 - 280; 3 - 350; 4 - 420 Па.

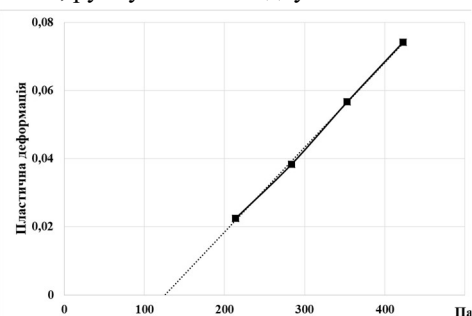


Рис. 2. Графік залежності пластичної деформації від прикладеного навантаження

Висновок. Для запобігання руйнування батону під час вакуумного охолодження, потрібно дотримуватись таких, умов, щоб навантаження на стінки пор м'якушки не перевищувало значення в 120 Па.

Література.

1. Fellows P. (2020), Food processing technology. Principles and Practice. Second Edition, CRC Press.
2. Lelieveld H., Holah J., Gabrić D. (2016), Handbook of Hygiene Control in the Food Industry (Second Edition), Elsevier.

3. Підвищення ефективності роботи дозувально-наповнювального пристрою для безалкогольних напоїв

Станіслав Онасенко, Олександр Чепелюк

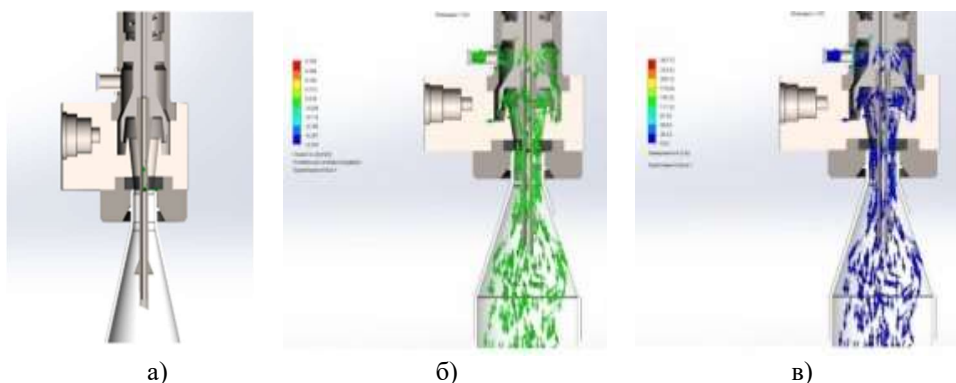
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Газовані напої користуються стійким попитом на ринку. При їх виробництві, окрім основних технологічних операцій, досить важливими є процеси розливання та герметизації пляшок, і відповідно обладнання для їх реалізації є затребуваним. Удосконалення конструкції таких машин, зокрема дозувально-наповнювального вузла, може значно підвищити ефективність їх роботи, точність дозування та надійність.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – процес руху рідини при заповненні пляшки, предмет досліджень – конструкція дозувально-наповнювального пристрою. Для визначення раціональних конструкційних параметрів системи наповнення пляшок водою в програмі Solidworks Flow Simulation виконано імітаційне моделювання фасування безалкогольної газованої води при різних відстанях від горлечка до юбки. Дослідження базуються на комп'ютерній 3D моделі дозувально-наповнювального пристрою, створеній у програмі Solidworks.

Результати дослідження. Основна суть удосконалення полягає в підвищенні ефективності роботи фасувально-закупорювального агрегату, зокрема заміні конструкції блоку розливу, а саме в підборі оптимальної відстані від верху горлечка до юбки, що впливає на форму потоку води, рівень завихреності та піноутворення.

З метою підвищення ефективності роботи фасувально-закупорювального агрегату для безалкогольних напоїв в програмі Solidworks Flow Simulation досліджено процес наповнення пляшки водою при відстані від верху горлечка до юбки 40 мм та 50 мм; проаналізовано форми потоку води; визначено умови активного піноутворення (рис. 1).



а) б) в)
Рис. 1. Імітаційне моделювання процесу наповнення пляшки водою:
а – геометрична модель наповнювального пристрою;
б – швидкість руху води; в – завихреність потоку

Висновок. На основі проведеного дослідження, в результаті аналізу структури потоку води та рівня його завихреності, а також активності піноутворення рекомендується конструкція фасувального пристрою, у якому відстань від горлечка пляшки до юбки становить 40 мм, що забезпечує ефективність наповнення пляшки газованою водою.

4. Перспективні шляхи удосконалення процесу та обладнання для виробництва ферментованих напоїв на основі чайного гриба

Олег Дятел, Сергій Удодов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У зв'язку із наростаючою тенденцією до збільшення об'єму виробництва ферментованого напою природного походження з лікувально-оздоровчими властивостями «Комбуча» гостро постає питання вдосконалення процесу та обладнання для приготування напою типу «Комбуча» у промислових масштабах.

Матеріали та методи. Об'єкт досліджень – обладнання та процес виробництва напою типу «Комбуча». Метою даної роботи є визначення перспективних напрямків удосконалення об'єкта досліджень на основі проведеного літературно-аналітичного огляду та аналізу стану технологічних та технічних рішень виробництва напоїв типу «Комбуча» з переходом його від малопродуктивного «кустарного» до масштабного виробництва у промислових умовах.

Результати та обговорення. Виробництво ферментованого напою типу «Комбуча» відбувається природнім шляхом та базується на бродінні цукрового розчину на основі чаю за допомогою спеціального грибка (симбіотичної культури спиртових дріжджів та оцтовокислих бактерій). Процес розпочинається з приготування цукрового чайного розчину з використанням чайних листків рослини *Camellia sinensis*. Далі, спиртові дріжджі переробляють цукор на спирт, а оцтовокислі бактерії переробляють спирт на оцтові кислоти. Якісно контролюючи та здійснюючи цей процес можна отримати смачний та поживний кисло-солодкий напій, всесвітньовідомий вже як «Комбуча».

На даний час процес приготування напою типу «Комбуча» є малодослідженим та фактично наближається до домашнього та аматорського його виробництва у досить обмежених об'ємах. Спеціалізованого обладнання для виробництва даного напою в промислових обсягах, на даний момент, немає. В окремих випадках спостерігається пристосування того чи іншого технологічного обладнання, запозиченого із споріднених галузей, де відбувається подібний процес, наприклад, пивоваріння чи квасоваріння. Тому, одним з перспективних шляхів є необхідність розробки спеціалізованого технологічного обладнання саме під проведення даного процесу у промислових масштабах.

Другою фундаментальною проблемою виробництва даних напоїв, незважаючи на подальшу їх фільтрацію та пастеризацію, є короткий термін їх зберігання при температурі не вище +15°C та реалізації – до 30 діб, що суттєво впливає на об'єми виробництва та взагалі ускладнює процес його широкої реалізації через торговельну мережу. Причиною тому є проблема виникнення та подальшого розмноження гриба в уже закупореній пляшці, що викликає у споживача негативну реакцію.

Висновки. Визначено ряд перспективних шляхів удосконалення обладнання та процесу виробництва ферментованого напою типу «Комбуча».

Література

1. Бродильний апарат : пат. 148471 Україна : C12C 13/00. № u202101497 ; заявл. 22.03.2021 ; опубл. 11.08.2021, Бюл. № 32. 4 с.
2. Удодов, С.О. Пивний бізнес / С.О. Удодов // Харчова і переробна промисловість. - 2004. - № 8. - С. 8-9.

5. Охмеління готового пива за допомогою пристрою «Hop rocket»

Максим Колосов, Сергій Удодов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Останнім часом в технології пивоваріння широкої популярності набув спосіб пізнього сухого охмеління (Dry Hopping) – внесення хмелю в готове пиво. Останній здійснюється за допомогою пристрою «Hop rocket». Впровадження даного способу дозволило стрімко розширити асортимент та отримувати напої з неординарним характерним хмелевим смаком і ароматом.

Матеріали та методи: Пристрій «Hop rocket» (рис.1) представляє собою циліндричну ємкість невеликого об'єму. В центральній її частині знаходиться циліндрична перфорована «свічка» (діаметр отворів 0,2 – 0,5 мм), або із щілинами такого ж розміру. До циліндричної частини ємкості тангенційно підведені патрубки, що забезпечують відцентровий рух продукту, що розчиняється, в середині ємкості. Таке виконання запобігає налипанню вже розчинених гранул хмелю на поверхні перфорованої «свічки». Пристрій має насос, оснащений запобіжною арматурою, контролюючими пристроями, CIP форсункою, діоптрами та люком у верхній частині апарату.

Результати дослідження: Спосіб сухого охмеління готового пива полягає у додаванні гранульованого хмелю наприкінці процесу доброджування. В процесі доброджування (дозрівання) пиво знаходиться в апараті під тиском CO₂ від 1 до 1,5 бар та температурі від 1 до 4 °C. Пристрій «Hop rocket» дає можливість задати хміль без порушення режимів дозрівання напою.

Принцип роботи пристрою полягає в наступному. Бродильний апарат під'єднується до насоса пристрою. Через люк у верхній частині пристрою засипається потрібна кількість гранул хмелю. Перфорована «свічка» через центральний отвір з'єднана з вихідним патрубком. Останній під'єднано до бродильного апарата за допомогою шланга. Ємкість пристрою «Hop rocket» заповнюється CO₂ до рівня тиску в бродильному апараті. Після чого вмикається насос і починається по чергово процес вимивання з гранульованого хмелю потрібних речовин – ароматичних смол і α – та β – кислот спочатку із нижнього, потім середнього та верхнього рівнів рідини в ємкості пристрою.

Процес триває 2 – 6 годин в залежності від якісних показників хмелю, температури і степені насичення продукту.

Використання пристрою «Hop rocket», на відміну від вже відомих способів холодного сухого охмеління пива, що передбачають, наприклад, додавання хмелю в кінці процесу головного бродіння або використання додаткового ЦКБА для перекачування туди готового пива і додавання хмелю безпосередньо в бродильний апарат, має свої вагомі переваги: контрольована ступінь охмеління; запобігання появи дефектів смаку в результаті тривалого перебування хмелю в ЦКБА; запобігання процесу окислення пива; доосадження дріжджових клітин за рахунок створення фільтраційного прошарку хмелю; запобігання колоїдного помутніння; зменшуються втрати цільового продукту від скидання відпрацьованого хмелю з апарату.

Висновки: В процесі сухого охмеління готове пиво інтенсивне насичується ефірними маслами та кислотами, що віддає гранульований хміль. Таким чином, значно підвищується стійкість пива, та покращуються його смакові і ароматичні характеристики.



Рис. 1. Пристрій
Hop Rocket

6. Розробка кондукторного пристрою для свердління та зенкування отворів в циліндричній заготовці

Іван Тимченко, Юрій Бойко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мета роботи – розробити кондукторний пристрій для вдосконалення технологічного процесу свердління та полегшення даного виробничої операції.

Матеріали і методи. Об'єкт дослідження – пристрій (кондуктор) для закріплення і вивірка заготовки відносно інструмента – свердла.

Результати і обговорення. Кондуктор для свердління був виготовлений зі сталі 40Х для забезпечення підвищеної міцності і довговічності.

Зовнішній вигляд кондуктора наведена на рис. 1.

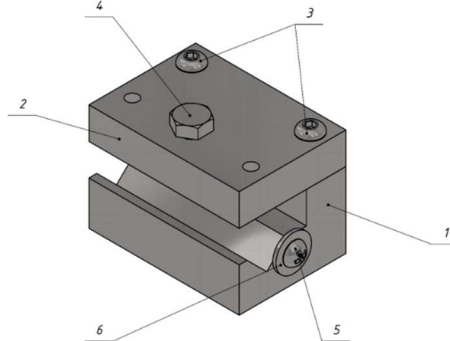


Рис. 1. Зовнішній вигляд кондуктора: 1 – базова деталь, 2 – кришка, 3 – гвинти, 4 – затискний болт, 5 – гвинт закріплення упору, 6 – шайба-упор.

Кондуктор складається з семи деталей, п'ять з яких є типовими. До базової деталі 1 двома гвинтами 3 кріпиться кришка. В кришці передбачено два направляючі отвори $\varnothing 3$, через які буде проходити свердло під час виконання технологічної операції. Між цими отворами встановлений затискний болт 4, за допомогою якого заготовка фіксується у кондукторі. Для точного позиціонування деталі по довжині передбачено упор, який складається з шайби 6 і гвинта 5.

Після виготовлення кондуктора, його було перевірено на точність свердління та розташування отворів в деталі вісь для перевірки якості обробки заготовки.

Як показали заміри відстань між отворами рівна 26,95 мм з урахуванням двох радіусів отворів становить 29,95 мм – є допустимим відхиленням від номінального розміру 30 мм. Діаметр отвору становить 2,96 мм, відхилення у 0,04 мм від номіналу згідно технічних вимог кресленик.

Висновки. Проведено аналіз існуючих методів свердління, виявлено їхні переваги та недоліки, а також визначено вимоги до точності та продуктивності виробничих процесів. Результати дослідження підтверджують необхідність впровадження технологічного рішення для покращення якості та швидкості свердління отворів в деталі вісь. Розроблений кондукторний пристрій є перспективним напрямком для досягнення цих цілей, сприяючи оптимізації виробничого процесу.

Література

Бойко Ю.І., Литвиненко О.А. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навч. посіб. – К.: НУХТ, 2018. – 285 с.

7. Вплив режимів різання на точність отриманих отворів

Ярослав Погорелов, Юрій Бойко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою роботи є розробка технологічного маршруту виготовлення виробу з використанням CAD/ CAM системи програми Creo Parametric, оцінювання та підбір оптимальних режимів різання, виготовлення на токарного центру з ЧПК HAAS SL10THE та впровадження технології виготовлення деталі у виробництво.

Матеріали і методи. Об'єкт дослідження – інструмент, розточний різець, для високошвидкісного обробітку отвору в штифту плаваючому. Режими різання для розточування призначаються за рекомендаціями виробника інструменту. Розточування отвору виконувалось різцем фірми "Sandvik-A20S-STFCR 11-RB1- GroTurn 107".

Результати. Під час розточування заданого отвору нам не вдалося досягти заданих технічних вимог до отвору, а саме циліндричності в 0,02 мм використовуючи при цьому весь діапазон режимів різання рекомендованих виробником для змінних пластин «TCMT090204-UM» та отриманого в процесі розрахунків. Особливо при проходженні різцем відстань більшу за три діаметра оброблювального елемента виникали підвищені вібрації, які відображав потенціометр верстата, що відображалось погіршенням шорсткості поверхні отвору та його циліндричності, яка контролювалась мікрометром Mahr точність якого 0,005 мм. Дані експериментальних досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні дані режимів різання

№ дослідження	Оберти шпинделя N, об/хв	Глибина різання t, мм на сторону	Подача s, мм/об	Значення потенціометра, мкм/с	Відхилення циліндричності, мм
1	1800	0,4	0,1	3,6	0,04
2	1900	0,4	0,1	3	0,03
3	2000	0,4	0,1	3,5	0,04
4	1900	0,3	0,1	3,8	0,04
5	1900	0,4	0,1	4	0,04
6	1900	0,5	0,1	4,8	0,05
7	1800	0,4	0,05	6	0,05
8	1900	0,4	0,1	7,2	0,06
9	2000	0,4	0,12	8	0,07

При подальшому вирішенні даної проблеми із літературних джерел було запропоновано, що вібрації, під час оброблювання матеріалу, можна зменшувати шляхом зміни швидкості обертання деталі в певному проміжку часу. Для досягнення точності отвору по IT7 було прийнято рішення дослідити вплив зміни швидкості обертання заготовки від 1800 до 2000 об/хв в інтервалі часу від 1 до 7 с на параметри вібрації технічної системи.

Висновок. 1. Показано, що використання сучасного програмного забезпечення на базі пакету програм Siemens NX для виготовлення деталей є перспективним напрямком в машинобудівному виробництві. Розглянуто програмне забезпечення в системі Siemens NX і його переваги, при якому забезпечується більш повна візуалізація техпроцесу, програма більш функціональна, дозволяє швидко корегувати режими різання. 2. Досліджено вплив режимів різання на обробку глибоких отворів з використанням антивібраційних різців фірми Sandvik-A20S-STFCR-S 11-21-RB2-SilentTools 107. 3. Показано, що підбір оптимальних режимів різання з використанням частоти обертання в діапазоні N = 1800 до 2000 об/хв за проміжок часу «розгону гальмування» дозволяє за рахунок зменшення вібрації підвищити точність обробки і досягти високої якості поверхні.

8. Імітаційне моделювання процесу перемішування компонентів фармацевтичних засобів у реакторах

Максим Грібанов, Юрій Доламакін, Олена Бабанова
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Найбільш складною і відповідальною ділянкою біотехнологічного виробництва є стадія біосинтезу, метою якого є отримання максимальної кількості цільового продукту у межах генетично детермінованих властивостей біологічних агентів, за рахунок оптимізації факторів фонового штучно створеного оточуючого середовища.

Матеріали і методи. За допомогою імітаційного моделювання дослідити гідродинаміку реакційної маси у реакторі-змішувачі та надати рекомендації по його конструкції.

Результати і обговорення. На сьогоднішній день відсутня узагальнена система вибору ферментаційного обладнання для ведення високо індивідуальних біотехнологічних процесів. Для вибору використовують власний досвід або досвід існуючих виробництв, як правило використовують апробовані типові технологічні рішення.

Глибинне культивування біологічних агентів є найбільш поширеним способом, який використовується в біотехнології для отримання мікробних мас та біологічно активних речовин. Ферментери для глибинного культивування дозволяють найбільш ефективно створювати оптимальні умови в оточуючому біологічні агенти просто для реалізації їх потенціальних властивостей.

При виробництві реакційних мас головну роль відіграє апарат в якому відбувається процес змішування – реактор. При виборі реактора виходячи з вимог до оптимального роботи було обрано циліндричний реактор з еліптичним днищем та кришкою, приводом із вертикальним валом та перемішуючим пристроєм, а також оболонка для підігріву суміші та підтримання сталої температури всередині

Дослідження за допомогою комп'ютерного моделювання дозволили візуально встановити основні закономірності руху реакційної маси залежно від конструкції перемішуючого пристрою.

При порівнянні руху маси з різними перемішуючими пристроями можемо побачити суттєву перевагу модернізованого, як по зменшенню застійних зон, так і по зменшенню часу для повної однорідності структури середовища у реакторі.

Так для модернізованого перемішуючого пристрою час перемішування складає 400 с, а для стандартного 1200.

У свою чергу це може нам дати інформацію про те що за однаковий проміжок часу роботи перемішуючих пристроїв однорідність середовища у реакторі з модернізованим перемішуючим пристроєм суттєво краща, ніж при використанні стандартного рішення у вигляді якірної конструкції.

Висновки. Таким чином, модернізація заводів з виробництва реакційних мас шляхом встановлення якірних мішалок з лопатями, які встановлюються під кутом над основним робочим органом дає певні переваги. Внаслідок модернізації процес перемішування посилюється.

9. Удосконалення пристрою для теплового оброблення ковбасних виробів

Назарій Магеровський, Олена Бабанова, Сергій Беседа, Ігор Бабанов
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пристрій для теплового оброблення ковбасних виробів відноситься до обладнання м'ясної промисловості і може використовуватися при виробництві м'ясопродуктів, в тому числі, ковбасних виробів.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є удосконалення пристрою для теплового оброблення ковбасних виробів.

Результати і обговорення. Відомий пристрій для теплового оброблення ковбасних виробів, що містить теплоізольовану камеру з системою підготовки робочої суміші, яка включає осьові вентилятори, калорифери, нагнітаючі повітроводи, які розташовані вздовж бокових стінок камери, димоходи, повітроводи для відводу робочої суміші, а також рами з продуктом, має ряд недоліків.

Недолік відомого пристрою полягає в незначній інтенсивності процесу теплового оброблення ковбасних виробів внаслідок нерівномірності розподілення повітряної або димоповітряної суміші в поперечному перерізі камери.

Удосконалення полягає в встановленні системи пульсуючого розподілу повітря для зменшення кратності повітрообміну і питомого повітряного навантаження за рахунок чого підвищується рівномірність розподілення повітряної та димоповітряної суміші в камері і зменшуються енерговитрати на оброблення.

За рахунок встановлення системи пульсуючого повітророзподілу, яка складається з вентилятора, механізму перемикання повітряної та димоповітряної суміші в повітропроводи, зменшується кратність повітрообміну і питомого повітряного навантаження за рахунок чого підвищується рівномірність розподілення повітряної та димоповітряної суміші в камері і зменшуються енерговитрати на оброблення ковбасних виробів. Робота пристрою для теплового оброблення ковбасних виробів здійснюється наступним чином. Удосконалений пристрій дає змогу виконувати послідовне оброблення ковбасних виробів в режимах підсушування, копчення, варіння та охолодження.

Повітряна та димоповітряна суміш вентилятором подається в систему пульсуючого повітророзподілу. Механізм перемикання повітряної та димоповітряної суміші забезпечує її подачу по чергові, відкриваючи шибери, створюючи таким чином пульсуючі припливні струмені, які подаються через повітропроводи з калориферами в зону розміщення продукту. Забір відпрацьованої суміші відбувається постійно.

Висновки. Таким чином зпроектована дослідна установка для теплового оброблення ковбасних виробів дозволяє зменшити кратність повітрообміну і питомого повітряного навантаження за рахунок чого підвищується рівномірність розподілення повітряної та димоповітряної суміші в камері і зменшуються енерговитрати на оброблення.

Література

1. Пристрій для теплової обробки ковбасних виробів Бабанов І.Г., Беседа С.Д. Патент на корисну модель № 89046, 2014 Україна МПК А22С11/00, опубл. 10.04.2014, бюл. № 7.
2. Бабанова О.І., Беседа С.Д. Обґрунтування вдосконалення конструкції пристрою для теплового оброблення ковбасних виробів. Програма та тези матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі», 18 жовтня 2022 р., м. Київ.–К.:НУХТ, 2022 р. – с. 112-113.

10. Дослідження конструкції агрегату для приготування та оброблення тіста для виробництва багетів

Данило Собачко, Юлія Теличкун, Віталій Рачок, Володимир Теличкун
Національний університет харчових технологій (НУХТ), м.Київ Україна

Вступ. Інтенсифікація процесу замішування тіста сприяє прискоренню процесу приготування та дозрівання тіста, що дозволяє вплинути на його структуру та фізико-хімічні показники, покращенню якості готових хлібобулочних виробів.

Матеріали і методи. Для розроблення конструкції агрегату та імітаційного моделювання нами використаний програмний комплекс SOLIDWORK

Результати та обговорення. Запропонована конструкція (рис.1) дозволяє здійснювати інтенсивний процес замішування тіста з відповідними структурно-механічними властивостями, бродіння тістової маси для накопичення вуглекислого газу в кількості, достатній для розпушення тістових заготовок та формування розпушених заготовок, готових до випікання.

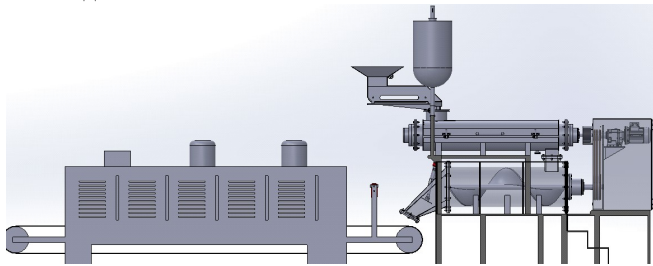


Рис.1. Змішувально-бродильноформувальний агрегат з дозувальним механізмом

За результатами імітаційного моделювання нами використаний програмний комплекс SOLIDWORKS рис.2.

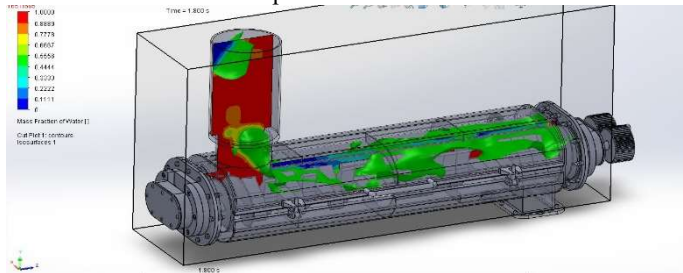


Рис. 2. Моделювання течії пшеничного тіста в камері попереднього змішування та основній камері

Змішувальна частина складається з двох основних камер: попереднього змішування, де відбувається перша стадія процесу – змішування компонентів за рахунок розпилення сипких та диспергування рідких компонентів, що сприяє рівномірному розподіленню компонентів суміші, та камери замішування, де завершується перша та відбуваються друга та третя стадії процесу.

З камери замішування тісто потрапляє в ємність для бродіння об'єм якої заповнюється за час потрібний для перебування в ній тіста для накопичення вуглекислого газу, який забезпечить розпушення тістових заготовок перед перед випіканням. Після виброджування тісто проходить через формувальні отвори матриці і екструджується на під печі.

Висновки. Розроблення та впровадження у виробництво змішувально-бродильно-формувального агрегату дозволить виконувати всі операції тістототування та оброблення тістових заготовок в одному агрегаті; замінивши велику кількість різноманітних машин для замішування та оброблення тіста.

11. Вплив маси і форми виробу на процес вакуумного охолодження хлібобулочних виробів

Дмитро Іващенко, Володимир Теличкун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Використання вакууму для охолодження хлібобулочних виробів є сучасним і ефективним заходом, спрямованим на значне скорочення процесу охолодження та тривалості виробництва в цілому.

Режим вакуумування впливає не тільки на швидкість процесу охолодження але і на якість готових виробів. Швидке зниження тиску в камері викликає руйнування виробів внаслідок інтенсивного випаровування вологи та створення надмірного тиску. В свою чергу величина тиску залежить від пропускної здатності скоринки та розмірів поверхні виробу.

Форма та маса виробів впливають на тривалість і характер протікання теплообмінних процесів не тільки під час випікання, але й не в меншій мірі під час охолодження готових виробів. Визначальним є співвідношення між величиною поверхні та об'ємом хліба для збереження його якості за вакуумного охолодження.

Матеріали та методи. Дослідження впливу маси та форми виробу на процес вакуумного охолодження готових хлібобулочних виробів проводили методом обчислювального експерименту. Для дослідження вибрали найбільш характерні форми виробів наближені до кулі (подові), циліндра (батоноподібні), кубу (формовий). Зразки вибрали за об'ємом 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 дм³, що відповідає масі зразків продукції, які виробляються промисловістю. Відповідно розраховували величину поверхні зразків та визначали співвідношення між величиною поверхні та об'ємом.

Результати та обговорення. За результатами розрахунків отримано залежність величини поверхні S зразків, об'єму V і відповідно відношення поверхні до об'єму S/V від маси виробів. Аналіз результатів показав, що найменші значення S/V для кулі, що вимагає більш жорстких режимів вакуумування, відповідно вимагатиме більше часу на процес охолодження за умови збереження якості виробів. Відповідну залежність отримали для виробів більшого об'єму для всіх форм виробу.

Для всіх форм виробів за збільшення маси виробу відношення поверхні до об'єму зменшується, що викликає збільшення тиску в об'ємі виробу та вимагає зменшення інтенсивності зміни тиску в робочій камері.

Висновок. Визначено залежність співвідношення величини поверхні до об'єму для виробів в діапазоні від 0,1 до 2,0 дм³. Найменше значення отримано для кулі.

Отримані результати використано для розрахунків режимів вакуумного охолодження хліба.

Література

1. Fellows P. (2020), Food processing technology. Principles and Practice. Second Edition, CRC Press.
2. Lelieveld H., Holah J., Gabrić D. (2016), Handbook of Hygiene Control in the Food Industry (Second Edition), Elsevier.

12. Використання вторинних енергоресурсів у хлібопекарській промисловості для підвищення ефективності виробництва

Олександр Козак, Юлія Теличкун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На кожному підприємстві у будь-якій галузі є теоретично обґрунтований рівень споживання енергії – це межа до якої може бути знижено втрати енергії за ідеальних умов на виробництві, яка відповідає певному рівню технічного оснащення галузі.

Хлібопекарські печі є основним обладнанням кожного хлібозаводу. В витратах тепла на хлібозаводі від 40 до 50% енергоресурсів витрачається на хлібопекарські печі та 20–30% – для зволоження середовища пекарної камери, тому витрати палива на хлібозаводі дуже сильно залежать від роботи хлібопекарських печей. значна кількість тепла на хлібопекарських підприємствах затрачають на виробництво пари, котра використовується на технологічний процес гіротермічної обробки тістових заготовок в печах при випіканні більшості хлібобулочних виробів. В умовах сучасного виробництва одним із основних завдань є підвищення ефективності використання вторинних енергоресурсів. Для вирішення цього питання широкого застосування знайшла пара повторного використання, що дає змогу застосувати потенціал вторинних енергоресурсів та зменшити витрати на виробництві, тим самим зменшивши собівартість готової продукції.

Матеріали та методи. У рамках дослідження використано тунельні хлібопекарські печі як об'єкт дослідження. Під час проведення експерименту використовувалася пара що виходила з середовища пекарної камери. Цей метод полягає в збереженні та подальшому використанні пари, що йде на зволоження тістових заготовок та утворюється під час випікання хліба. Такий підхід дозволяє оптимізувати енергетичні процеси на підприємствах хлібопекарської промисловості та знизити їхню залежність від первинних енергоресурсів.

Результати та обговорення. Застосування пари повторного використання є ефективним способом оптимізації енергетичних процесів у виробництві. Цей метод дозволяє повторно використовувати тепло, яке утворюється під час процесу випікання. Повторне використання пари дозволяє зменшити загальні витрати на енергію, яка використовується у виробництві, та відповідно знизити собівартість готової продукції. Крім того, це сприяє підвищенню ефективності використання енергоресурсів, оскільки дозволяє ефективніше використовувати теплову енергію, що вже була витрачена у процесі виробництва. Такий підхід сприяє збільшенню конкурентоспроможності підприємства на ринку та сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля шляхом зменшення викидів шкідливих речовин.

Висновок. Впровадження технології повторного використання пари в хлібопекарській промисловості може мати значний позитивний вплив на виробництво: сприяти оптимізації процесу виробництва хліба, зменшити залежність від первинних джерел енергії та знизити витрати на виробництво, підвищить конкурентоспроможність підприємства, та створити більш стабільну та ефективну систему виробництва в цілому.

13. Внутрішнє повітря у XXI столітті: нові вимоги

Андрій Лисяк, Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій

Вступ. Якість внутрішнього повітря приділяють досить багато уваги. Вентиляція та кондиціонування в деяких випадках просто рятують людей у приміщеннях, особливо у умовах із надмірним виділенням тепла.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є внутрішня вентиляція приміщень.

Результати і обговорення. З постійним розвитком технологій системи кондиціонування постійно вдосконалюються, і люди, які раніше добре сприймали якість внутрішнього повітря, починають висувати нові вимоги.

Таким чином, у XXI столітті люди хочуть дихати повітрям не просто добрим, а скоріше повітрям відмінної якості. Фахівці та науковці, які займаються розробками у сфері вентиляції та кондиціонування, вже сформували основні параметри відмінного мікроклімату приміщень: чим вища якість внутрішнього повітря, тим вища працездатність людей і менше шансів виникнення симптому «нездорової будівлі»; необхідно усувати всі джерела, які забруднюють внутрішнє повітря; повітря в приміщенні, де знаходяться люди, повинно бути прохолодним і сухим; свіже повітря має подаватися з урахуванням індивідуальних потреб, м'яко, поблизу дихальних органів людини; повинна існувати можливість керування всіма параметрами вентиляції та кондиціонування у будівлі.

У багатьох країнах проводилися різноманітні дослідження, результати яких свідчать, що якість внутрішнього повітря безпосередньо впливає працездатність співробітників. У ході експериментів службовці, які виконували ту саму роботу, перебували в приміщеннях з різним рівнем якості внутрішнього повітря. У тих приміщеннях, де знаходилося невидиме джерело забруднення, спостерігалася нижча працездатність і службовці частіше робили помилки у роботі. Такі дослідження проводилися у різний час та у різних європейських країнах; результати були схожими у всіх випадках.

Також в приміщеннях з гарною якістю внутрішнього повітря відзначається менша кількість прогулів, співробітники працюють швидше та рідше хворіють. Безперечно, що дуже позитивно на людей впливає кондиціонування, але при цьому варто не забувати і про якість повітря в цілому. Покращуючи середні параметри мікроклімату офісних приміщень, продуктивність можна збільшити до 15 %.

Важливим сучасним фактором правильної організації системи вентиляції є подача повітря саме туди, де вона потрібна. Середнє значення зовнішнього повітря, що подається вентиляцією, становить 10 л/с на людину, але фактичне його споживання організмом - тільки 1 %. Завдання сучасної вентиляції полягає в тому, щоб подавати чисте, свіже та прохолодне повітря безпосередньо до дихальних шляхів людини.

Для забезпечення індивідуальної вентиляції використовують спеціальні переносні вентиляційні отвори на робочому столі.

Висновки. Таким чином, якість внутрішнього повітря в багатьох приміщеннях знаходиться на незадовільному або середньому рівні, чим викликає невдоволення працівників. Скарги виникають навіть у тих випадках, коли дотримуються всіх норм. Тому в найближчому майбутньому фахівцям варто змістити акценти та пріоритети для того, щоб внутрішнє повітря було відмінної якості.

Література

Бабанов І., Бабанова О. Загальні відомості про системи вентиляції і кондиціонування виробничих приміщень фармацевтичних підприємств / 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. – 64 с.

14. Розробка дослідної установки для охолодження зефіру

Олена Бабанова¹, Андрій Шевченко², Світлана Прасол², Олександр Демченко²

1 – Національний університет харчових технологій

2 – Державний біотехнологічний університет

Вступ. Останнім часом в техніці охолодження стали застосовуватись методи променистого тепловідведення, тобто радіаційне охолодження (РО). РО дозволяє скоротити тривалість та покращити якість виробів, оскільки тепловіддача додатково відбувається ультрадовгими хвилями з усієї маси матеріалу.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є зефір. У роботі використовували лабораторну установку для дослідження процесів охолодження зефіру. Температуру визначали термометрами та тепловізором, відносну вологість – електронним психрометром. Швидкість повітря заміряли електронним анемометром.

Результати і обговорення. За визначенням радіаційне охолодження – це спосіб охолодження, заснований на передачі теплоти у навколишнє середовище у вигляді інфрачервоного випромінювання, яке можна використовувати для відведення теплоти конденсації та переохолодження.

Для вивчення найбільш ефективного способу штучного охолодження зефіру була створена спеціальна дослідна установка, що представляє собою тунель довжиною 18 метрів, обшитий зсередини і зовні нержавіючими листами товщиною 0,8 мм. Між нержавіючими листами встановлений утеплювач-пінопласт з гідроізоляцією. Тунель складається з 9 секцій, між секціями є перегородки з вигином для напрямку повітря під кутом до зефіру.

Для РО всередині тунелю під листом нержавіючого листа, по якому за щільного контакту рухається конвеєрна стрічка, встановлені нержавіючі трубки по яких циркулює пропіленглюколь або розсіл для РО зефіру. Встановлені охолоджувачі повітря в холодильному тунелі можуть завдяки різьбовим шпилькам і гнучким з'єднанням з фреоновими трубками регулюватися по висоті, що дає можливість підібрати оптимальну відстань між повітроохолоджувачами і зефіром в ході дослідів. Холодильна установка та охолоджувачі повітря мають централізований пульт управління із загальним контролером, який контролює параметри показань температури та вологості в кожній секції тунелю для структуроутворення зефіру. Конвеєрна стрічка, на яку безперервно подається зефір, має автоматичний пристрій миття від налиплих залишків зефірної маси. Зворотний хід конвеєрної стрічки проходить у нижньому каналі холодильного тунелю, для того щоб, пройшовши зворотний шлях, стрічка мала температуру не вище температури в самій камері. Це збільшить ККД радіаційного охолодження зефірних заготовок.

Висновки. Таким чином, при радіаційному охолодженні зефіру відведення тепла відбувається не тільки через поверхню, а й через внутрішні шари продукту, що підтверджує високу теплопровідність зефіру ультрадовгими інфрачервоними променями, що проникають всередину.

Література

О. І. Бабанова, В. О. Демченко, С. В. Прасол, А. О. Шевченко Дослідження та визначення раціональних режимів охолодження для прискорення процесу структуроутворення зефіру, Програма та тези матеріалів XI Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції», 8 листопада 2022 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2022 р. – с 202-204.

15. Удосконалення конструкції циліндричного маслоутворювача

Олена Бабанова, Сергій Беседа, Ігор Бабанов

Національний університет харчових технологій

Вступ. Підприємства молочної промисловості випускають широкий асортимент різних видів вершкового масла – традиційного складу, з комбінованою жировою фазою та низькою жирністю. Технологічне устаткування виробництва вершкового масла повинне забезпечувати отримання масла високої якості незалежно від особливостей технології виробництва.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є обладнання для виробництва вершкового масла, а саме конструкція циліндричного маслоутворювача. Метою є удосконалення конструкції циліндричного маслоутворювача для підвищення продуктивності та інтенсифікації теплообміну.

Результати і обговорення. У технологічних лініях виробництва вершкового масла безперервним методом перетворення високожирних вершків відбувається в циліндричних маслоутворювачах різних конструкцій.

Циліндричний маслоутворювач призначений для виробництва всіх видів вершкового масла методом перетворення високожирних вершків, а також для отримання спредів методом переохолодження емульсії.

Удосконалення такого маслоутворювача необхідна у зв'язку з низькою причин: низька продуктивність праці, мала рентабельність виробництва масла, інтенсивне зношування деталей і вузлів внутрішнього барабана, постійне зменшення ефективності експлуатації апарату, а також для підвищення продуктивності маслоутворювача та інтенсифікації тепло-масообміну.

Удосконалення циліндричного маслоутворювача передбачає заміну матеріалу, з якого виготовляються наконечники скребків та проведення термообробки поверхні внутрішнього циліндра витиснювального барабана маслоутворювача.

В результаті запропонованого удосконалення циліндричного маслоутворювача можна зробити висновки, що при застосуванні в роботі зміненої пари (скребки – циліндр) сталь 40Х13 – циліндр 12Х18Н10Т ХТВ24 – підвищилася інтенсивність теплообміну на 20...25 %, при цьому вихідна продуктивність збільшилася на 5...10 %, а також зросла надійність роботи робочої пари.

Тривалість роботи скребків із сталі 40Х13 у порівнянні з «Поліамідом – 68» збільшилась у 6 разів.

Підвищилася інтенсивність теплообміну за рахунок охолодження продукту в тонкому шарі, зросли техніко-економічні показники роботи технологічної лінії, а саме підвищилася продуктивність, знизилася виробничі та енерговитрати.

Висновки. Таким чином, було здійснено удосконалення конструкції, а саме заміна матеріалу з якого виготовлені скребки та проведена термообробка внутрішньої поверхні витиснювального барабана. В результаті цієї зміни охолодження продукту відбувається у тонкому шарі.

Література

1. Інноваційне обладнання молокопереробних підприємств [Текст] : підручник / І. Г. Бабанов, О. М. Гавва, О. І. Бабанова та ін. ; Нац. ун-т харч. технолог. — Київ : Інкос, 2019. — 718 с. — ISBN 978-617-598-127-6.
2. Закревський А. Модернізація масловиготовлювача періодичної дії циліндричної форми / А. Закревський, І. Бабанов, О. Бабанова // Матеріали 84-ї 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. 52.
3. Бабанов І. Г. Удосконалення обладнання для виробництва вершкового масла в масловиготовлювачі періодичної дії / І. Г. Бабанов, О. І. Бабанова, А. І. Закревський // Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності: Матеріали VII Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 13 вересня 2018 р. – К. : НУХТ, 2018. – С. 96.

16. Основні умови перевірки й чищення систем вентиляції на підприємствах

Ярослав Кутняк, Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій

Вступ. Встановити систему вентиляції в приміщенні на підприємстві ще не означає, що питання назавжди вирішене, і можна забути про неякісне повітря. Як часто Ви замислюєтеся про чищення цієї системи? Чи знаєте Ви, що з вентиляції в кімнату може надходити величезна кількість пилу, бактерій та вогкості, якщо її не чистити? Як часто потрібно чистити вентиляцію? 40% бруду та бактерій потрапляють у приміщення саме через систему вентиляції, якщо не проводити її своєчасне очищення.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є системи вентиляції на підприємствах.

Результати і обговорення. Повітропроводи та повітряні канали повинні забезпечувати проходження нормативної кількості повітря, і весь об'єм повітря в приміщенні повинен змінюватися на новий кожну годину. При сильній забрудненості повітроводів це стане нереальним, оскільки шар бруду зменшує кількість повітря, яке може проходити системою.

Згодом шар пилу, грязьових відкладень, зовнішнє сміття, жир або виробничі забруднення відкладаються дедалі товстішим шаром у вентиляційних каналах. Це веде до розвитку та поширення хвороботворних мікробів, бактерій, комах або кліщів, що абсолютно неприпустимо, особливо у житлових приміщеннях. У системах механічної вентиляції по засмічених каналах віруси та мікроби можуть поширюватися по всіх приміщеннях, що відразу позначається на працездатності та самопочутті багатьох людей. Особливо варто відзначити, що запиленість вентканалів систем відразу збільшує можливість виникнення і поширення пожежі, незважаючи на встановлені спеціальні клапани, що затримують вогонь.

Вентиляція може бути забруднена з різних причин, від чого залежить, яким способом потрібно очищати ту чи іншу систему, які засоби застосовувати. Ось список основних видів забруднення: звичайний пил та бруд з вулиці/інших приміщень, що осідає у повітроводі або на фільтрі; цвіль і грибок, водяний наліт - утворюються при переміщенні в повітроводі вологого повітря, або при конденсації вологи всередині повітроводу через перепади температури; іржа та її відкладення – виникають через вологи, і здатні з часом привести повітропроводи/устаткування до виходу з ладу, або утворення щілин.

Для визначення якості природної вентиляції спеціалісти використовують спеціальні прилади – анемометри, що показують швидкість руху повітря на вході у витяжний вентиляційний канал. Вимірявши площу перерізу каналу і враховуючи виміряну швидкість, вираховують, скільки повітря проходить через канал в одиницю часу, потім порівнюють отриманий результат з допустимими нормами. Тонкість у тому, що все так просто, як здається. Відповідність нормам перевіряється з урахуванням поточних атмосферних та кліматичних умов.

У систем механічної вентиляції перевіряються та порівнюються реальні та розрахункові параметри, які були передбачені проектом. Така система повинна забезпечувати проектну витрату повітря, кратність повітрообміну, температуру, швидкість і чистоту повітря відповідно до технічної документації на систему. Також перевіряються стан повітроводів, чистота решіток, фільтрів, клапанів та лопаток вентиляторів, теплообмінників, стан електроуправління, приводів та дренажної системи.

Висновки. Таким чином, вентиляція на підприємстві, якщо вона вчасно обслуговується, гарантує здорові умови життєдіяльності людей. Своєчасна планова перевірка вентиляції забезпечить чисте повітря та здоров'я працівників. Систематичний контроль, чищення та дезінфекція системи примусової вентиляції – неодмінні та необхідні заходи для безвідмовної роботи та тривалої продуктивної роботи обладнання. Тільки дотримуючись вимог щодо комплексного обслуговування системи вентиляції можна забезпечити її 100 % продуктивність та ефективність.

Література

О.І. Бабанова, Ю.Ю. Доломакін, В.В. Ковбасенко Система підготовки повітря для підприємств фармацевтичної галузі при виробництві стерильної та нестерильної продукції / Програма та тези матеріалів IX-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції» 09-10 листопада 2021 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2021 р. – с. 35-37.

17. Особливості організації систем вентиляції повітря на фармацевтичних підприємствах України

Максим Касинюк, Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій

Вступ. Останнім часом якість лікарських засобів і медичних препаратів на фармацевтичних підприємствах контролюється не шляхом аналізу вибірових зразків, як це було прийнято раніше, а відповідно до стандартів GMP. Зокрема, здійснюється безперервний моніторинг умов виробництва і зберігання інгредієнтів і готової фармацевтичної продукції. Особлива увага приділяється контролю роботи вентиляційної системи фармацевтичних підприємств, відхилення в якій можуть призводити до погіршення якості продукції і зупинки виробничого циклу.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є системи вентиляції фармацевтичних підприємств.

Результати і обговорення. Вентиляція фармацевтичних підприємств забезпечує багатоступеневу фільтрацію повітря в приміщеннях, віднесених до категорії «чистих» – у зоні «А», стерильних зонах, герметичних шлюзових камерах, камерах приготування порошків, вагових і розпаковувальних кабінах та ін. Також вентиляційна система очищає повітря від шкідливих парів і газів, що виділяються під час технологічного процесу. Тим самим, забезпечується безпека роботи персоналу, дотримання санітарних норм і норм охорони праці. Крім того, нормалізація температурного режиму і подача свіжого повітря на робочі ділянки сприяє зниженню рівня втоми і підвищенню концентрації уваги персоналу. Важливою функцією вентиляції на фармацевтичних підприємствах, особливо у разі їх розташування в житловій зоні, є очищення відпрацьованих повітряних мас перед їх викидом в навколишнє середовище. Особливості організації вентиляції стерильні зони повинні відділятися від інших зон ламінарними повітряними потоками. Оптимальна подача повітря-через стелю, відведення-через підлогу. Для забезпечення стерильності обладнання повинно працювати цілодобово, що необхідно враховувати при його підборі. При облаштуванні вентиляції фармацевтичного підприємства повинні застосовуватися системи автоматизованого управління, крім температурних датчиків, які мають також датчики, контролюючі перепад тиску на фільтрах. Використання електричних вузлів обладнання у вибухобезпечному виконанні обумовлюється застосуванням у фармацевтичному виробництві розчинників. Для запобігання попадання пилу в «чисті» приміщення кратність припливу в 2 рази повинна перевищувати кратність витяжки. Каскадне убування надлишкового тиску виключає ймовірність повернення відпрацьованого повітря.

Висновки. Таким чином, для економії ресурсів та підвищення рівня чистоти на фармацевтичних підприємствах застосовують регулятори змінного і постійного потоку повітря які встановлюються перед фільтрами. Таке рішення дозволяє істотно знизити витрати на електроенергію, підігрів і охолодження повітря. Також з метою економії електроенергії необхідно передбачити можливість обертання вентиляторів з керованою швидкістю. Приміром, під час простою виробництва швидкість обертання припливних вентиляторів можна скоротити втричі.

Література

О.І. Бабанова, Ю.Ю. Доломакін, В.В. Ковбасенко Система підготовки повітря для підприємств фармацевтичної галузі при виробництві стерильної та нестерильної продукції / Програма та тези матеріалів IX-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції» 09-10 листопада 2021 р., м. Київ. – К.: НУХТ, 2021 р. – с. 35-37.

18. Удосконалення обладнання для дезодорації та тонкого подрібнення шлунків забійних тварин

Олена Бабанова¹, Ігор Бабанов¹, Андрій Шевченко²

1 – Національний університет харчових технологій

2 – Державний біотехнологічний університет

Вступ. Машина для дезодорації та тонкого подрібнення шлунків забійних тварин відноситься до обладнання м'ясопереробної промисловості і може використовуватися при виробництві м'ясопродуктів, в тому числі для дезодорації та варіння шлунків забійних тварин.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є удосконалення машини для дезодорації та тонкого подрібнення шлунків забійних тварин.

Результати і обговорення. Відома машина для дезодорації і варіння шлунків забійних тварин, містить ємність і джерела підводу дезодоруючого розчину та нагріву та перфоровані трубки, кожна з яких має патрубки для одночасного підключення їх до джерел підводу дезодоруючого розчину і нагріву, перемішувальний пристрій, підпорний шнек, а також в нижній частині ємності розташована перфорована решітка для зливу розчину та пароварочна камера для остаточного проварювання.

Недолік відомої машини полягає в незначній інтенсивності процесу та тривалості теплового оброблення шлунків.

Удосконалення машини для дезодорації та варіння шлунків забійних тварин полягає в підвищенні рівномірності розподілення дезодоруючого розчину в ємності та зменшення тривалості остаточного оброблення сировини та зниженні енерговитрат. Удосконалення машини полягало в встановленні перфорованих трубок з отворами прямокутної форми для більш рівномірного розподілення дезодоруючого розчину та додаткової камери з серповидними ножами для тонкого подрібнення сировини

Удосконалена машина дає змогу виконувати послідовне оброблення сировини в режимах дезодорації, варіння та тонкого подрібнення. В ємність через завантажувальний люк подають грубо подрібнену сировину, потім приводять в рух перемішувальний пристрій і через перфоровані трубки подають гостру пару, яка містить зважені частинки дезодоруючого розчину. При цьому в варочній ємності відбувається дезодорація і часткове варіння сировини. Дезодоруючий розчин зливається через розвантажувальний патрубок. Частина розчину виноситься парою через завантажувальний люк. Після закінчення процесу дезодорації подачу пари і розчину припиняють і в ємність подають гарячу воду для видалення залишків дезодоруючого розчину. Промита сировина перемішувальним пристроєм подається в камеру, в якій відбувається тонке подрібнення за допомогою серповидних ножів. Після чого отриману масу охолоджують, а потім використовують для виготовлення варених ковбасних виробів.

Висновки. Таким чином, проведені удосконалення машини дозволяють підвищити рівномірність розподілення дезодоруючого розчину в ємності, зменшити тривалість остаточного оброблення сировини та знизити енерговитрати.

Література

Інноваційне обладнання м'ясопереробних виробництв [Текст] : підручник / О. М. Чепелюк, О. М. Гавва, І. Г. Бабанов та ін. — Київ : Сталь, 2021. — 805 с. — ISBN 978-617-676-178-5.

19. Study of mechatronic water level control system and oxygen saturation of fish farms

Oleksii Vasylenko, Sergii Volodin

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The described system uses proportional control of water and oxygen flow, which significantly improves the technological characteristics of fish farms. The relevance of the study lies in the development and selection of elements for proportional control of water and oxygen flow based on a positional electropneumatic actuator. This makes the system more accurate, economical, stable and, in general, more efficient.

Materials and methods. Using numerical and experimental research methods, the following tasks were solved: modelling changes in the flow characteristics of the valve; modelling changes in the parameters of water in the tank; determining the accuracy of the valve knife positioning; studying the influence of external factors on the key elements of the system.

Results and discussion. The proportional controller is one of the simplest types of controller and is often used to control oxygen flow. An analogue control signal, which can be in the range of 4 to 20 mA, is used to set the desired oxygen flow rate. A diagram of the control ranges is shown in Fig.1.

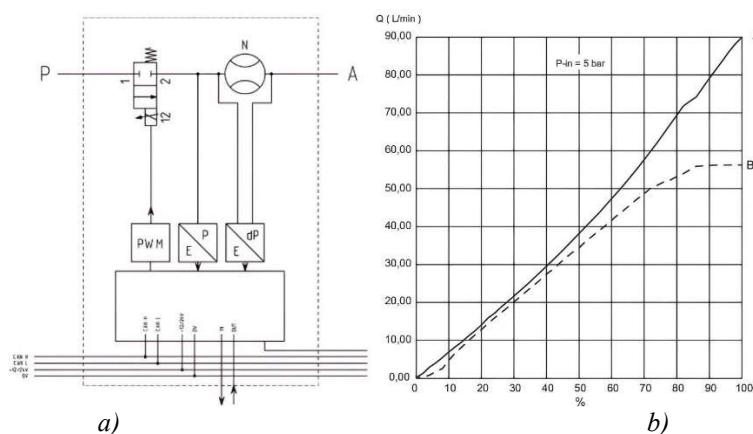


Fig.1. Proportional flow control system using current control: a) diagram of the internal part of the regulator; b) diagram of control ranges

When the analogue control signal changes, the proportional controller responds by changing the oxygen flow rate. For example, if the analogue control signal increases from 4 mA to 12 mA, the controller increases the oxygen flow proportionally to the range of the signal change (0 to 100%). Thus, the oxygen flow rate increases by 50% (0 to 100% range).

Conclusions. The scientific novelty of the work is the development and study of a mechatronic control system that combines proportional control of water level and oxygen saturation. This allows not only to maintain the required parameters with high accuracy, but also to significantly save energy and operating costs. For the first time, the impact of proportional control on the accuracy, energy efficiency and cost-effectiveness of the system was studied, which makes it possible to optimise its operation.

References. Volodin S. O., Mironchuk V. G. Modern control systems for elements of shut-off and control valves // Proceedings of the International Scientific and Technical Conference of Sugar Producers of Ukraine. URL: <http://surl.li/rhczy>

20. Integrating IIoT into the structure of packaging equipment

Oleksandr Volodin², Oleksandr Gavva¹,

¹National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

²East Bavarian Technical University Amberg-Weiden, Germany

Introduction. A pressing problem is the combination of heterogeneous (mechanical, electrical, pneumatic) control elements into a single technical system - a mechatronic module with specified technical characteristics. When discussing the Industrial Internet of Things (IIoT), there is often confusion with machine-to-machine (M2M) solutions, although M2M solutions are only a part of it. The study of IIoT integration as a concept includes M2M solutions, as well as other technologies such as cloud computing, data analytics, and artificial intelligence.

Materials and methods. The research materials are the process of functioning and performance indicators of robotic manipulators for large-size packaging. The tasks were solved with the use of applied software and calculation algorithms, linear programming.

Results and discussion. The aim of the study is to develop simulation models and methods for processing information on the endpoints of IIoT devices of packaging equipment with a reduction in the amount of transmitted data. The paper investigates a method of information processing on end devices to reduce the amount of data transmitted and stored in IIoT systems.

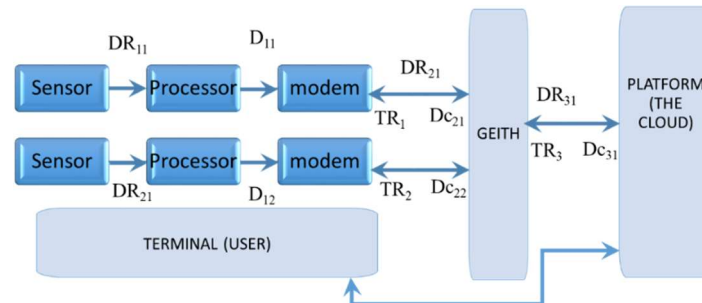


Fig.1. Generalised model of an IIoT system based on processing devices: DR - Data rate, bits/s (bytes/s), TR - Communication channel bandwidth, bits/s (bytes/s), D - Delay as number of clock cycles

A sensor, a processor and a modem form an end device (module). For the first module: DR_{11} is the data rate from the sensor to the processor; D_{11} is the delay associated with the processing of the data stream by the processor; DR_{21} is the data rate between the modem and the gateway; TR_1 is the corresponding communication channel bandwidth between the modem and the gateway. Similar parameters - DR_{31} ; TR_3 ; D_3 , are applied to the gateway-cloud channel. Most data reduction occurs at the gate level. Correlation is used to analyse data coming from different sensors.

Conclusions. Based on the research, it is proposed to develop a method of data processing on end devices, which will potentially provide advantages in processing high-speed data streams in real time.

References

Kryvoplias-Volodina L., Tokarchuk S., Maslo M., Volodin O. (2022) Synthese eines adaptiven mechatronischen systems zum pneumatischen transport von schüttgutprodukten. Scientific foundations in research in Engineering. – Collective monograph. - Group. – Boston: PrimediaeLaunch, – pp.709-792. doi:10.46299/isg.2022.mono.tech.2

Machines and apparatus of pharmaceutical and biotechnological production

Машини і апарати фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

1. Innovations in equipment for packaging tablets in blister packs: Experience of AT Engineering LLC

Serhii Trudko¹, Oleksandr Gavva²

1 – AT Engineering LLC

2 – National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. AT Engineering LLC (Bila Tserkva) is an enterprise for the design, sale, installation and maintenance of equipment and technological complexes of the pharmaceutical industry, actively conducting research and implementing innovative developments in Ukraine and the world.

Materials and methods. Analysis of innovative equipment designs, study of the experience of advanced enterprises of the pharmaceutical industry.

Results and discussion. The following modern trends in the development of equipment for packing tablets into blisters are highlighted:

1. Non-standard types of tablets feeding systems.
2. Special design of blisters.
3. Use of pneumatic actuators.
4. Inspection control systems.

The following areas of work were successful in the complex solution of the needs of the pharmaceutical market in the field of blister packaging:

- Production of a Pick & Place tablet feeding system for large effervescent tablets and other non-standard types.
- Creation of blister layouts and production of format parts to solve packaging problems.
- The use of pneumatic actuators on blister machines for reliability, economic feasibility and increased equipment speed.
- Integration of inspection control systems into blister packaging to reduce the number of defects and complaints.

Let's consider the layout of an ALU\ALU blister for packaging an effervescent tablet (Fig. 1). To ensure long-term storage of the effervescent tablet, need to use silica gel to remove excess moisture. The blister is designed in such a way as to provide an air channel between a large tablet (effervescent) and a small tablet (silica gel). The Pick & Place system was developed to solve the continuous, automatic feeding of a large tablet into a blister (Fig. 2). With the help of a vacuum suction cup and a movable mechanism, the tablet is fed at a rate of 35 pcs per hour.

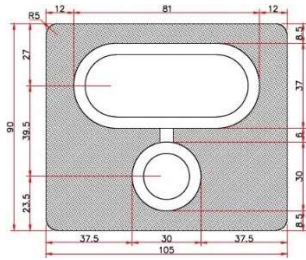


Fig. 1. Blister layout



Fig. 2. Feeding device in blister machine

2. Organisation of production of sterilisation equipment at a small machine-building enterprise

Volodymyr Sushko¹, Mykola Desyk², Oleksii Gubenia²

1 – Poltava Plant of Medical Equipment and Instruments, Poltava, Ukraine

2 – National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Small and medium-sized enterprises producing equipment for the pharmaceutical industry and medicine are developing in Ukraine. One such enterprise is the Poltava Plant of Medical Equipment and Instruments, which specialises in manufacturing sterilisation and other equipment. However, the company's specialists have encountered an issue. The literature does not sufficiently describe the peculiarities of its work organisation.

Materials and Methods: This study is based on the experience of Poltava Plant of Medical Equipment and Instruments. The innovative component of production was studied on the example of equipment for sterilisation, drying and cooling of workwear.

Results and discussion. To implement innovative projects, a small or medium-sized enterprise must have a research and innovation department in addition to its main and auxiliary workshops. This is a crucial requirement for success. The Poltava Plant of Medical Equipment and Instruments research department has significantly improved the steam steriliser's design by using high-quality construction materials, increasing thermal insulation thickness, and installing a tubular condenser. These improvements have resulted in uniform temperature distribution throughout the sterilisation chamber, reduced heat loss, and an intensified drying process. As a result, sterilised workwear with a moisture content of no more than 1% can now be produced without the need for additional drying equipment.



Fig. 1. Innovative steam steriliser SP-GK 100

The proposed technological complex for the production of sterilisation equipment includes the following workshops and departments: 1 – cutting and production of blanks for sterilisation equipment, 2 – machining, turning and milling operations, bending and welding, 3 – assembly shop, 4 – research and innovation department.

Conclusion. The implemented measures have successfully enabled the creation of highly competitive sterilisation equipment. This equipment is currently being showcased at leading exhibitions in the pharmaceutical industry and medical engineering (<https://cutt.ly/Zw8ZwjC5>), and has been widely implemented in laboratories and pharmaceutical enterprises.

3. Machine-apparatus chart for the production of beta-glucan from spent brewer's yeast

Kostiantyn Omelianenko¹, Ionuts Avramia²
 Maksym Kasyniuk³, Kateryna Hrininh⁴

1 – National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

2 – Ștefan cel Mare University, Suceava, Romania

Introduction. An important step in extracting beta-glucan is the destruction of yeast cells. The description of the machine-apparatus chart for this production of beta-glucan from the walls of used brewer's yeast is not available in the scientific and technical literature.

Materials and methods. The development of the scheme was carried out on the basis of a survey of specialists and analysis of modern scientific works on the destruction of cells of microorganisms, extraction and purification of beta-glucan.

Results and discussion. The scheme (Fig. 1) provides for the extraction of large impurities from the cellular biomass on the sieve 2, the removal of bitter compounds in the reactor 3, the concentration of cells in the centrifuge 4, the autolysis of cells in the reactor 5, their destruction in the bead mill 6, the separation of their contents from the walls of the centrifuge or nozzle separator 7, extraction of beta-glucan from cell walls in an extractor 8, separation of the walls from the extract in a centrifuge or separator 9, concentration of beta-glucan by dialysis on membrane filters 10 and its drying in a spray dryer 11.

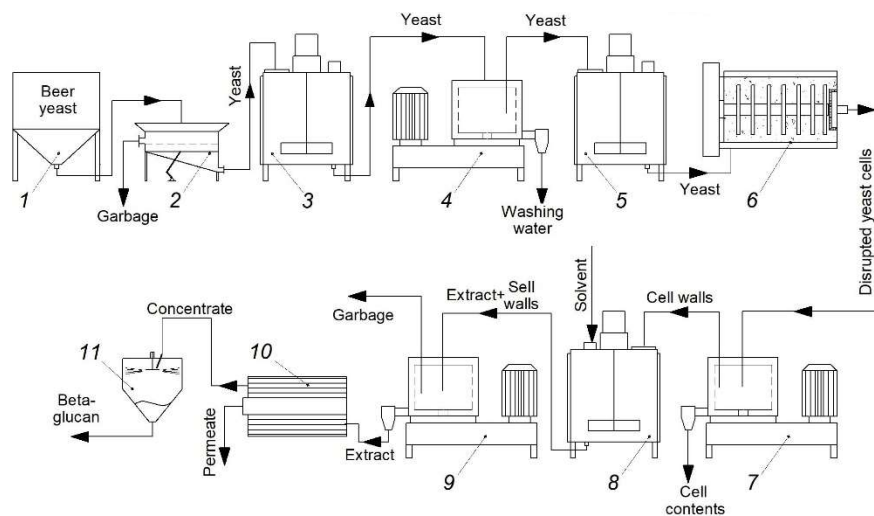


Fig. 1. Machine-apparatus chart for the production of buta-glucan from used beer yeast

Destruction of cells occurs in a bead mill. Attention should be paid to the concentration of the yeast suspension and the ratio of the suspension to the beads. The recommended bead size is 0.5 mm.

Conclusions. The process of industrial destruction of used brewer's yeast needs research.

The developed chart can be used in the educational process of engineering of food, pharmaceutical and biotechnological industries.

References

1. Avramia, Ionut, Sonia Amariei (2022), A Simple and Efficient Mechanical Cell Disruption Method Using Glass Beads to Extract β -Glucans from Spent Brewer's Yeast, Applied Sciences, 12(2), 648.
2. Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Стефанов С.В., Дамянова С.Т. (2024), Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник, Видавництво «Сталь», Київ.
3. Теличкун В.І., Гавва О.М., Теличкун Ю.С., Десик М.Г., Чепелюк О.М. (2017), Технологічні комплекси харчових виробництв, Видавництво «Сталь», Київ
4. Ionut Avramia (2022), Research on the extraction of β -glucans from spent brewer's yeast and their valorization in bioactive films. Doctoral thesis, "Ștefan cel Mare" University Of Suceava

4. Wear and restoration of the working surface of the pressing tool

Oleksandr Ziomenko, Daniil Herasymenko, Oleksii Gubenia
National University of Food technology, Kyiv, Ukraine

Introduction. The wear of the pressing tool and its restoration with specialized means are being investigated.

Research methods. The research was conducted with a set of round, double-convex punches with a diameter of 7 mm, after the production of a series of preparations based on abrasive active substances. An optical comparator was used to analyze the nature and degree of wear. Polishing was performed using various materials with the addition of abrasive pastes.

Results and Discussion. In addition to the correct calculation and design of the pressing tool, its proper operation, storage, and maintenance are important. A characteristic sign of wear on the pressing tool is J-shaped hooks, which are the cause of defects such as lid chipping and delamination (Fig. 1).

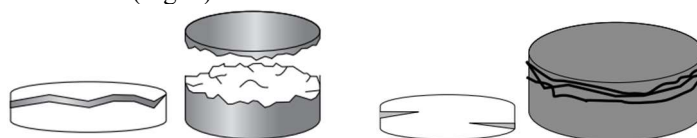


Figure 1. Example of tablet chipping and delamination

Over time, punches and other tools lose their luster, developing notches, scratches, and/or J-shaped hooks. Wear from abrasive products and even slight contact between the upper edge of the punch and the die during insertion can lead to hook formation (see Fig. 2).

The optimal combination for polishing is a soft cotton wheel attached to a motorized bench grinder, using abrasive paste based on aluminum oxide, paraffin, and triethanolamine stearate.

Upon reanalysis, a reduction in the number of hooks was observed without changing the shape of the pressing surface or the geometric parameters of the edge (see Fig. 3).



Figure 2. Example of the formation of J-shaped hooks on the edge of the punch



Figure 3. Surface of the punch edge after polishing

Conclusion. The use of the correct combination of polishing materials allows avoiding critical damage and deviations of the pressing surface of punches, thereby reducing the amount of defective products in the manufacturing process.

5. Processing microalgae into food products and biofuel using mechanical cell disruption methods

Maksym Kasyniuk, Kostiantyn Omelianenko, Kateryna Hrininh, Oleksii Gubenia
 National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. A generalized machine-apparatus scheme for processing microalgae has been developed, which involves the disruption of their cells in a bead mill or by pressure homogenization.

Materials and Methods. Analysis of knowledge clusters about microalgae processing, manufacturers' data, expert surveys.

Results and Discussion. Generalized processing schemes are shown in Fig. 1.

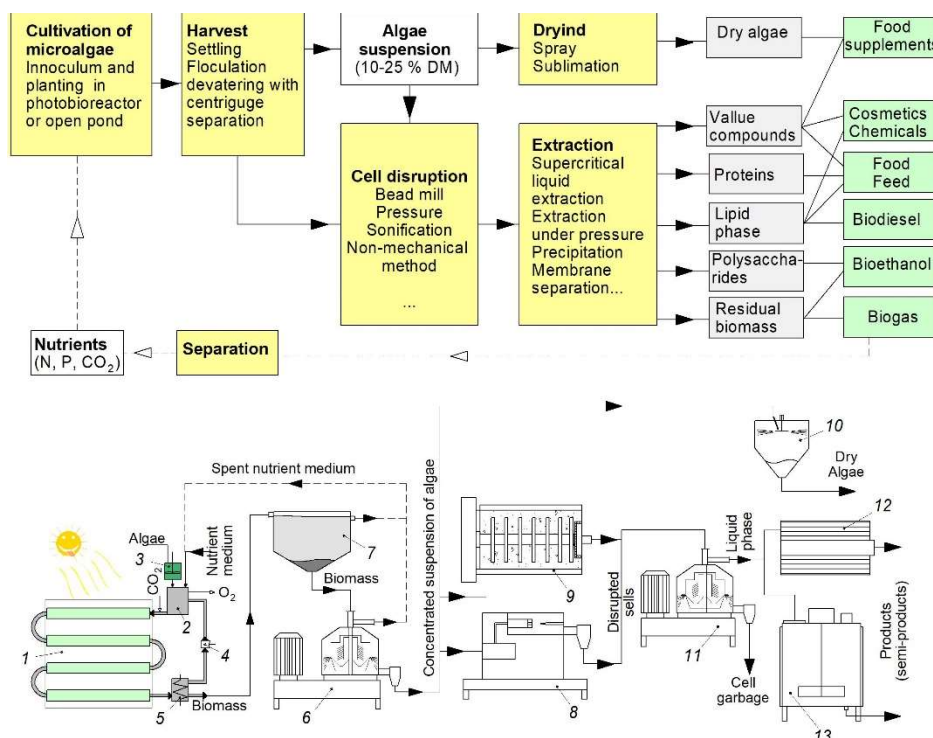


Fig. 1. Generalized conceptual [1, 2] and machine-apparatus scheme for the processing of unicellular algae with the application of cell disruption:

1 – photobioreactor, 2 – feeder, 3 – inoculator, 4 – pump, 5 – filter-cooler, 6, 11 – separators, 7 – settler, 8 – high-pressure homogenizer, 9 – bead mill, 10 – spray dryer, 11 – extractor, 12 – membrane filter.

All mentioned products, except for supplements based on dried algae, require cell disruption by mechanical means – in bead mills or in high-pressure slit homogenizers. The latter are not advisable for use with filamentous algae. Moreover, there is a lack of data in the literature on the method and modes of such disruption.

References

1. Rösch C., Roßmann M., Weickert S. (2018), Microalgae for integrated food and fuel production, *GCB Bioenergy*, 11, pp. 326–334, DOI:10.1111/gcbb.12579
2. Amit Kumar Bajhaiya (2012), Approaches and Prospectives for Algal Fuel, In: *The Science of Algal Fuels*, ed. Gordon Richard, Seckbach Joseph, Springer.
3. Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Стефанов С.В., Дамянова С.Т. (2024), *Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник*, Видавництво «Сталь», Київ

6. Machine-apparatus scheme for the production of recombinant human insulin from *E. coli* inclusion bodies

Kostiantyn Omelianenko, Maksym Kasyniuk, Kateryna Hrininh, Oleksii Gubenia
 National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The existing literature lacks a description of the machine-apparatus scheme for insulin production that is understandable for students of technical specialties. Data on the Internet are of poor quality and unfounded. Manufacturers' data are usually classified.

Materials and Methods. The scheme development is based on the analysis of knowledge clusters about insulin production, manufacturers' data, and expert surveys.

Results and Discussion. The scheme involves the disruption of genetically modified *E. coli* bacteria in homogenizers under high pressure, separation of inclusion bodies, and extraction of insulin from them (Fig. 1).

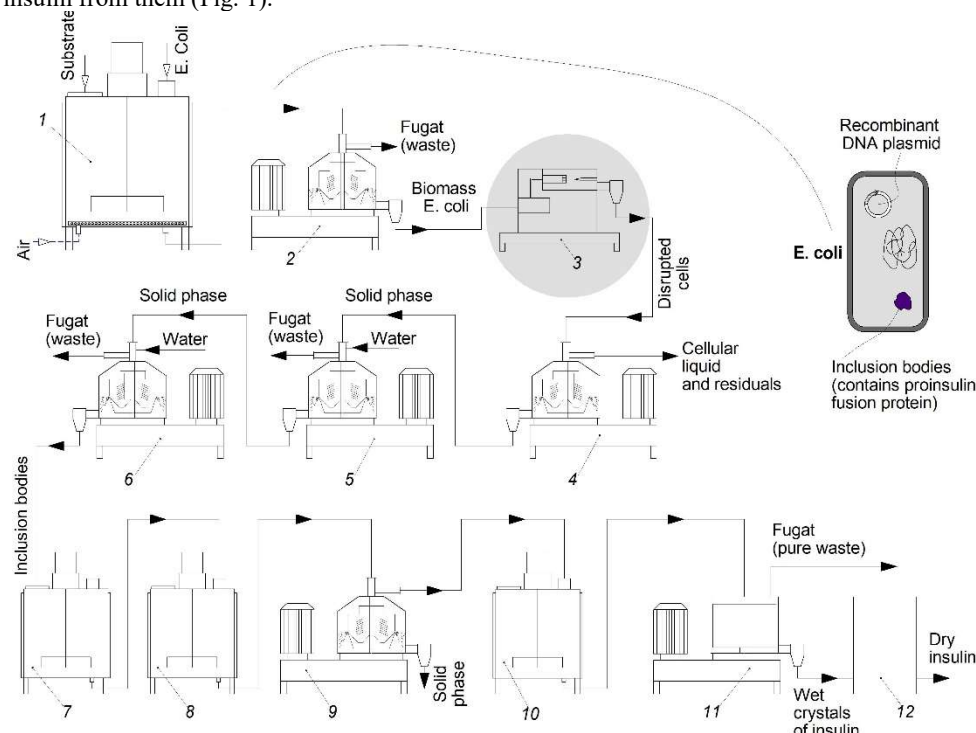


Fig. 1. Machine-Apparatus Scheme for the Production of Recombinant Human Insulin from *E. coli* Inclusion Bodies (cell destruction phase of *E. coli* highlighted in gray)

The *E. coli* culture is grown in a fermentor 1, and the biomass is fed into a nozzle separator 2, where it is concentrated. *E. coli* cells are disrupted in a homogenizer 3 under a pressure of 300 MPa with a productivity of 150 ml/min (note the lack of data on the method and modes of cell disruption). Separation of liquid and cellular debris occurs in separator 4. A two-stage separation and washing of the obtained solid phase to extract the inclusion bodies occur in separators 5 and 6. The inclusion bodies are processed in reactor 7 for protein coagulation and in reactor 8 for the precipitation of foreign proteins. Solid waste separation occurs in separator 9, insulin crystallization in the crystallizer 10, moisture separation from the crystals on the centrifuge 11. Drying of insulin occurs by freezing in a sublimation drying apparatus 12.

References

Siew Y.Y., Zhang W. (2021), Downstream processing of recombinant human insulin and its analogues production from *E. coli* inclusion bodies, *Bioresources and Bioprocessing*, 8, 65.

7. Improvement of process and equipment for homogenization of components of soft pharmaceutical dosage forms

Oleksandr Marchenko¹, Kateryna Hrininh²,
Kostiantyn Omelianenko², Oleksii Gubenia²

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Research was conducted to improve the process of homogenization of the components of soft pharmaceutical dosage forms and cosmetic products.

Materials and methods. Analytical studies are based on the analysis of modern scientific and informational literature, patent databases of Ukraine and the world, as well as publicly available information of manufacturers of pharmaceutical and cosmetic products. The rheological indicators of soft medicinal and cosmetic products, in particular, ointments and toothpaste, were performed by the viscometry method.

Results and discussion. The main advantages and disadvantages of the available process theory and equipment for homogenization of emulsions – ointments, pastes and components of cosmetics are determined. The main disadvantages of the available equipment:

- Low efficiency of mixing and partitioning of the emulsion particles, and as a consequence – poor productivity;
- Presence of stagnant areas where the product is not homogenized;
- Insufficient data on the rheological parameters of the investigated products and operating parameters of the equipment.

The rheological properties of liquid medicines and cosmetics were investigated. It was found that the shear stress with increasing shear rate initially increases, at high shear rates it increases more slowly, that is, the viscosity decreases. However, the viscosity of some gels in the studied range of shear rates decreases slightly. The viscosity of all tested products decreases with increasing temperature. The viscosity of toothpastes decreases slightly with increasing temperature, which is explained by their water base compared to oily for most ointments. The obtained data are confirmed by the results of other researchers on similar products, and allow to calculate the drive power of homogenizers at the design stage.

The modernization of the homogenizer consists in the installation of a turbine mixer and an external circulation circuit. This reduced the homogenization time from 4 to 1 hour and, accordingly, increased productivity.

Conclusion. The scientific novelty of the results is to obtain a number of dependences of the viscosity of ointments and pastes on the shear rate and temperature. The practical value is to improve the design of the homogenizer and, accordingly, to reduce the time of homogenization.

References

1. Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Стефанов С.В., Дамянова С.Т. (2024), Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник, Видавництво «Сталь», Київ.
2. Теличкун В.І., Гавва О.М., Теличкун Ю.С., Десик М.Г., Чепелюк О.М. (2017), Технологічні комплекси харчових виробництв, Видавництво «Сталь», Київ

8. Changes in the granulometric composition of suspensions during grinding in a bead mill

Artem Ponomarenko, Kateryna Hrining, Oleksii Gubenia
 National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The size of the beads significantly affects the quality of ultra-fine grinding of suspensions in a bead mill, particularly their granulometric composition.

Materials and Methods. The grinding of suspension particles based on castor oil and iron oxide pigment "Red 120" in a ratio of 60%/40% was studied. The diameters of the beads were 1.5, 2.0, and 3.0 mm. The type of working organ of the bead mill was disc. The particle size and granulometric composition were determined by the method of software processing of the obtained images under a microscope, with a magnification of 200–900 times.

Results and Discussion. Up to 45 minutes, there is an intensive reduction in the size of the solid phase particles of the suspensions and, accordingly, their redistribution by size classes. Data for 1.5 mm beads are shown in Fig. 1, for 3 mm beads – in Fig. 2.

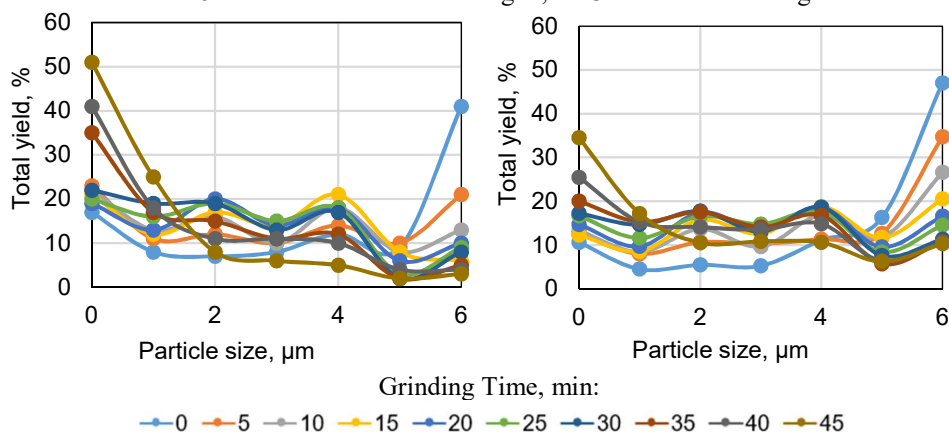


Fig. 1. (bead 1.5 mm)

Fig. 2. (bead 3 mm)

The compositions of suspensions within the studied range are actively ground and redistributed throughout the entire measurement interval. The curves obtained for the grinding time over 30 minutes can be described by the Weibull distribution, however, a Gaussian distribution is likely to be observed in the size zone of 1 micron.

Grinding with 1.5 mm beads is more effective; within 45 minutes, more than 50% of the particles will have a size of less than 1 micron (Fig. 1), compared to 3 mm beads, where at 45 minutes, only 35% of the particles are less than 1 micron in size. The rational grinding time decreases from 45 to 30 minutes for finer beads.

Conclusion. Reducing the bead size from 3 to 1.5 mm decreases the grinding time from 45 to 30 minutes and improves the quality of the process, namely, the granulometric composition, when more than half of the particles are within a narrow size range.

References

1. Hrininh K., Hordeichuk R., Gubenia O. (2018), Comparative analysis of equipment and research the superfine grinding process of titanium dioxide and quinacridone red suspensions in the bead mill, *Ukrainian Journal of Food Science*, 6(1), pp. 82–94
2. Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Стефанов С.В., Дамянова С.Т. (2024), Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник, Видавництво «Сталь», Київ.

9. Effect of grinding time in bead mill and size of working bodies on the particle size of suspension

Pavlo Yaremchuk, Artem Ponomarenko, Kateryna Hrininh, Oleksandr Gavva
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Knowledge of the change in particle size during grinding in a bead mill is necessary for proper planning and optimization of the production process.

Materials and Methods. The grinding of suspension particles based on castor oil and iron oxide pigment "Red 120" in a ratio of 60%/40% was studied. The diameters of the beads were 1.5, 2.0, and 3.0 mm. The type of the working organ of the bead mill was disc. The particle size was determined by the express method on a grindometer according to ISO 1524.

Results and Discussion. At the beginning of the process, the solid phase of the suspension contains a wide range of particle sizes and clusters of agglomerates, where the largest diameter equals 138 μm (bead diameter – 3 mm). The most intensive grinding occurs in the first 5 minutes of the process. The largest particle diameter after 45 minutes of grinding is 14 μm when grinding with beads of 3 mm diameter.

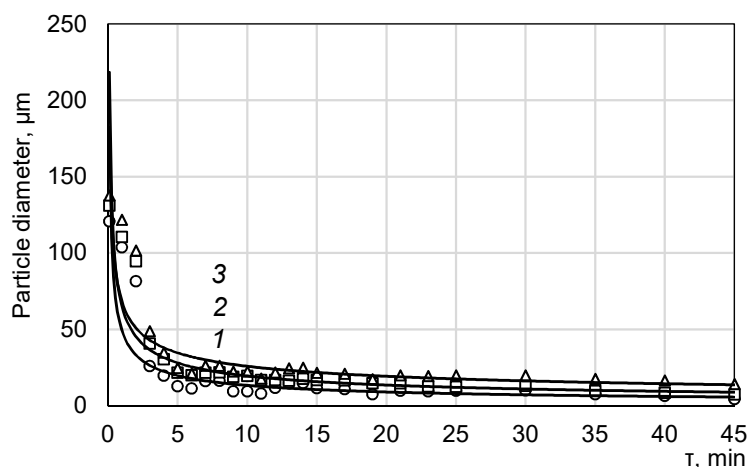


Figure 1. Degree of grinding (size of largest suspension particle) of compositions 1 (60/40%) depending on size of the working bodies: 1 – 1.5 mm; 2 – 2 mm; 3 – 3 mm.

Larger diameter beads transfer more energy through their greater mass. This amount of energy can be more than needed for the destruction during fine grinding, leading to wasted energy and less efficient grinding. Moreover, the effective contact surface area when grinding with beads of 2 and 3 mm thickness is smaller than that of 1.5 mm, resulting in fewer collisions between the material and particles.

Conclusion. Bead size of 1.5 mm is more energy-efficient and significantly more effective in terms of productivity (grinding time). The particle size changes insignificantly after 10–15 minutes, and grinding should be stopped.

References

Hrining K., Hordeichuk R., Gubenia O. (2018), Comparative analysis of equipment and research the superfine grinding process of titanium dioxide and quinacridone red suspensions in the bead mill, *Ukrainian Journal of Food Science*, 6(1), pp. 82–94, DOI: 10.24263/2310-1008-2018-6-1-11

10. Influence of the number of pressing cycles on the surface condition of the pressing tool and the destructive stress of tablets

Daniil Herasymenko, Oleksandr Ziomenko, Oleksii Gubenia
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The purpose of the study is to determine the effect of the number of pressing cycles on the surface condition of dies and punches and the destructive stress of tablets. It should be noted that the manufacturer must guarantee stable tablet strength, but it decreases during long-term operation of the tablet press.

Materials and methods. The experiment was carried out in a production environment on a KORSH tablet press, citramon and analgin tablets were studied. Samples (10 tablets) were taken every 8 hours of tablet press operation. The ultimate destructive stress was determined at the time of tablet fracture during compression.

Results and discussion. With an increase in the number of tableting cycles from 28.2 to 282.4 thousand pieces, which is approximately the number of hours of press operation from 8 to 80, the destructive stress (strength) of citramon tablets decreases from 102.4 to 91.9 N, and analgin from 152.5 to 140.2 N (Fig. 1).

After polishing, the destructive stress (strength) of the tablet returns to its original values.

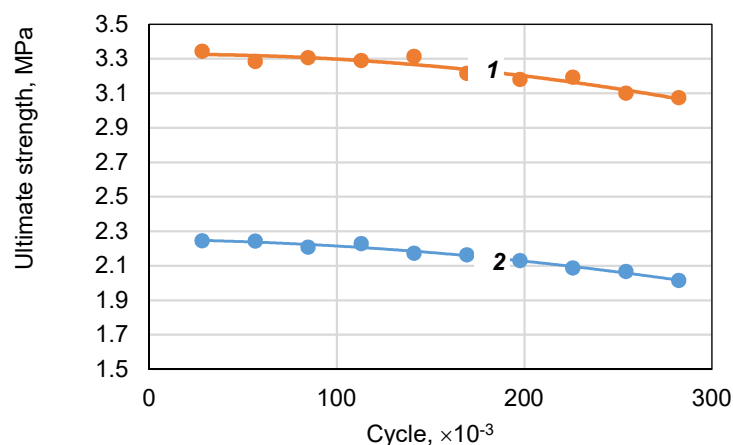


Fig. 1. Effect of the number of cycles on the strength of the tablet
 1 – Analgin; 2 – Citramon

The strength of the tablet begins to decrease significantly after 150000 cycles of the press, which corresponds to 48 hours of continuous operation of the tablet press. This is due to the formation of an adherent layer on the surface of the press tool, and, accordingly, an increase in the friction and ejection force of the tablet. As a result, the surface layers of the tablet are less durable, and the distribution of the tablet density in height and width is unstable.

It is suggested that the pressing tool be polished after 48 hours of operation.

Conclusion. After a certain number of pressing cycles, due to the formation of an adherent layer on the surface of the pressing tool, the strength of the tablet decreases. Polishing the pressing tool restores stable tablet strength.

11. Influence of press rotor speed on tablet destructive stress

Daniil Herasymenko, Oleksandr Ziomenko, Oleksii Gubenia
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. For each type of tablet, a rational pressing speed is usually set, which depends on the rotor speed of the tablet press. At high pressing speeds, the tablet capacity decreases.

Materials and methods. The experiment was carried out in a production environment on a KORSH tablet press, citramon and analgin tablets were studied. Four rotor speeds were selected: 35, 50, 65, and 80 revolutions per minute. The ultimate destructive stress was determined at the moment of tablet fracture during compression.

Results and discussion. The effect of the rotor speed of the tablet press on the strength of tablets is shown in Figure 1.

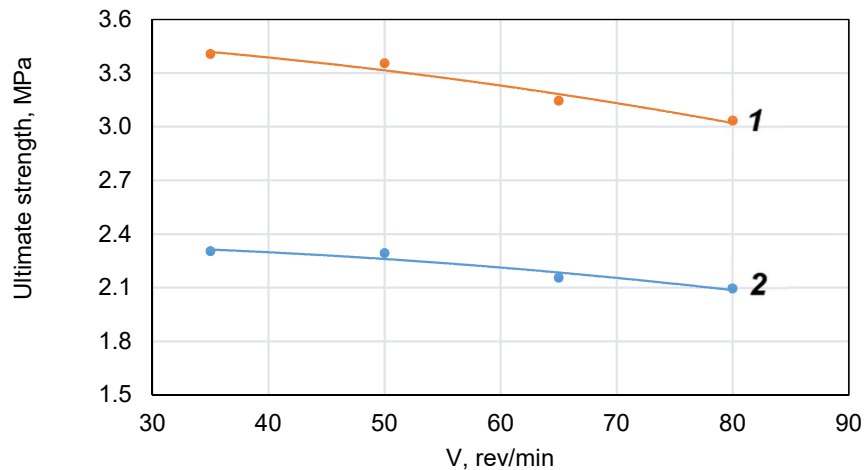


Fig. 1. Effect of tablet press speed on tablet strength
1 – Analgin; 2 – Citramon

Within the range of rotational speeds studied, tablet strength decreases by up to 20%.

This is due to the fact that at high pressing speeds, the tablet structure does not have time to form, and high ejection speeds lead to increased friction forces and destruction of the outer layers of the tablets.

Conclusion. The rotor speed of the KORSH tablet press, which maintains a rational combination of tablet quality and production capacity, is 50 rpm.

References

1. Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, С.В. Стефанов, С.Т. Дамянова. – Київ: Видавництво «Сталь», 2023. – 634 с.
2. Основи наукових досліджень у прикладних задачах: навч. посіб. / Л.О. Кривопляс-Володіна, О.М. Гавва, В.Л. Яровий, С.В. Токарчук. – Київ: Видавництво «Сталь», 2016. – 272 с.

12. Influence of tablet press rotor speed on tablet abrasion performance

Daniil Herasymenko, Oleksandr Ziomenko, Oleksii Gubenia
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Previous observations have shown that tablets produced at high rotor speeds have lower strength and high abrasion rates. The rational rotor speed of a tablet press is usually determined on the basis of production experience and by crude experimentation.

Materials and methods. The experiment was carried out under production conditions on a KORSH tablet press, citramon tablets were studied. The rotor speeds were 35, 50, 65, and 80 rpm. The abrasion rates were determined on a standard device in the form of a rotating drum with nozzles, by changing the weight of 12 tablets.

Results and discussion. The effect of the rotor speed of the tablet press on the abrasion rate of tablets is shown in Figure 1.

There is a significant increase in the abrasion value: with an increase in the rotor speed of the tablet press from 35 to 80 rpm, the percentage of abrasion increases from 0.15 to 1.24%.

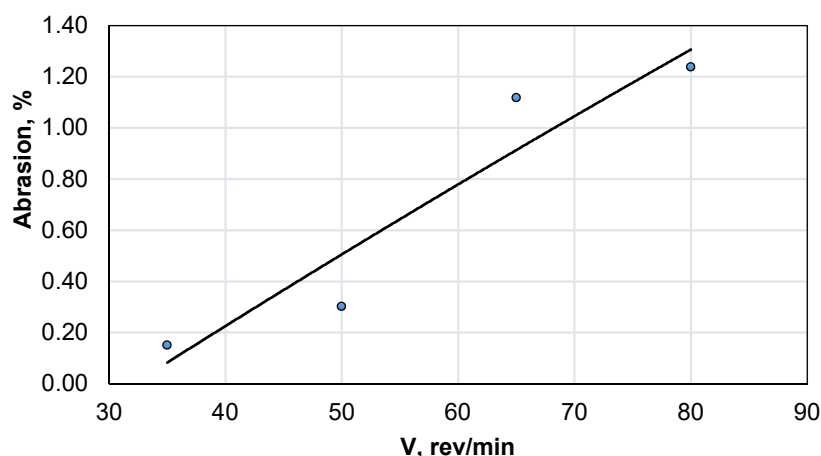


Fig. 1. Effect of tablet press speed on tablet abrasion

This is because at high force of pushing out, the outer layer of the tablet is destroyed by the high friction forces of the tablet on the die surface. The outer layer of the tablet is then excessively abraded in the subsequent processing and finishing operations. This type of defect negatively affects the coating process in drum and fluidized bed machines, transportation between equipment, and during blister packaging.

Conclusion. Tablets produced at high pressing speeds are excessively abraded in subsequent technological operations. The abrasion rate increases 7 times with an increase in the rotor speed of the tablet press from 35 to 80 rpm.

13. Survey of pharmaceutical engineering professionals on tablet quality indicators

Daniil Herasymenko, Oleksandr Ziomenko, Oleksii Gubenia
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. A survey of pharmaceutical company specialists was conducted to determine their experience of the influence of design operating parameters of equipment on the quality of tablets.

Materials and methods. Tablet makers, leading engineers and shift supervisors participated in the survey. The following questions were considered:

1. What affects the quality of tablets?
2. How and what can affect the appearance of the tablet?
3. Why is the pressing tool polished?
4. How to achieve a constant tablet weight?
5. How to avoid tablet delamination?

Results and discussion. Processed answers to the questions:

1. The quality characteristics of the tablet are influenced by: pressing pressure, pressing speed, mass quality, flowability of the material, fractional composition, shape of the loading funnel and slope angle; properties of the tablet components.
 2. The appearance of the tablet is influenced by timely and proper polishing of the press tool, fractional composition of the granules, excessively moistened granules; the presence of a collar is affected by the large size of the granules; displacement can contaminate the mass.
 3. The pressing tool is polished to avoid sticking of the mass to the punch, to avoid the formation of a collar and to improve the appearance of the tablet.
 4. Constant weight of the tablet is achieved by correct working stroke of the punch, absence of damage to the head, speed of the tablet press rotor, degree of compression, and composition of the bonding agents.
 5. Tablet delamination can be avoided by adjusting (reducing) the degree of pressing, selecting the rotor speed, and adjusting the amount of binders.
1. Based on the survey, a table was compiled, the so-called "Trouble shooting" – the most common problems and suggestions for their quick elimination.

Problem	Reasons			Solution to the problem
	Equipment	Machine	mass	
Black dots on the tablet	Damaged punch surface	The feed frame is not set up correctly Lubricant can get into the mass	Very wet mass Pellets already have black spots before pressing	Set the feed frame correctly. Reduce the lubrication of the upper punching units Improve the quality of the pellets
Not a constant weight of the tablet	Uneven thickness of the head. Uneven working stroke	Mass feed frame is incorrectly adjusted or malfunctioning	Heterogeneous pellets Pellets sticking to the punch	Reduce the rotation speed. Improve pellet quality Adjust the feed frame
Sticking	Damaged punch surface	Lower pressure	Excessive moisture in the mass	Increase the pressure. Improve granulation

**14. Інновації у обладнанні для пакування таблеток у блістерну упаковку:
Досвід ТОВ «АТ Інженерія»**

Сергій Трудько¹, Олександр Гавва²

1 – ТОВ «АТ Інженерія»

2 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. ТОВ «АТ Інженерія» (місто Біла Церква) – підприємство із проектування, продажу, монтажу та технічного сервісу обладнання і технологічних комплексів фармацевтичної галузі, активно проводить дослідження та впроваджує інноваційні розробки в Україні та світі.

Матеріали і методи. Аналіз конструкцій інноваційного обладнання, вивчення досвіду передових підприємств фармацевтичної галузі.

Результати і обговорення. Виділено такі сучасні тенденції у розвитку обладнання для пакування таблеток у блістери:

1. Не стандартні типи систем подачі таблеток.
2. Спеціальний дизайн блістерів.
3. Використання пневматичних приводів.
4. Інспекційні системи контролю.

Успішними виявилися такі напрямки роботи Компанія ТОВ «АТ Інженерія» у комплексному вирішенні потреб фармацевтичного ринку в області блістерної упаковки:

- Виготовлення системи подачі таблеток типу Pick & Place для великих шипучих таблеток та інших не стандартних типів.
- Створення макетів блістерів та виготовлення форматних частин для рішення проблем пакування.
- Використання пневматичних приводів на блістерних машинах для надійності, економічної доцільності та збільшення швидкості обладнання.
- Інтеграція інспекційних систем контролю в блістерну упаковку для зменшення кількості браку та рекламаций.

Розглянемо макет блістера типу ALU\ALU для пакування шипучої таблетки (рис. 1). Щоб забезпечити довготривале зберігання шипучої таблетки потрібно використовувати селікагель для забирання надлишкової вологи. Дизайн блістеру спроектований таким чином щоб забезпечити повітряний канал між великою таблеткою(шипучою) та малою(селікагель). Для вирішення безперервної, автоматичної подачі великої таблетки в блістер було розроблено систему Pick & Place (рисунок 2). За допомогою вакуумної присоски та рухомого механізму таблетка подається зі швидкістю 35 шт за годину.

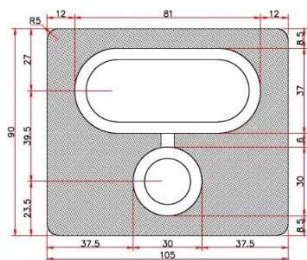


Рис. 1. Макет блістера



Рис. 2. Вузол подачі у блістерній машині

15. Організація виробництва стерилізаційної апаратури на машинобудівному підприємстві малої потужності

Володимир Сушко¹, Микола Десик², Олексій Губеня²

1 – Полтавський завод медичного обладнання та інструментів

2 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В Україні розвиваються підприємства малої та середньої потужності із виробництва обладнання для фармацевтичної галузі та медицини. Серед них – Полтавський завод медичного обладнання та інструментів, який виготовляє стерилізаційне та інше обладнання. Фахівці підприємства стикнулися з проблемою – у літературі недостатньо описані особливості організації його роботи.

Матеріали та методи. Використано досвід ТОВ Полтавський завод медичного обладнання та інструментів. Інноваційну складову виробництва досліджено на прикладі розроблення обладнання для стерилізації, сушіння і охолодження спецодягу.

Результати та обговорення. Для реалізації інноваційних проєктів підприємству малої та середньої потужності варто мати в своєму складі відділ досліджень та інновацій. На Підприємстві дослідницьким відділом удосконалено конструкцію стерилізатора парового за рахунок: використання якісних конструкційних матеріалів та збільшеної товщини термоізоляції, що забезпечує рівномірний розподіл температури у всіх зонах стерилізаційної камери та зниження втрат теплоти; встановлення трубчатого конденсатора, що дозволило інтенсифікувати процес сушіння та отримати стерилізований виробничий одяг з залишком вологи не більше 1% без застосування додаткового сушильного обладнання.



Інноваційний стерилізатор паровий СП-ГК 100

Запропонований технологічний комплекс виробництва стерилізаційного обладнання включає такі цехи та відділи: 1 – цех різання і виробництва заготовок для стерилізаційного обладнання, 2 – цех механічного оброблення, токарних та фрезерних операцій, згинання та зварювання, 3 – складальний цех, 4 – відділ досліджень та інновацій.

Висновок. Впроваджені заходи дозволили створити ефективне стерилізаційне обладнання, яке нині представляється на провідних виставках фармацевтичної галузі та медичної інженерії (<https://cutt.ly/Zw8ZwjC5>), та впровадити його у лабораторіях та фармацевтичних підприємствах.

16. Вплив кількості циклів пресування на стан поверхні пресінструменту і руйнівне напруження таблеток

Данііл Герасименко, Олександр Зьоменко, Олексій Губеня

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мета досліджень – визначити вплив кількості циклів пресування на стан поверхні матриць та пуансонів і руйнівне напруження таблеток. Зазначимо, виробник мусить гарантувати стабільну міцність таблеток, проте вона знижується під час тривалої експлуатації таблетпресу.

Матеріали і методи. Експеримент проводився у виробничих умовах на таблетпресі KORSH, досліджувалися таблетки цитрамону і анальгину. Зразки (10 таблеток) відбирали кожні 8 годин роботи таблетпресу. Граничне руйнівне напруження визначено на момент руйнування таблетки під час її стискання.

Результати і обговорення. Зі збільшенням кількості циклів таблетування від 28,2 до 282,4 тисяч штук, що становить приблизно кількості годин роботи пресу від 8 до 80, руйнівне напруження (міцність) таблетки цитрамону знижується від 102,4 до 91,9Н, а анальгину – від 152,5 до 140,2 Н (рис. 1).

Після полірування руйнівне напруження (міцність) таблетки повертається до початкових показників.

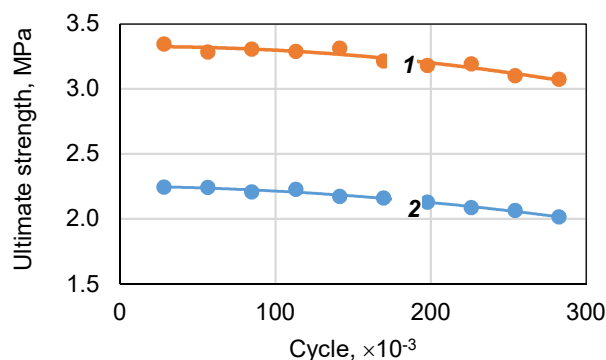


Рис. 1. Вплив кількості циклів на міцність таблетки
1 – Анальгін; 2 – Цитрамон

Міцність таблетки починає суттєво знижуватися після 150000 циклів роботи преспарі, що відповідає 48 годинам безперервної роботи таблетпресу. Це пояснюється утворенням налиплого шару на поверхні пресінструменту, і, відповідно, збільшення зусилля тертя та виштовхування таблетки. У результаті поверхневі шари таблетки отримуються менш міцними, а розподіл густини таблетки за висотою і шириною – непостійний.

Пропонується полірувати пресувальний інструмент після 48 годин робочого часу.

Висновок. Після відпрацювання певної кількості циклів пресування, внаслідок утворення налиплого шару на поверхні пресінструменту міцність таблетки знижується. Полірування пресінструменту повертає стабільну міцність таблетки.

17. Вплив частоти обертання ротора пресу на руйнівне напруження таблеток

Данііл Герасименко, Олександр Зьоменко, Олексій Губеня
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для кожного виду таблеток зазвичай налаштовується раціональна швидкість пресування, яка залежить від частоти обертання ротора таблетпресу. За високих швидкостей пресування міцність таблетки знижується.

Матеріали і методи. Експеримент проводився у виробничих умовах на таблетпресі KORSH, досліджувалися таблетки цитрамону і анальгіну. Вибрано чотири швидкості ротора – 35, 50, 65 і 80 обертів за хвилину. Граничне руйнівне напруження визначено на момент руйнування таблетки під час її стискання.

Результати і обговорення. Вплив швидкості обертання ротора таблетпресу на міцність таблеток показано на рисунку 1.

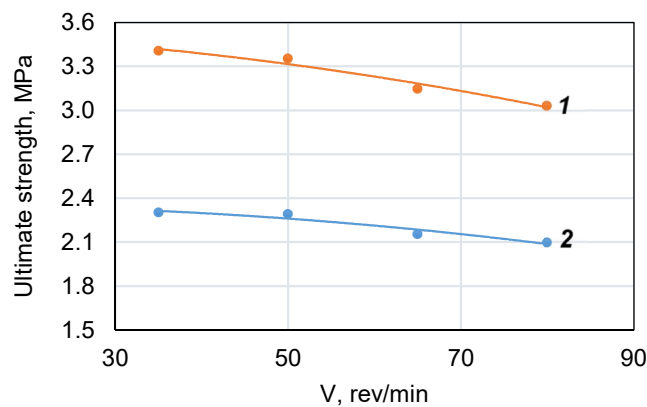


Рис. 1. Вплив швидкості роботи таблетпреса на міцність таблетки
1 – Анальгін; 2 – Цитрамон

У межах досліджуваного діапазону частоти обертання міцність таблеток знижується до 20 %.

Це пояснюється тим, що за високих швидкостей пресування не встигає сформуватися структура таблетки, а високі швидкості виштовхування призводять до підвищення сил тертя та руйнування зовнішніх шарів таблеток.

Висновок. Частота обертання ротора таблетпресі KORSH, на якій зберігається раціональне поєднання якості таблетки та продуктивності виробництва, складає 50 об/хв.

Література

1. Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, С.В. Стефанов, С.Т. Дамянова. – Київ: Видавництво «Сталь», 2023. – 634 с.
2. Основи наукових досліджень у прикладних задачах: навч. посіб. / Л.О. Кривопляс-Володіна, О.М. Гавва, В.Л. Яровий, С.В. Токарчук. – Київ: Видавництво «Сталь», 2016. – 272 с.

18. Перероблення мікроводоростей у харчові продукти та біопаливо із застосуванням руйнування клітин механічними способами

Максим Касинюк, Костянтин Омеляненко, Катерина Грінінг, Олексій Губеня
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розроблено узагальнену машинно-апаратну схему перероблення мікроводоростей, де передбачено руйнування їх клітин у бісерному млині або гомогенізацією під тиском.

Матеріали і методи. Аналізі кластерів знань про перероблення мікроводоростей, дані виробників, опитування фахівців.

Результати і обговорення. Узагальнені схеми перероблення показані на рис. 1.

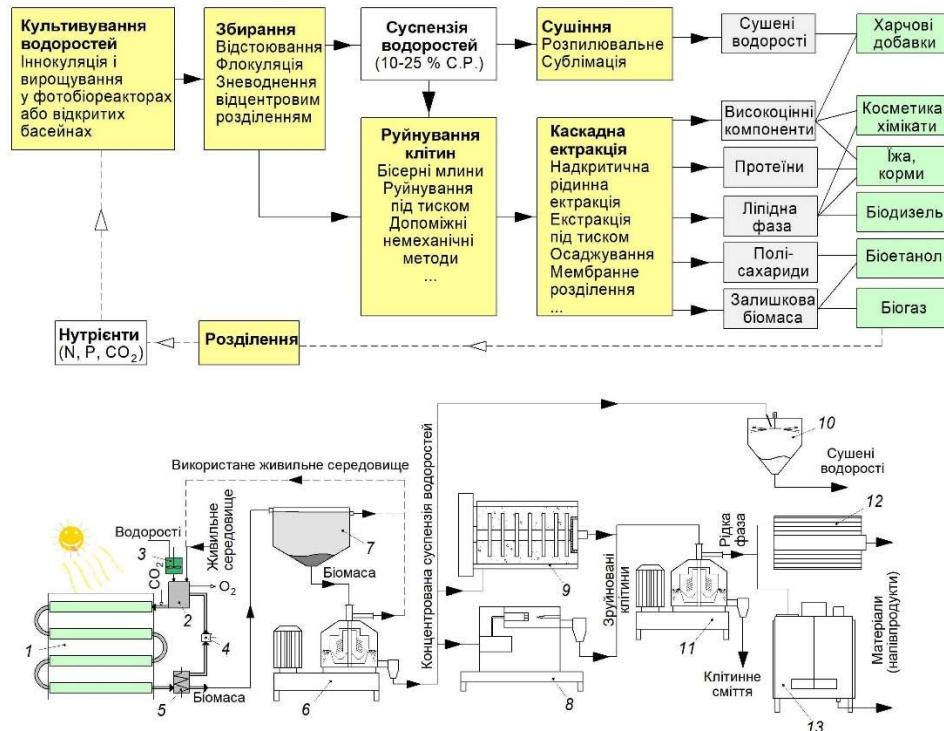


Рис. 1. Узагальнені принципова [1, 2] та машинно-апаратна схема виробництва перероблення одноклітинних водоростей із застосуванням руйнування їх клітин:

- 1 – фотобіореактор, 2 – живильник, 3 – інкулятор, 4 – насос, 5 – фільтр-охолоджувач, 6, 11 – сепаратори соплові, 7 – відстійник, 8 – гомогенізатор високого тиску, 9 – бісерний млин, 10 – розпилювальна сушарка, 11 – екстрактор, 12 – мембранний фільтр.

Усі згадані продукти, крім добавок на основі сушених водоростей, потребують руйнування клітин механічним способом – у бісерних млинах або у щільних гомогенізаторах високого тиску. Останні недоцільно використовувати для ниткоподібних водоростей. Крім того, у літературі брак даних про спосіб та режими такого руйнування.

Література

1. Rösch C., Roßmann M., Weickert S. (2018), Microalgae for integrated food and fuel production, *GCB Bioenergy*, 11, pp. 326–334, DOI:10.1111/gcbb.12579
2. Amit Kumar Bajhaiya (2012), Approaches and Prospectives for Algal Fuel, In: *The Science of Algal Fuels*, ed. Gordon Richard, Seckbach Joseph, Springer.
3. Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Стефанов С.В., Дамянова С.Т. (2024), *Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник*, Видавництво «Сталь», Київ

19. Вплив частоти обертання ротора таблетпресу на показники стирання таблеток

Данііл Герасименко, Олександр Зьоменко, Олексій Губеня
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Попередні спостереження показали, що таблетки, виготовлені на високих швидкостях ротора, мають нижчу міцність та високі показники стирання. Рациональна швидкість ротора таблетпресу зазвичай визначається на основі виробничого досвіду та грубим експериментальним шляхом.

Матеріали і методи. Експеримент проводився у виробничих умовах на таблетпресі KORSH, досліджувалися таблетки цитрамону. Швидкості обертання ротора – 35, 50, 65 і 80 об/хв. Показники стирання визначали на стандартному приладі типу у вигляді обертового барабану з насадками, за зміною маси 12 таблеток.

Результати і обговорення. Вплив швидкості обертання ротора таблетпресу на показники стирання таблеток показано на рисунку 1.

Спостерігається значне збільшення значення стирання: зі збільшенням швидкості обертання ротора таблетпресу від 35 до 80 об/хв відсоток стирання збільшується від 0,15 до 1,24% (рис. 1).

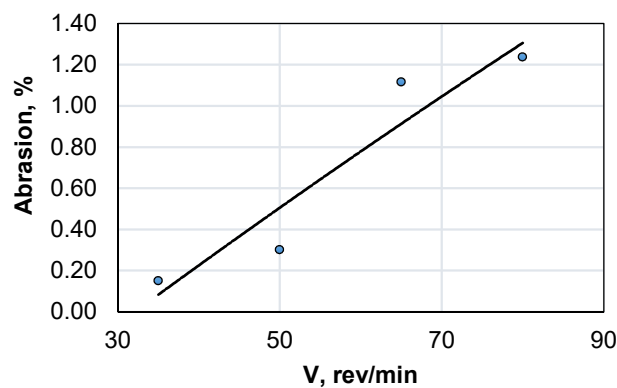


Рис. 1. Вплив швидкості роботи таблетпреса на стирання таблетки

Це пояснюється тим, що за високих виштовхування, внаслідок великих сил тертя таблетки по поверхні матриці руйнується зовнішній шар таблетки. Зовнішній шар таблетки потім надмірно стирається у наступних технологічних та фінішних операціях. Цей вид браку негативно проявляється під час нанесення покриття у машинах барабанного типу та киплячим шаром, транспортування між обладнанням та під час пакування таблеток у блістерну упаковку.

Висновок. Таблетки, виготовлені на високих швидкостях пресування, у наступних технологічних операціях надмірно стираються. Показник стирання збільшується у 7 разів зі збільшенням частоти обертання ротора таблетпресу від 35 до 80 об/хв.

20. Опитування фахівців із фармацевтичного інжинірингу щодо показників якості таблеток

Даніїл Герасименко, Олександр Зьоменко, Олексій Губеня
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведено опитування фахівців фармпідприємств щодо їх досвіду про впливу конструктивних режимних параметрів роботи обладнання на якість таблеток.

Матеріали і методи. У опитуванні брали участь таблетувальники, провідні інженери та майстри змін. Розглядалися питання:

1. Що впливає на якісні показники таблетки?
2. Як і що може впливати на зовнішній вигляд таблетки
3. Для чого полірують пресувальний інструмент?
4. Як досягти постійної ваги таблетки?
5. Як можна уникнути розшарування таблетки ?

Результати і обговорення. Оброблені відповіді на питання:

1. На якісні показники таблетки впливають: тиск пресування, швидкість пресування, якість маси, сипкість матеріалу, фракційний склад, форма завантажувальної лійки та кута схилу; властивості компонентів таблетки.

2. На зовнішній вигляд таблетки впливають вчасне та правильне полірування пресінструменту, фракційний склад гранул, надмірно зволожені гранули; наявність комірця впливає великий розмір гранул; зміщення може забруднити масу.

3. Пресінструмент полірується для уникнення налипання маси на пуансон, для уникнення утворення комірця та кращого вигляду таблетки.

4. Постійна вага таблетки досягається правильним робочим ходом пуансона, відсутністю пошкоджень головки, швидкістю ротора таблетпресу, ступенем пресування, а також – складом склеювальних речовин.

5. Розшарування таблетки можна уникнути регулюванням (зменшенням) ступеню пресування, підбором швидкості ротора, а також регулюванням кількості зв'язувальних речовин.

На основі опитування було складено таблицю, так званий “Trouble shooting” – Проблеми з якими зустрічаються найчастіше та пропозиція по їх швидкому усуненню.

Проблема	Причини			Рішення проблеми
	Оснащення	Машина	Маса	
Чорні точки на таблетці	Пошкоджена поверхня пуансона	Неправильно налаштована рамка подачі Змащення може потрапити у масу	Дуже волога маса Гранули вже мають чорні точки до пресування	Правильно встановити рамку подачі. Зменшити змащення верхніх пуансонів Покращити якість гранул
Не постійна вага таблетки	Нерівномірна товщина головки. Нерівномірний робочий хід	Неправильно налаштована або не працює рамка подачі маси	Неоднорідні гранули Прилипання гранул до пуансона	Зменшити частоту обертання. Покращити гранули Налаштувати рамку подачі
Налипання	Пошкоджена поверхня пуансона	Менший тиск	Надмірна волога маси	Збільшити тиск. Покращення грануляції

21. Машинно-апаратурна схема виробництва бета-глюкану із використаних пивних дріжджів

Костянтин Омеляненко¹, Йонуц Аврамія²
Максим Касинюк¹, Владислав Гарін¹, Катерина Грінінг¹

1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 – Університет «Штефан чел Маре», Сучава, Румунія

Вступ. Важливим етапом вилучення бета-глюкану є руйнування клітин дріжджів. Опис машинно-апаратурної схеми цього виробництва бета-глюкану зі стінок використаних пивних дріжджів відсутній у науковій та технічній літературі.

Матеріали і методи. Розроблення схеми здійснено на основі опитування фахівців та аналізі сучасних наукових праць із руйнування клітин мікроорганізмів, екстрагування та очищення бета-глюкану.

Результати і обговорення. Схема (рис. 1) передбачає вилучення крупних домішок із клітинної біомаси на просіювачі 2, видалення гірких сполук у реакторі 3, концентрування клітин у центрифугі 4, автолізис клітин у реакторі 5, їх руйнування у бісерному млині 6, відділення їх вмісту від стінок центрифугі або сопловому сепараторі 7, екстрагування бета-глюкану із стінок клітин у екстракторі 8, відділення стінок від екстракту у центрифугі або сепараторі 9, концентрування бета-глюкану діалізом на мембранних фільтрах 10 та його сушіння у розпилювальній сушарці 11.

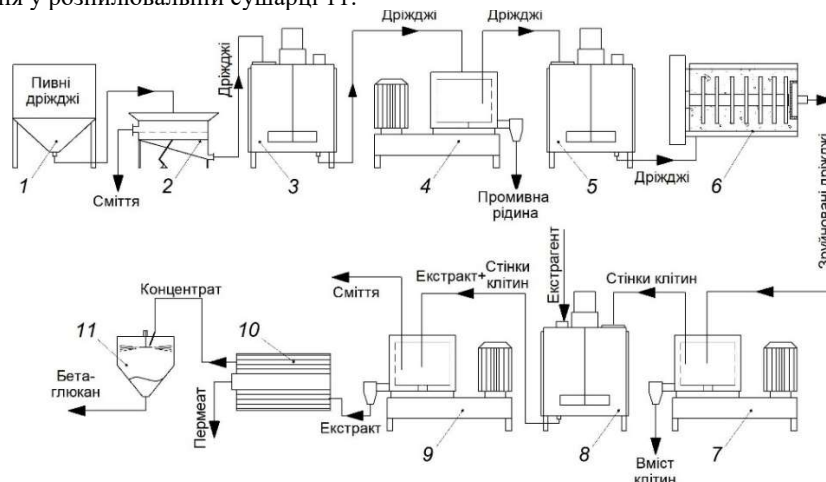


Рис. 1. Машинно-апаратурна схема виробництва бета-глюкану із використаних пивних дріжджів

Руйнування клітин відбувається у бісерному млині. Слід звернути увагу на концентрацію дріжджової суспензії та співвідношення суспензії із бісером. Рекомендований розмір бісеру – 0.5 мм.

Висновки. Потребує досліджень процес промислового руйнування використаних пивних дріжджів. Розроблена схема може бути використана у навчальному процесі із інжинірингу харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв.

Література

1. Avramia, Ionut, Sonia Amariei (2022), A Simple and Efficient Mechanical Cell Disruption Method Using Glass Beads to Extract β -Glucans from Spent Brewer's Yeast, Applied Sciences, 12(2), 648.
2. Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Стефанов С.В., Дамянова С.Т. (2024), Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник, Видавництво «Сталь», Київ.
3. Теличкун В.І., Гавва О.М., Теличкун Ю.С., Десик М.Г., Чепелюк О.М. (2017), Технологічні комплекси харчових виробництв, Видавництво «Сталь», Київ
4. Ionut Avramia (2022), Research on the extraction of β -glucans from spent brewer's yeast and their valorization in bioactive films. Doctoral thesis, "Ștefan cel Mare" University Of Suceava

22. Зношення та відновлення робочої поверхні пресувального інструменту

Олександр Зьоменко, Данііл Герасименко, Олексій Губеня

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Досліджується зношення пресувального інструменту та його відновлення спеціалізованими засобами.

Методи досліджень. Дослідження проводились з комплектом пуансонів круглих, випуклих з двох сторін, діаметром 7 мм, після виробництва серії препарату на основі абразивних діючих речовин. Для аналізу характеру та ступеню зносу використовували оптичний компаратор. Полірування проводили різними матеріалами з додаванням абразивних паст.

Результати і обговорення. Окрім правильного розрахунку і дизайну пресувального інструменту, важливим є його правильна експлуатація, зберігання і догляд. Характерною ознакою зносу пресінструменту є J-подібні зачепи, які є причиною таких дефектів, як сколювання кришки і ламінація (рис. 1.)

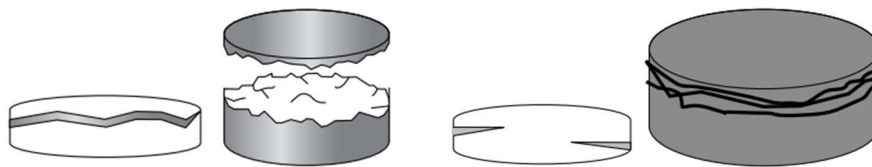


Рис.1 Приклад сколювання кришки та ламінація таблеток

З часом пуансони та інші інструменти втрачають блиск, на них з'являється зазубрини (пошкодження полірувальної поверхні), подряпини та/або J-подібні зачепи ("J-hook"), на англійській. Зношення від абразивних продуктів і навіть найменший контакт між верхньою кромкою пуансона і матрицею під час введення може призвести до утворення зачепів (рис. 2).

Оптимальна комбінація під час полірування – це: м'який бавовняний круг, прикріплений до двигуна настільної шліфувальної машини з використанням абразивної пасту на основі оксиду алюмінію, парафіну та стеаринової кислоти.

Під час повторного аналізу спостерігалось зменшення кількості зачепів, без зміни форми пресувальної поверхні та геометричних параметрів кромки (рис. 3).



Рис. 2. Приклад утворення J подібних зачепів на кромці пуансона



Рис. 3. Поверхня кромки пуансона після полірування

Висновок. Використання правильної комбінації полірувальних матеріалів дозволяє уникати критичних пошкоджень і відхилень пресувальної поверхні пуансонів, тим самим зменшувати кількість бракованої продукції в процесі виробництва.

23. Машинно-апаратурна схема виробництва рекомбінантного людського інсуліну із тілець включень *E. coli*

Костянтин Омеляненко, Максим Касинюк, Катерина Грінінг, Олексій Губеня
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У наявній літературі відсутній опис машинно-апаратурної схеми виробництва інсуліну, зрозумілий для студентів технічних спеціальностей. Дані у мережі Internet є неякісними та необґрунтованими. Дані виробників зазвичай є засекреченими.

Матеріали і методи. Розроблення схеми базується на аналізі кластерів знань про виробництво інсуліну, дані виробників, опитування фахівців.

Результати і обговорення. Схема передбачає руйнування генетично-модифікованих бактерій *E. coli* у гомогенізаторах під високим тиском, відділення тілець включень та вилучення із них інсуліну (рис. 1).

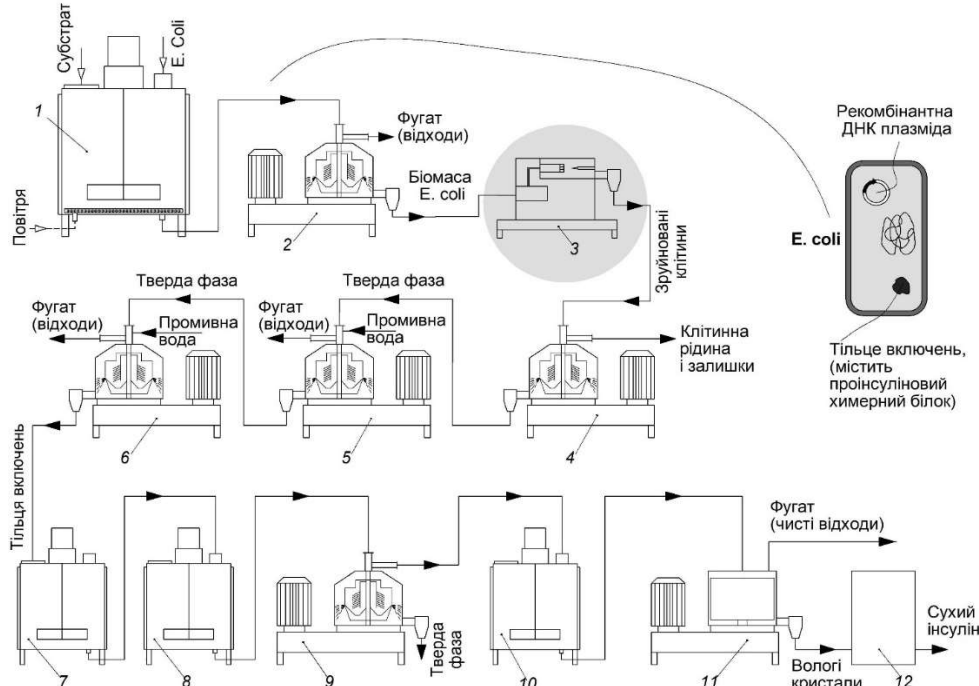


Рис. 1. Машинно-апаратурна схема виробництва рекомбінантного людського інсуліну із тілець включень *E. coli* (сірим виділено етап руйнування клітин *E. coli*)

Культура *E. coli* вирощується у ферментаторі 1, і біомаса подається у сопловий сепаратор 2, де концентрується. Клітини *E. coli* руйнують у гомогенізаторі 3 під тиском 300 МПа продуктивністю 150 мл/хв (звернемо увагу на брак даних про спосіб та режими руйнування клітин). Відділення рідини та клітинного сміття відбувається у сепараторі 4. Двохетапне відділення і промивання отриманої твердої фази з метою вилучення тілець включень відбувається у сепараторах 5 і 6. Тільця включень оброблюються у реакторі 7 з метою згортання білків та реакторі 8 для осадження чужорідних білків. Відділення твердої фази відбувається у сепараторі 9, кристалізація інсуліну – у кристалізаторі 10, відділення вологи із кристалів – на центрифугі 11. Сушіння інсуліну відбувається заморожуванням у сублімаційному сушильному апараті 12.

Література

Siew Y.Y., Zhang W. (2021), Downstream processing of recombinant human insulin and its analogues production from *E. coli* inclusion bodies, *Bioresources and Bioprocessing*, 8, 65.

24. Удосконалення процесу і обладнання для гомогенізації компонентів м'яких лікарських форм

Олександр Марченко, Владислав Гарін, Олексій Губеня, Катерина Грінінг
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведені дослідження з метою удосконалення процесу гомогенізації компонентів м'яких лікарських та косметичних засобів.

Матеріали і методи. Аналітичні дослідження базуються на аналізі сучасної наукової, інформаційної літератури, патентних баз України та світу, а також загальнодоступної інформації виробників фармацевтичної та косметичної продукції. Реологічні показники м'яких лікарських і косметичних засобів, зокрема, мазей і зубної паст виконані методом віскоземетрії.

Результати і обговорення. Визначено основні переваги і недоліки наявних теорій процесу і обладнання для гомогенізації емульсій – мазей, паст і компонентів косметичних засобів. Основні недоліки наявного обладнання:

- Низька ефективність перемішування і розбивання частинок емульсії, і як наслідок – низька продуктивність;
- Наявність застійних зон, де продукт не гомогенізується;
- Недостатньо даних про реологічні параметри досліджуваних продуктів і режимні параметри роботи обладнання.

Досліджено реологічні властивості рідких лікарських і косметичних засобів. Встановлено, що напруження їх зсуву зі збільшенням швидкості зсуву спочатку зростає, при значних швидкостях зсуву напруження зростає повільніше, тобто, в'язкість зменшується. Проте в'язкість деяких гелів у досліджуваному діапазоні швидкостей зсуву зменшується незначно. В'язкість всіх досліджених продуктів зі збільшенням температури зменшується. В'язкість зубних паст зі збільшенням температури знижується незначно, що пояснюється їх водною основою порівняно із жирною для більшості мазей. Отримані дані підтверджуються результатами інших дослідників на схожих продуктах, і дозволяють розрахувати потужність приводу гомогенізаторів на етапі проектування.

Рекомендується внести зміни у конструкцію гомогенізатора, а саме, встановити зовнішній циркуляційний контур і додаткову турбінну мішалку, яка також виконує роль насоса у циркуляційному контурі. Це дозволило зменшити час гомогенізації з 4 до 2 годин, і відповідно, збільшити продуктивність.

Висновки. Наукова новизна результатів полягає у отриманні ряду залежностей в'язкості мазей і паст від швидкості зсуву та температури. Практична цінність полягає в удосконаленні конструкції гомогенізатора, і, відповідно, зменшенні часу гомогенізації.

Література

1. Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Стефанов С.В., Дамянова С.Т. (2024), Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник, Видавництво «Сталь», Київ.
2. Теличкун В.І., Гавва О.М., Теличкун Ю.С., Десик М.Г., Чепелюк О.М. (2017), Технологічні комплекси харчових виробництв, Видавництво «Сталь», Київ

25. Зміна гранулометричного складу суспензії під час подрібнення у бісерному млині

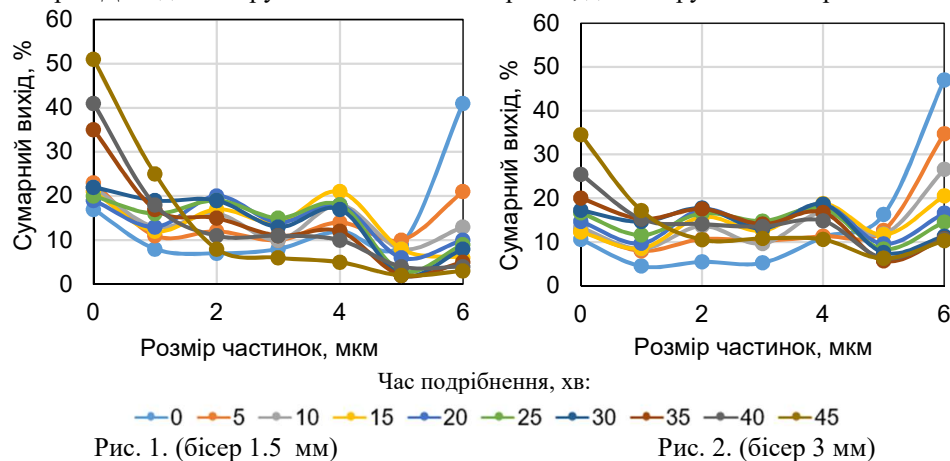
Артем Пономаренко, Катерина Грінінг, Олексій Губеня

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розмір бісеру значно впливає на якість надтонкого подрібнення суспензій у бісерному млині, зокрема, на їх гранулометричний склад.

Матеріали і методи. Досліджується подрібнення частинок суспензії на основі рицинової олії та пігменту залізоокисного «Червоний 120» у співвідношенні 60%/40%. Діаметр бісеринок – 1,5, 2,0 і 3,0 мм. Тип робочого бісерного млина органу – дисковий. Розмір частинок та гранулометричний склад визначалися методом програмного оброблення отриманих зображень під мікроскопом, збільшення – у 200–900 разів.

Результати і обговорення. До 45 хвилин відбувається інтенсивне зменшення розмірів частинок твердої фази суспензій і, відповідно, їхній перерозподіл за класами розмірів. Дані для бісеру 1.5 мм показані на рис. 1, для бісеру 3 мм – на рис. 2.



Композиції суспензій у межах досліджуваного діапазону активно подрібнюються та перерозподіляються протягом всього часового проміжку вимірювань. Отримані криві для часу подрібнення понад 30 хвилин можна описати законом Вейбула, проте, ймовірно, у зоні розмірів 1 мікрон буде спостерігатися розподіл Гауса.

Подрібнення бісером 1.5 мм є ефективнішим, у межах 45 хвилин понад 50% частинок матимуть розмір менше 1 мкм (рис. 1), у порівнянні з бісером 3 мм, де на 45 хвилині лише 35% частинок мають розмір менше 1 мкм. Рациональний час подрібнення знижується із 45 до 30 хв для дрібнішого бісеру.

Висновок. Зменшення розміру бісеру від 3 до 1.5 мм зменшує час подрібнення від 45 до 30 хвилин та підвищує якість процесу, а саме, гранулометричний склад, коли понад половина частинок знаходиться у вузькому діапазоні розмірів.

Література

1. Hrininh K., Hordeichuk R., Gubenia O. (2018), Comparative analysis of equipment and research the superfine grinding process of titanium dioxide and quinacridone red suspensions in the bead mill, *Ukrainian Journal of Food Science*, 6(1), pp. 82–94, DOI: 10.24263/2310-1008-2018-6-1-11.
2. Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Стефанов С.В., Дамянова С.Т. (2024), Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник, Видавництво «Сталь», Київ.

26. Вплив часу подрібнення у бісерному млині та розміру робочих тіл на розмір частинок суспензії

Павло Яремчук, Артем Пономаренко, Катерина Грінінг, Олександр Гавва
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дані про зміну розміру частинок під час подрібнення у бісерному млині потрібно знати для правильного планування та оптимізації виробничого процесу.

Матеріали і методи. Досліджується подрібнення частинок суспензії на основі рицинової олії та пігменту залізоокисного «Червоний 120» у співвідношенні 60%/40%. Діаметр бісеринок – 1,5, 2,0 і 3,0 мм. Тип робочого бісерного млина органу – дисковий. Розмір частинок визначався експрес методом на гріндометрі за ISO 1524.

Результати і обговорення. На початку процесу тверда фаза суспензії містить в собі широкий діапазон розмірів частинок і скупчення агломератів, де найбільший діаметр дорівнює 138 мкм (діаметр бісеру – 3 мм). Найбільш інтенсивне подрібнення відбувається в перші 5 хвилини процесу. Найбільший діаметр частинки після 45 хвилин подрібнення становить 14 мкм при подрібненні бісером діаметром 3 мм.

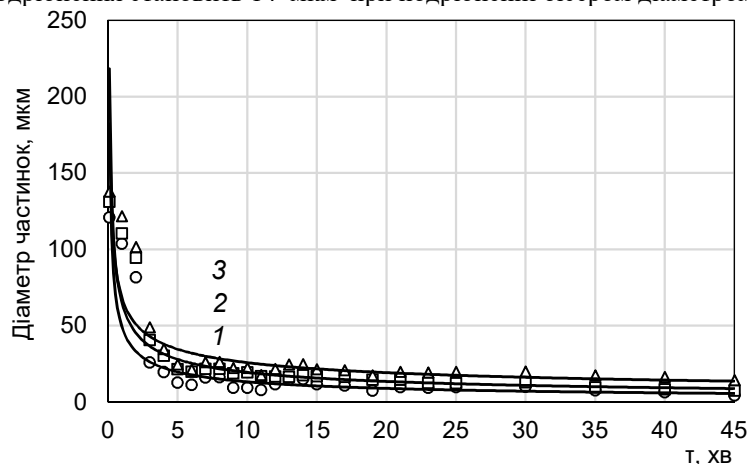


Рисунок 1. Ступінь перетиру (розмір найбільшої частинки суспензії) композицій 1 (60/40%) в залежності від розміру робочих тіл: 1 – 1,5 мм; 2 – 2 мм; 3 – 3 мм.

Бісер більшого діаметру передає більшу енергію через більшу масу. Ця кількість енергії може бути більше, ніж необхідно для руйнування при тонкому подрібненні, і витрачається марно, що призводить до менш ефективного подрібнення. Крім того, ефективна площа контактної поверхні при подрібненні бісером товщиною 2 і 3 мм менша, ніж площа контактної поверхні 1,5 мм, що призводить до меншої кількості зіткнень між матеріалом і частинками.

Висновок. Розмір бісеру 1,5 мм є більш ефективним з енергетичної точки зору і значно ефективнішим з точки зору продуктивності (часу подрібнення). Розмір частинок змінюється незначно після 10–15 хвилини і подрібнення має бути зупинено.

Література

1. Hrininh K., Hordeichuk R., Gubenia O. (2018), Comparative analysis of equipment and research the superfine grinding process of titanium dioxide and quinacridone red suspensions in the bead mill, *Ukrainian Journal of Food Science*, 6(1), pp. 82–94, DOI: 10.24263/2310-1008-2018-6-1-11

27. Проектування чистих приміщень у програмі *AutoCAD MEP*

Юрій Доломакін, Богдан Данюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою роботи було проектування чистого приміщення для виготовлення твердих лікарських форм.

Матеріали і методи. Реалізована ця мета за допомогою відомої САПР *AutoCAD MEP* де *MEP* означає Mechanical, Electrical та Plumbing. В результаті були отримані основні характеристики, результати яких були порівняні з теоретичними розрахунками.

Результати. Під час побудови припливної системи вентиляції насамперед необхідно розмістити припливні дифузори. Для визначення їхньої висотної позначки був виконаний розріз на плані поверху і на розрізі виміряно відстань від підлоги до підвісної стелі.

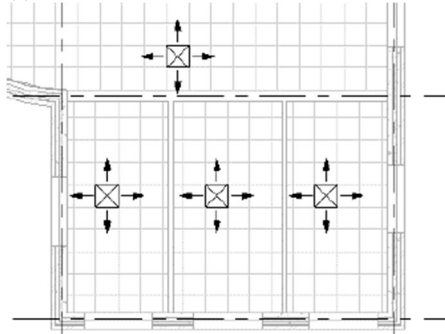


Рис. 1 Дифузори на плані стелі

Далі необхідно визначити позначку, на якій будуть розміщені повітропроводи (приблизно посередині міжстельового простору).

Далі повітророзподільник можна скопіювати в інші приміщення (рис. 1).

Необхідно задати витрату повітря кожного повітророзподільника. Для цього виділити дифузор і у *Властивостях* заповнити параметр *Витрата* відповідно до даних таблиці повітрообміну (звернути увагу на одиниці виміру).

Наступним етапом буде створення системи припливної вентиляції. У програмі припливна система вентиляції показується синім кольором.

Прийняті стандарти щодо чистих приміщень сходяться в тому, що перепад тиску між чистими приміщеннями має становити 10–15 Па. Для ізоляторів перепад тиску зазвичай становить 15–60 Па [1].

Обсяг повітря, що подається в кожне приміщення, визначається вимогою стандарту щодо зниження концентрації забруднень або вимогами щодо охолодження. Витяжна вентиляція в приміщенні регулюється так, щоб забезпечити необхідний перепад тиску. Регулювання здійснюється або вручну, або автоматичними заслінками, положення яких змінюється залежно від тиску в приміщенні. Перевага такого рішення із "зачиненими дверима" полягає в його простоті та низькій ймовірності збоїв у роботі. Оскільки припливна і витяжна вентиляція в кожному приміщенні практично збалансовані, повітрообмін між різними зонами мінімальний.

Висновки. Під час виробництва таблеток, що містять порошки, основна проблема полягає в перехресному забрудненні (cross contamination) препаратів, а також у взаємному забрудненні препаратів і персоналу.

Література

1. Whyte W. Cleanroom technology, Fundamentals of design, testing and operation, Wiley, 2010
2. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель / М.Ф. Боженко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.

13.2.

Computer technologies of design and manufacture of packaging

Chairperson – assoc. prof. Olena Chepeliuk
Secretary – Lesia Martsynkevych

13.2.

Комп'ютерні технології дизайну та виготовлення упаковки

Голова – доцент Олена Чепелюк
Секретар – Леся Марцинкевич

1. Функціональна упаковка для олівців

Роман Савчук, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Серед канцелярського приладдя, а також товарів для живопису стабільно високий попит мають олівці. Упаковка для їх зберігання має бути не лише привабливою, довговічною, але і функціональною.

Матеріали та методи. Для ознайомлення із сучасними конструкціями упаковок для олівців різного призначення проаналізовані пропозиції відомих виробників, як вітчизняних, так й іноземних, а також патентна документація [1–3], проведені глибинні інтерв'ю з користувачами такої продукції. Розглянуто коробку під стандартні розміри олівців: довжина – 175 мм, діаметр – 7 мм; кількість олівців в упаковці – від 12 шт.

Результати. Виробники олівців у виборі й розробленні упаковки для своєї продукції насамперед орієнтуються на її ціну та достатній термін експлуатації. Якщо перший показник має переважне значення для недорогих олівців, які часто губляться і ламаються, призначених насамперед для дітей і школярів, то другий – довговічність – є вирішальним для художнього приладдя. Олівці різної м'якості, пастельні, акварельні є досить дорогими і потребують надійного захисту. Відповідно, матеріалом для виготовлення упаковок для олівців стає або картон, або жерсть. В обох випадках виробники намагаються зробити більш привабливою свою продукцію за рахунок поліграфічного оформлення упаковки.

Однак поза увагою часто залишається функціональність упаковки для олівців – всі переглянуті зразки є дуже незручними в користуванні, що підтверджують й інші опитані. Патентна документація з цього питання насамперед орієнтована на досягнення зручності у користуванні, для якої характерно не лише використання упаковки як місця для зберігання олівців, а й наявність пристроїв їх заточування та фіксації.

В розробленій конструкції упаковки основна увага приділена зручності утримання і виймання олівців. Упаковка складається з основи, верхньої кришки, місця кріплення олівців і механізму піднімання олівців у вертикальне положення. При відкриванні кришки олівці автоматично будуть підійматися у вертикальне положення, з якого зручно брати олівці рукою, причому як довгі, так і зменшеного внаслідок тривалого користування розміру. В упаковці передбачено місце для гумки, точилки та іншого приладдя для роботи з олівцями.

Упаковку пропонується виготовляти з екологічного пластику РНВ – пластичного полігидроксібугірату, що є дешевшим і простішим у виготовленні, ніж металеві, і довговічнішим, ніж картонні упаковки.

Висновок. Запропонована конструкція упаковки екологічна, більш комфортна в користуванні, так як забезпечує зручність при вийманні і вкладанні олівців, як нових, довгих, так і списаних, коротких, під час роботи.

Література

1. Mai, T. (2022). Pencil box for pupils (Патент Китаю № CN215455987U).
2. Hongbin, Y. (2018). Rotary display box for color pencils (Патент Китаю № CN107914503A).
3. Yunan, J. (2021). Multifunctional colored lead storage box (Патент Китаю № CN214710989U)

2. Упаковка для індивідуального транспортування книг

Сергій Зозуля, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Закон № 2309-IX, який забороняє ввезення в Україну книг з росії та білорусі, створив умови для розвитку української книговидавничої галузі. Тому є потреба налагодити доставку книг від видавництва або інтернет-магазинів до читачів.

Матеріали та методи. Для ознайомлення із сучасними тенденціями в галузі індивідуальної транспортної упаковки для книжок проаналізовані пропозиції відомих виробників, як вітчизняних, так й іноземних [1, 2], а також патентна документація [3–4], проведені глибинні інтерв'ю з користувачами такої продукції. Розглянуто упаковку під розмір книг формату 60×90/16 (від 132×205 мм до 145×215 мм) або іншої продукції у формі паралелепіпеда товщиною до 10 см.

Результати дослідження.

Найпоширенішим варіантом доставки книг є кур'єрська або поштова доставка, і цей процес часто призводить до пошкодження книг. Іншою проблемою є навантаження на екологію, коли упаковка відправляється на переробку або на смітник. Нині трендом є спроба надати друге життя речам, зробити їх багатофункціональними. В цьому напрямку доцільним є використання упаковки для навчання, розвитку або хобі читача.

Запропонована транспортна упаковка для книг насамперед має забезпечувати достатній рівень їх захисту, пакування продукції певних розмірів. За прототип взята упаковка для книг німецької компанії RAPIDPACK GmbH [1]. Як і прототип, варіант упаковки, що розробляється, виготовляється з одного аркушу картону, має самоклеючу та відривну стрічку і передбачає обгортання продукції, яка пакується за індивідуальними розмірами. Для забезпечення достатньої жорсткості й запобігання пошкодженням бічних поверхонь книг передбачені бічні панелі упаковки, створені за допомогою висікання та бігування.

Пропонується, що упаковка, яка вже виконала транспортну функцію, може використовуватись для розважальних та навчальних цілей. Для цього можна наносити відповідне зображення деталей майбутнього виробу на внутрішню сторону плоских ділянок упаковки, або вкладати в упаковку кольорову самоклеїну наліпку, наносити зображення для розмальовування, пов'язане з тематикою книги. Це дасть можливість не лише доправити книгу споживачам, а й додатково без суттєвих витрат створити цікаву або корисну річ.

Висновок. Упаковка з гофрокартону для пересилання книг, крім збереження їх під час транспортування, може стати основою для виготовлення 3D пазлів, об'ємних фігур, інших засобів дозвілля, отримавши друге життя, даруючи додаткові позитивні враження споживачеві.

Література

1. Buy book packaging | book shipping packaging · book box. (б. д.). Verpacking.com. <https://www.verpacking.com/en/book-packaging>.
2. TeleCajas® | Case-like Boxes for Shipping Books. (б. д.). TeleCajas. <https://www.telecajas.com/en/18-book-boxes-postal.html>.
3. Baihao, Z., Yuwen, L., & Changyun, W. (2019). Book packaging box (Патент Китаю № CN209582159U).
4. Xiong, L., & Chunrong, L. (2023). Book storage box (Патент Китаю № CN219948841U).

3. Картонна упаковка для томатів «Черрі»

Софія Данилко, Наталія Кулик

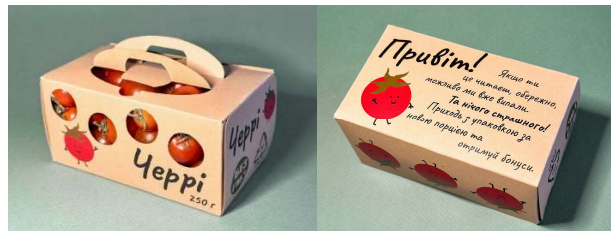
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Харчові продукти не достатньо виростити та виготовити, їх необхідно захистити впродовж їх життєвого циклу, забезпечити їх повне і безпечне споживання і не допустити їх втрат та псування. Роль упаковки у забезпеченні захисту харчових продуктів, в тому числі свіжих овочів та фруктів важко переоцінити. Захист пакованих продуктів є найважливішою функцією упаковки. Одним з напрямів розвитку сучасної упаковки є забезпечення надійного збереження пакованих продуктів та продовження терміну придатності та відповідність вимогам економіки замкнутого циклу.

Мета роботи. При розробці картонної упаковки для томатів «Черрі» поставлено задачу розробити упаковку, яка буде забезпечувати оптимальні умови збереження томатів та подовження терміну їх придатності.

Матеріали та методи. Упаковка виготовляється із крафтового картону, який повторно переробляється економічно доцільним шляхом і може використовуватися для виготовлення нових упаковок. Для виготовлення упаковки використовується технологія фальцювання, а також офсетний друк для нанесення поліграфічного оформлення.

Результати. Томати «Черрі» відносяться до елітних сортів, коштують дорожче, ніж інші томати, тому потребують відповідного пакування. Свіжі томати необхідно захищати від механічних навантажень, проколів, ударів, а також забезпечити постійний доступ повітря при транспортуванні і зберіганні. Для томатів «Черрі» була розроблена картонна упаковка, яка виготовляється у вигляді прямокутної коробки з висіченими ручками для перенесення та отворами для вентиляції. Отвори у формі томатів, разом з демонстрацією продукту, слугують елементом дизайну, якій виконаний з використанням червоного та зеленого кольорів на фоні крафтового картону для створення асоціації з екологічним натуральним продуктом.



Завдяки використанню картону та яскравих кольорів у споживача відбувається асоціація з натуральністю та екологічністю. Червоний та зелений колір є природнім кольором томатів чері, такі кольори привертають увагу та при правильному використанні створюють контраст. Для надання обов'язкової інформації відповідно до законодавчих вимог використані образотворчі, текстові, символічні та штрихові елементи. Текст є чітким, читабельним та гармонічно поєднується з основними елементами та загальною композицією дизайну. На дні упаковки надруковано звернення до покупця у гумористичній формі, яке створює контакт з покупцем та мотивує повертати упаковку при наступній покупці і отримувати бонус. Упаковка екологічна, вона може повторно використовуватися і перероблятися.

Висновки. Результати розробки картонної упаковки для томатів «Черрі» демонструють можливості покращення захисної функції упаковки, яка створює комфортні умови для зберігання пакованого продукту та подовження терміну його придатності, а також має привабливий креативний дизайн. Концепція упаковки повністю відповідає вимогам впровадження економіки замкнутого циклу.

4. Проектування упаковки для асорті сухофруктів «Для друзів»

Валерія Пасацька, Олександр Гавва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Забезпечення здорового способу харчування потребує, особливо в зимовий період, вживання високоякісних сухофруктів. Тривале зберігання та реалізація сухофруктів потребують використання спеціальних технологій пакування та упаковки. Поряд із цим потрібно передбачити в упаковці найбільш улюблений асортимент сухофруктів.

Матеріали і методи. Методологія проектування упаковки для асорті сухофруктів передбачає проведення SWOT аналізу ринку упаковки, вибір технології пакування, формоутворення та оформлення упаковки. На завершальному етапі проектування проводиться експертне оцінювання упаковки споживачами.

Результати досліджень. Результатами SWOT аналізу ринку упаковки для сухофруктів встановлено, що ефективною упаковкою, для задоволення різних смаків споживачів є комплексна упаковка. До складу такої упаковки входить внутрішня упаковка типу доу-пак для окремого виду сухофруктів і зовнішня – картонна пачка, в яку вкладають 5-6 пакувальних одиниць із різними видами сухофруктів. Комплексне рішення такої упаковки наведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Комплексна упаковка для асорті сухофруктів

Для виконання основних функцій первинна упаковка виготовлена із біополімерів, а зовнішня – із картону. На внутрішню упаковку наноситься зображення фруктів, а на зовнішню – інформацію, що передбачена ДСТУ та вирішує питання привабливості та впізнаваності. Розроблений макет направляється експертам, які за відповідною методикою оцінюють упаковку по найбільш вагомим властивостям упаковки: захисна; інформативна; маркетингова; транспортна; екологічна.

Висновки. Результатом досліджень і конструювання є розроблена комплексна упаковка для асорті сухофруктів. За результатами експертного оцінювання встановлено, що за захисною, інформативною і маркетинговою властивостями розроблена упаковка має переваги в порівнянні із існуючими на ринку України.

Література

Халайджі В.В., Кривошей В.М. Упаковка для харчових продуктів та напоїв. Київ: ІАЦ «Упаковка», 2018. 216 с.

5. Особливості використання відкритого програмного забезпечення в навчальному процесі при підготовці фахівців видавничо-поліграфічної справи

Євгенія Бабенко, Микола Десик, Валентина Степанець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Частиною підготовки фахівців видавничо-поліграфічної справи є використання низки спеціалізованих програмних пакетів призначених для обробки текстової, графічної інформації та верстки сторінок.

Для сучасного змішаного формату навчання одним з рішень організації освітньої діяльності є використання відкритого програмного забезпечення в навчальному процесі, яке сприятиме доступності знань для здобувачів.

Матеріали та методи. Аналіз переваг і недоліків використання відкритого програмного забезпечення виконано на основі власного досвіду при розв'язанні практичної інженерної задачі, а саме - створення макету книжкового видання певного цільового призначення. Для реалізації проекту використано наступні вільні пакети програм: GIMP, Inkscape та Scribus.

Результати та обговорення. Розроблено композицію, макет та конструкцію книжкового видання, форматом (60x84/16) для цільової аудиторії віком 9-12 років. Зображення обкладинки та форзацу наведено на рис. 1.



Рис. 1. Макети обкладинки (а) та форзацу (б) видання

Використання Open Source аналогів відомих комерційних програм дозволяє створювати досить складні проекти на високому рівні і підготувати фахівців, які зможуть освоїти основні функції подібних пакетів і використовувати їх в професійній діяльності. Але, разом з тим, є деякі особливості їх використання – так, дане програмне забезпечення є не досить поширеним серед роботодавців, крім того комерційні пакети програм мають більш інтуїтивно зрозумілий і простий інтерфейс та більші функціональні можливості.

Висновок. Використання відкритого програмного забезпечення в навчальному процесі при підготовці фахівців видавничо-поліграфічної справи дозволяє в умовах змішаного формату навчання з мінімальними фінансовими витратами підготувати фахівця. Однак для підвищення конкурентоздатності фахівця на ринку праці бажано використовувати більш поширені комерційні пакети програм.

6. Особливості графічного дизайну картонної упаковки для печива

Ігор Малик, Олександр Гавва, Валентина Степанець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний ринок поліграфічно-пакувальної продукції визначає високий попит на інноваційні, естетичні та функціональні рішення у сфері упаковки. Такі підходи притаманні і для упаковки цукрового печива. На основі аналізу існуючих зразків упаковки для цукрового печива встановлено такі їх недоліки: недостатній захист від зовнішніх факторів (волога, удари), недостатнє використання дизайну і бренду для привертання уваги споживачів; обмежені умови транспортабельності; недостатня екологічність.

Матеріали і методи. Методологія створення упаковки для цукрового печива базується на теорії експертного оцінювання важливих факторів, основних положень графічного дизайну, теорії кольору та елементів логістики.

Результати та обговорення. За об'єкт пакування прийнято цукрове печиво з домішками горіхів, родзинок та шоколаду. Печиво має круглу випуклу форму. На основі експертного оцінювання ваги факторів, що впливають на якість упаковки встановлено, що такими параметрами є: захист від зовнішніх факторів; інформативність; маркетингова привабливість. Проведено ідентифікацію потенційних груп споживачів та перелік вимог до упаковки. Встановлено, що для всіх груп споживачів важливо виконати умови: інноваційності конструкції та естетичного дизайну; використання екологічних матеріалів; збереження початкових показників якості печива. Аналіз різноманітних аспектів, спрямованих на забезпечення якості, функціональності та естетичності продукту, дасть можливість прийняти рішення, що упаковка буде складатись із двох елементів: упаковка окремих виробів у плівку із біополімерів та картонної пачки для групи пакованих виробів. Пакування печива в біополімерну плівку захищає його від вологи, забруднення, а пакування в картонну пачку – від механічних зовнішніх факторів, забезпечує функціональність, естетичність, інформативність. На рис. 1 наведена 3D модель картонної пачки для групи цукрового печива.



Рисунок 1 – 3D модель картонної пачки для цукрового печива

Розроблення картонної упаковки для цукрового печива відповідає основним аспектам загальної концепції графічного дизайну: цільове спрямування; вимоги споживачів; дизайн; технологічні та технічні характеристики; відповідність стандартів якості; маркетинг та реалізація.

Висновки. Створення упаковки – це багатоетапний процес дослідження, конструювання, розрахунків та випробування. В роботі виконано всі етапи конструювання упаковки для цукрового печива. Результати роботи рекомендовано для впровадження під час розроблення або вдосконалення подібних типів упаковки на підприємствах.

7. Розроблення споживчої упаковки для пакування шоколадних цукерок

Олексій Яценко, Олександр Гавва, Леся Марцинкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Важливість упаковки для шоколадних цукерок полягає в забезпеченні безпеки, зберігання та маркетингової привабливості продукту. Мета роботи – розроблення екологічно безпечної, естетичної та функціональної упаковки.

Матеріали та методи. Застосовано маркетинговий аналіз, опитування споживачів, технологічні дослідження та міцнісні розрахунки. Вибрано картон як матеріал для упаковки через його екологічність та дизайнерські можливості.

Результати. Розроблено коробку для пакування 10 шоколадних цукерок з горіхами, враховуючи вподобання цільової аудиторії. Відповідні зображення наведено на рис. 1. Готова упаковка, яка представляє собою прямокутну коробку розмірами 100x30x200 мм, упаковується в гофроящики розмірами 620x315x200 мм. Пропонується використати український орнамент вишиванки як дизайн, що підкреслює преміальність та патріотизм продукту. Використання картону компанії Storaenso Tambrite™ PE Green забезпечує міцність і екологічність упаковки. Після проведення розрахунків на міцність та аналізу отриманих результатів, було обрано картон із товщиною 500 мкм як найкращий для даної упаковки. Дизайн упаковки містить український орнамент та різні шрифти, включаючи шрифт Брайля, що розширює коло споживачів.

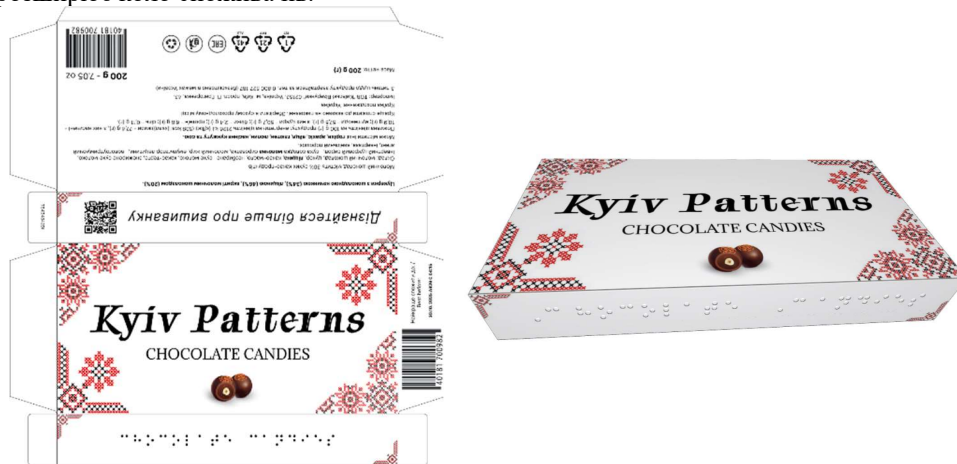


Рис. 1. Розгортка з графічним оформленням індивідуальної упаковки для шоколадних цукерок та 3D модель з нанесеним дизайном

Висновки. Розроблена упаковка відповідає вимогам міцності, естетики та екологічності. Використання українського орнаменту та інноваційних дизайнерських рішень підвищує привабливість продукту на ринку. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оптимізацію виробничих процесів та підвищення екологічної безпеки упаковки.

Література

Пакувальне обладнання: підруч. для студ./ О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І.; Волчко, О.О. Кохан – К. ІАЦ «Упаковка» 2010. – 746 с.

8. Відтворення кольорових оригіналів у поліграфії

Руслана Білик, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ В поліграфії, відтворення кольорів є ключовою складовою для забезпечення високої якості та точності друку.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних методів друку і тенденції їх дизайну з точки зору психології сприйняття.

Результати і обговорення. Процес відтворення кольорових оригіналів вимагає уважного керівництва і знань про різні аспекти кольоровідтворення. Основні аспекти відтворення кольорів у поліграфії включають наступні чинники:

1. Кольоровий простір:

Важливо визначити правильний кольоровий простір для вашого проекту. СМΥК (ціан, маджента, жовтий, чорний) – це стандартний кольоровий простір для друку у поліграфії, оскільки більшість друкарень використовують ці кольори.

2. Кольорові профілі:

Використовуються кольорові профілі для опису та керування кольорами в цифрових файлах. Вони допомагають узгоджувати кольори між різними пристроями та програмами.

3. Калібрування обладнання:

Калібруйте пристрої, такі як монітори та принтери, для забезпечення відтворення точних кольорів. Це важливо для того, щоб те, що ви бачите на моніторі, було максимально близьким до того, що ви отримаєте на виводі.

4. Вибір кольорів:

Застосовуйте правильний вибір кольорів у дизайні. Пам'ятайте, що кольори можуть виглядати інакше на екрані, ніж на друку.

5. Дотримання стандартів:

Важливо дотримуватися стандартів кольоровідтворення відомих організацій, таких як ISO (Міжнародна організація зі стандартизації) та SWOP (Specifications for Web Offset Publications).

6. Контроль якості:

Проводьте регулярний контроль якості друку, використовуючи зразки кольорів та кольорові скали, щоб переконатися, що друк відповідає вашим очікуванням.

7. Використання кольорових ефектів:

Розумно використовуйте спеціальні кольорові ефекти для створення візуально привабливих та виразних друкованих матеріалів.

Загальною метою є забезпечення того, що відтворення кольорів на друці є максимально точним і відповідає задуму дизайнера. Правильне відтворення кольорів у поліграфії є ключовим елементом для досягнення високої якості друку та враження споживачів.

Висновок. Якісний та естетичний друк пакування змушує споживача віддати перевагу конкретному товару, замість безлічі аналогів. Крім того, вона сприяє впізнаваності та запам'ятовуванню бренду, зростанню продажів і скороченню рекламного бюджету.

9. Символічні та психофізичні аспекти форм у графічному дизайні

Руслана Білик, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ Дизайнер змушує сприймати той чи інший образ загалом. Споживач, розглядаючи пакування не аналізує його з позиції художнього критика, і не оцінює його як витвір мистецтва, а робить при цьому вибір із уже наявних у нього уявлень.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних методів друку і тенденції їх дизайну з точки зору психології сприйняття.

Результати і обговорення. Графічний дизайн не лише передає інформацію, але також взаємодіє зі сприйняттям глядача на символічному та психофізичному рівні. Ось деякі аспекти форм та їх вплив у графічному дизайні:

Символічні аспекти форм:

- Геометричні форми:

Різні геометричні форми можуть мати символічне значення. Наприклад, круги можуть асоціюватися з єдністю або спільністю, трикутники - з динамікою чи рухом, а квадрати - з порядком чи стабільністю.

- Кольорові асоціації:

Різні кольори можуть нести символічне значення. Наприклад, червоний може асоціюватися з енергією або небезпекою, а синій - з спокоєм чи довірою.

- Текстурні ефекти:

Використання текстур в графічному дизайні може створити символічний контекст. Наприклад, гладкі текстури можуть створювати враження професіоналізму, тоді як шорсткі текстури можуть додати елемент реалізму або природності.

Психофізичні аспекти форм:

- Сприйняття форми:

Різні форми можуть викликати різні емоції або враження. Наприклад, криві форми можуть бути сприйняті як приємні або м'які, тоді як гострі кути можуть викликати враження напруженості чи суворості.

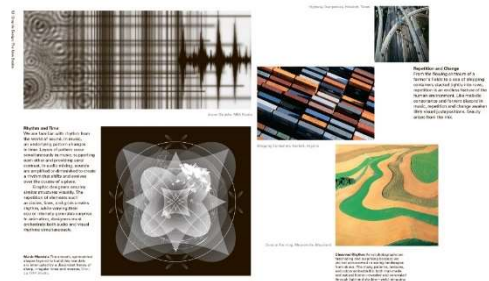
- Баланс та гармонія:

Розташування та взаємодія форм в графічному дизайні можуть впливати на відчуття балансу та гармонії. Сприйняття рівноваги може викликати враження стабільності та професіоналізму.

- Симетрія та асиметрія:

Використання симетрії чи асиметрії може впливати на сприйняття дизайну. Симетричні форми можуть створювати враження порядку та класичності, тоді як асиметрія може внести динаміку та цікавість.

Висновок. Символ і річ, перенесення сенсу з одного на інше, перенесення також частини сенсу. Символізація – це повне взаємопроникнення ідейної образності речі та її позначення. Відмінність субстратів – тотожність смислів. Все це може бути віднесено до окремого слова як знаку речі. Але лише зіткнення символу взагалі з неповторними контекстами культур сповнює символ конкретно-історичної реальністю.



10. Рестайлинг (редизайн) пакування

Софія Захарчук, Валентина Степанець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Періодичне оновлення необхідно для любого бізнесу. Цей ефект можна спостерігати уважно аналізуючи айдентiku протягом декількох років. Необхідність оновлення є очевидною, коли марка стає менш актуальною, сприймається архаїчно.

Матеріали та методи: аналіз сучасних тенденцій дизайну пакувань.

Результати і обговорення. Постійний "тренд змін", це сучасне божевілля нашого життя. *Ребрендинг* - процес зміни бренду на рівні ідеології, це корінні зміни, при яких він починає орієнтуватися на іншу ідею або ж на іншу аудиторію. Він відбувається у таких випадках:



а) продукт втрачає актуальність внаслідок зміни способу життя (інфляція, загальне падіння доходу, демографічна криза, масова міграція, зміна орієнтації способу харчування та поведінки (наприклад, знижується популярність використання цукрів, сумішей для випічки, зростає споживання готових виробів);

б) культурна група, на яку орієнтований бренд, стала втрачати своїх членів (панк-культура втратила популярність, що відбивається на ринку молодіжних продуктів і напоїв).

У цих випадках необхідно переходити на іншу платформу, ідеологію або аудиторію. Може бути, навіть доведеться згорнути бізнес. Такі випадки відомі, але все ж вони занадто рідкісні: традиції в харчуванні змінюються досить рідко. З часом відбувається втрата актуальності наявної ідеології бренду, що вимагає обрати нову ефективну ідею. Але такі випадки відбуваються вкрай рідко і втрата популярності бренду найчастіше буває катастрофічною. А все, що називають ребрендингом, таким не є. Це лише рестайлінг – оновлення атрибутів бренду з метою створення більш сучасного іміджу при збереженні ідеології споживання бренду. Найпопулярніше дійство – зміна на рівні логотипу (іноді назви). Атрибути (ім'я, колір, інший елемент ідентифікації бренду) впливають на споживача, який зчитує з них інформацію. Айдентика полегшує споживачеві вибір продукт на полиці в супермаркеті. Логотип потрібен для ідентифікації. Більш серйозного навантаження він, як правило, не несе.

Зміни на рівні ідентифікаційних символів (лого, слоган, ім'я та ін.) можуть бути необхідні. Єдиний, хоч і поширений випадок цієї необхідності: старий варіант логотипу виглядає на продукті або упаковці сторонньою плямою. Як правило, це трапляється після зміни зовнішнього вигляду продукту, його упаковки або іншого елемента. Бренд не хоче виглядати морально застарілим. З часом він може виглядати менш естетично, менш стильно. Тому ідентифікаційні символи потрібно "підігнати" під вид самого продукту або його упаковку. Наприклад, "Coca-Cola", яка не змінює упаковку і зовнішній вигляд продукту. Тому старий логотип виглядає цілком гармонійно на стилізованій під класику ПЕТ-пляшці і не вимагає змін. "Якщо упаковка плавленого сиру "Viola" довгий час кардинально не змінюється, до чого міняти логотип?



Висновки. Постійний "тренд змін", під вплив якого потрапили цілі ринки, можна віднести до колективного божевілля. Далеко не всі продукти або бренди повинні постійно змінюватися.

11. Колірний круг Шавреля

Софія Захарчук

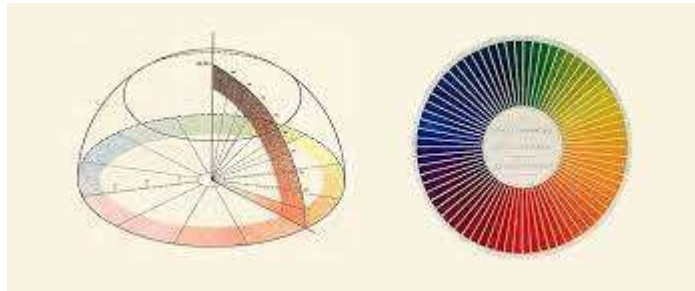
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ В поліграфії, яка включає друк, відтворення кольорів є ключовою складовою для забезпечення високої якості та точності друку.

Матеріали та методи: Вивчення та аналіз матеріалів історії графічного дизайну.

Результати і обговорення.

Мішель Ежен Шаврель - французький хімік-органік, іноземний член-кореспондент Петербурзької АН (1853); один з творців наукового методу аналізу органічної хімії.



Колірна модель Шавреля.

Хоча він не мав ніякого інтересу в розумінні або розгляді квітів як художники, малоімовірно, що будь-який інший хімік вплинув на розвиток мистецтва так, як француз Мішель Южен Шаврель. Шаврель в 1824 був призначений як директор Гобелена, відомого виробника килимів. Тут, він сконцентрувався на проблемах фарбування. Часто був не в змозі досягти бажаного ефекту. Це було викликано не пігментами, а впливом сусідніх кольорних тонів. Шаврель вирішив дослідити питання на науковому підставі, і в 1839 видав роботу в якій запропонував систему кольорового зображення, всебічну спробу забезпечення систематичного підстави до спостереження квітів. Робота мала справу з так званим «одночасним контрастом» квітів, і містила відомий закон Шавреля: **«Два суміжних кольору, здаватимуться настільки несхожі наскільки можливо».**

Робота Шавреля вплинула на рухи в мистецтві, відомі як імпресіонізм, неоімпресіонізм і кубізм.

Закони кольорового контрасту займали Шавреля протягом його пошуку адекватної організації квітів, як потрібно для виготовлення текстилю. Для цієї мети, він розробив коло з 72 доль. Коло визначає кольорні відтінки на основі різних змін, яким колір піддається в напрямку білого (більш висока інтенсивність) або чорного (більш низька інтенсивність).

У колірному колі ми знаходимо три вторинних кольори (первинний помаранчевий, зелений та фіолетовий) поряд з трьома від'ємними первинними кольорами (червоними, жовтими і синіми), так само як шістьма вторинними сумішами. Частки, що виникають у такий спосіб таким чином розділені на шість зон, і кожен радіус розділений на 20 секцій у формі сходів, щоб визначити різні рівні яскравості.

Висновки. Кольорові моделі пройшли довгий шлях розвитку (моделювання і фізіологічних досліджень, внаслідок якого з'явилися сучасні кольорні моделі.

12. Зони колірного охоплення різних колірних моделей

Андрій Зінченко, Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасній поліграфії використовуються різні колірні моделі. Це абстрактне уявлення кольорів у вигляді цифр, які в деякому роді задають координати.

Існують різні колірні моделі RGB (sRGB ProPhoto); CMYK; XYZ; LMS; HSV (HSB); HSL; AHSL; RYB; LAB; YUV, YCbCr, YPbPr, YDbDr, YIQ, Манселла. Колірні каталоги HKS, NCS, RAL, Pantone

Найбільш широко розповсюдженою є **RGB для моніторів**. RGB або «Red, Green, Blue» – стара колірна модель, в якій кожен колір представлений, як поєднання червоного, зеленого і синього. За допомогою цієї моделі зображення виводяться на екран електронних пристроїв. Головні кольори утворюють ще три проміжних відтінки. Вибір основних відтінків обумовлений специфікою будови людського ока. У цієї схеми непогане охоплення. RGB – це адитивна кольорова модель при якій максимальне змішання кольорів дає білий. Колір буквально складається зі світла, яке додане до чорного. Пропорції кожного відтінку можна виразити у відсотках. Колір на електронних пристроях відтворюється за допомогою, трьох променів (світлодіодів, люмінофорів...) Відобразити модель RGB на папері неможливо, тому що папір не світиться.

СМЮК для друку. Колірна модель СМЮК називається субстрактивною. Це означає, що тут враховується кількість відбитого, а не поглиненого кольору. Якщо відняти від білого кольору RGB, вийдуть ті самі СМЮ – «Cyan, Magenta, Yellow». «К» - означає «Key Color». Це чорний колір, який заміняє змішання трьох основних в рівних пропорціях. У реальному світі якщо змішати ці три фарби, відтінок вийде швидше коричневим, брудним, що пов'язує з фізичними властивостями пігментів, окислювальними процесами, специфікою поглинання фарби та іншими нюансами. Тим більше, можна перезволожити папір, якщо покрити його відразу трьома шарами фарби. Тому чистий чорний використовують окремо. Систему СМЮК використовують в поліграфії для стандартного тріадного друку. Це багатобарвний друк, при якому зображення розкладається на чотири основні кольори – ціан, маджента, жовтий і чорний. Система СМЮК залежить від параметрів конкретної друкарської машини і фарби, так що завжди вимагає індивідуального підходу. У неї менший колірний обхват, ніж у RGB, і це потрібно враховувати.

HSB для опису. Система HSB – це аналог RGB, але координати кольору задаються інакше. Тут він визначається не процентним співвідношенням основних кольорів, а тоном (Hue), насиченістю (Saturation) і яскравістю (Brightness). Колір задає тон. Насиченість додає до нього білу фарбу, а яскравість – чорну. По суті, будь-який відтінок можна отримати, якщо додати до тону правильний сірий.

Опис кольорів в моделі HSB не збігається з тим, що ми бачимо. Око сприймає спектральний зелений яскравішим, ніж спектральний синій. Але в системі HSB у них однакова 100% яскравість, так що не потрібно плутати ці поняття. Хоча формально модель HSB вважається незалежною, але це не зовсім вірно. Для виведення зображення на екран вона все одно конвертується в RGB, а для друку – в СМЮК.

Висновок. Необхідно враховувати, що сприйняття людиною кольору на екрані і на папері відрізняються, внаслідок чого для кожного особливого випадку треба обирати свою модель яка найбільше пасує. Для цього в сучасній поліграфії використовуються різні колірні моделі.

13. Створення шарів та груп - як це працює

Ілля Колос

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ВСТУП. Шари і групи - це потужний інструмент для організації проектів та редагування елементів дизайну.



Результати і обговорення.

Метою створення шарів та груп є:

- більше ефективне редагування – дозволяє швидко знайти та редагувати окремі елементи дизайну
- краща навігація в проекті – допомагає структурувати проект, прискорює пошук потрібних елементів, кольорів, й шар або групу легко і швидко
- **скорочує час роботи** – додає певну організованість, структурованість та професіоналізм проекту

Основні кроки процесу створення шарів:

обрати елементи – оберіть елементи, які потрібно розмістити на окремих шарах;

створіть шари, та передайте відповідну назву кожному створеному шару;

перенесіть обрані (виділені) елементи на відповідні шари

Техніки створення імен шарів:

Дайте шару якусь назву, яка відображає його зміст;

Дайте шарам назви на основі їх призначення або місцезнаходження;

Дайте назви шарам, які містять подібні об'єкти, щоб легко згрупувати та систематизувати та структурувати роботу з ними;

Використовуйте кольори в якості назв шарів для відображення груп об'єктів з однаковим кольором або схожим змістом

Групування об'єктів дозволяє

- швидше знайти й додати об'єкти, що належать до однієї категорії
- розглядати дизайн з принципово нової точки зору: це про пошук, зіставлення, додавання та видалення груп
- зрозуміти структуру дизайну та швидко пересуватися між секціями проекту

В сучасних графічних програмах **Figma, Adobe Illustrator, Sketch**, можна легко Використовуйте Палітру шарів, щоб створити нові шари та групи.



Висновок. Шари та групи - основний інструмент в дизайні, допомагають все розташувати зрозуміло та організовано, **внаслідок більш легкого** знаходження файлів відбувається збереження робочого часу, не обмежуючи при цьому індивідуальності і творчий підхід.

14. Чому градієнт широко використовується у сучасному графічному дизайні

Ілля Колос

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Градієнт - потужний інструмент, що створює плавні переходи кольору та додає глибину і живість до дизайну.

Матеріали і методи. Досвід роботи з сучасними графічними програмами.

Результати і обговорення. Значення градієнта у сучасному графічному дизайні має неперевершений ефект. Він надіє виразності і переконливості зображенню, роблячи його більш привабливим, дозволяє плавно перемішувати кольори. Завдяки градієнту можна створити враження глибини і простору, навіть у двовимірних зображеннях або плоских макетах.



Рис. 1 Виділення бінарної опозиції сторін за допомогою градієнту



Рис. 2 Колірні гами що складається з плавних переходів між кольорами



Рис. 3 Створення об'єму за допомогою градієнту (створення ефекту тіні)

Градієнт може додати глибини до плоских об'єктів, збільшуючи реалістичність. Завдяки градієнтам можна створювати враження світла та тіней, що надає об'єму та реалізму. Шукайте градієнтні ефекти та комбінації, щоб знайти найкращий варіант для вашого дизайну.

Градієнт широко використовується в сучасному дизайні. Градієнт часто використовується для створення привабливих тлох ефектів, переходів та кнопок на веб-сайтах. (Рис. 4). Багато брендів використовують градієнт, щоб створити унікальний та запам'ятовуваний логотип. (Рис. 5.) Градієнт може додати виразності та глибини до цифрових ілюстрацій, роблячи їх живими та захоплюючими. (Рис. 6)



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6



Рис. 7.

Вибирайте кольорові поєднання та типи градієнту, що підходять до конкретного проекту та контексту. Градієнти можуть бути яскравими, але важливо збалансувати їх, щоб не створити надмірного впливу на глядача. (Рис. 7.)

Висновок: Градієнт допомагає привернути увагу і створити захопливу візуальну естетику. Завдяки різноманітності ефектів та використанню кольорових поєднань, градієнт може створювати захопливі та виразні композиції, які привертають увагу. Застосовуючи практичні поради та експериментуючи з градієнтами, ви можете створити захоплюючий та сучасний дизайн.

15. Основні недоліки Adobe Illustrator під час роботи з текстом

Ілля Колос, Микола Десик

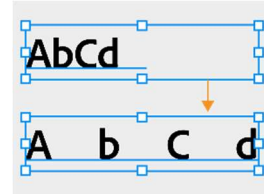
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Помітні обмеження Adobe Illustrator щодо роботи з текстовими об'єктами: обмежена можливість редагування, важкість роботи з кирилицею, складнощі з вирівнюванням та обмеження форматування при експорті.

Матеріали і методи. Аналіз роботи з сучасними графічними програмами.

Результати і обговорення. Під час виконання лабораторних робіт з програмою Adobe Illustrator були відмічено основні незручності:

- обмеження на редагування тексту: недостатнє розмаїття шрифтів та стилів, обмежені можливості редагування символів та гліфів, складнощі заміни розміру шрифту без втрати якості
- виникають проблеми з кирилицею: можуть виникати проблеми з правильним відображенням кирилиці, зокрема, з діакритичними знаками, редагування кириличного тексту може бути обмежено, не завжди вдало відбувається експорт кириличного тексту до інших форматів, особливо до файлів PDF.
- Вирівнювання тексту поруч з іншими об'єктами, наприклад, фігурами або зображеннями, може бути проблематичним
- Складно зробити точне позиціювання на основі проміжних або нестандартних точок
- Важко контролювати інтервали між буквами, словами або абзацами в текстових блоках.
- Автор Adobe Illustrator обмежив кількість форматів внаслідок чого обрізана можливість експорту в різні формати зручні для користувача,
- Складно добитися оптимальної якості експорту текстових об'єктів в PDF без втрати якості.
- При експорті векторних файлів, наприклад, SVG, можуть виникати деякі проблеми з розмірами та рендерингом тексту.
- Adobe Illustrator має обмежені можливості стилізації та форматування тексту та об'єктів, що ускладнює створення єдиної стилістики в проекті.
- При експорті в PDF можуть виникати проблеми з якістю тексту, особливо з малими шрифтами та деталями.
- Після експорту текстових об'єктів з Illustrator може виникнути необхідність вручну вносити зміни або коригувати текст.
- Під час ручного редагування може втрачатися якість тексту або об'єктів, що призводить до неестетичного вигляду.



Висновок. Виконання модифікацій напряму в експортованих текстових об'єктах може забрати багато часу та зусиль. Adobe Illustrator на сьогодні є застарілою програмою і його не доцільно використовувати як для графічного дизайну так і для створювання складних графічних продуктів

16. Різновиди трепінгу і його використання в дизайні пакування

Ілля Колос

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ВСТУП. Трепінг – це ефект або текстура, що складається з маленьких точок, рисок або візерунків, що візуально нагадують гравіювання або штампування. В графічному дизайні використовується для створення візуального ефекту та привернення уваги до продукту.

Матеріали і методи. Вивчення та аналіз матеріалів додрукарської підготовки

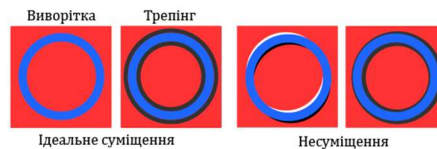
Результати і обговорення. Використання трепінгу дозволяє суттєво покращити графічний дизайн, надавати більш привабливий і живий вигляд витворам графічного дизайну. Використовуючи ефект трепінгу, який розмиває границі між кольорами дозволяє наблизити його до створення акварельних текстур, ефект у використанні пензля, що додає рух та жвавість. створювати ефекти реалістичності та простору.



Мокрий трепінг

Трепінг повинен бути якомога менш помітним, тобто вихідне зображення повинно зазнавати мінімальних змін. «Мокрий» трепінг відбувається на межі двох кольорових об'єктів. Тут можливі два варіанти трепінгу: можна збільшувати розмір самого об'єкта (як це зроблено на малюнку), або зменшувати розмір виворітки. Головне, щоби при цьому

Трепінг чудово вписується в дизайн, що пов'язаний з природою, дозволяючи освітлювати деталі із відблисками сонця або мерехтінням води. У мистецтві або дизайні, де ви хочете створити враження лихоманки і динамічності, трепінг може додати потрібну експресивність. В нейтральному або монотонному дизайні трепінг може виконувати роль акценту, роблячи його більш цікавим та привабливим.



Трепінг в дизайні пакування відіграє важливу роль. Він може надати продукту преміальний вигляд, привернути увагу споживачів та створити емоційне зв'язок з брендом. Для цього використовують наступні **різновиди**:

Металізований трепінг – додає продукту металічного блиску, що приваблює увагу споживачів і надає йому елегантний вигляд.

Лакування – створює глясовий ефект, надає дизайну пакування блиску та розкішного вигляду.

Ірисовий трепінг – додає продукту різнобарвний вигляд, міняючи колір при різному куті світла, що привертає увагу споживачів.

Полімерний трепінг – створює вигляд пластикової поверхні, що надає пакуванню сучасний та стильний вигляд.

Висновок. Використання ефектів трепінгу, що гармоніюють з основними кольорами продукту, дозволяє полегшити створення привабливого дизайну пакування. Використання трепінгу дозволяє створювати спеціальні ефекти (блиск, глибина та текстура) роблять пакування більш привабливим та ефектним.



17. Форма, як базова категорія дизайну

Поліна Кузь

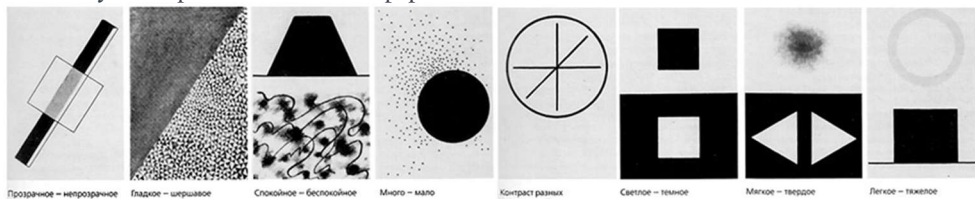
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ВСТУП. Форма відіграє ключову роль у процесі створення візуально привабливих та функціональних об'єктів.

Матеріали і методи. Методологія дослідження базується на соціокультурному та історико-мистецькому методах, які дозволяють виявити роль формоутворення в графічному дизайні пакування

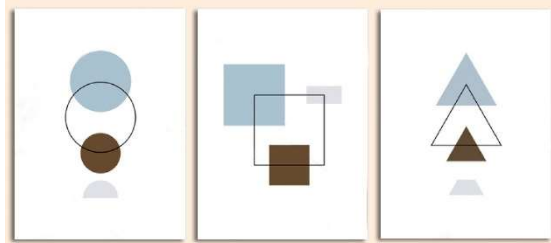
Результати і обговорення. Важливість форми полягає в тому, що вона не лише визначає зовнішній вигляд предмета, а й впливає на сприйняття та взаємодію з користувачем чи спостерігачем. Вона визначає зовнішній вигляд об'єкта і його сприйняття людьми.

З одного боку, форма є інструментом естетичного вираження, що дозволяє спеціалістам створювати унікальні та виразні образи, привабливих інтер'єрів, графічних робіт, продуктів та інших дизайнерських рішень. З іншого боку, пов'язана з функціональністю предметів. Ідеальна форма не лише естетична, але і забезпечує зручність використання. Дизайнер повинен розглядати, як вона взаємодіє з користувачем, забезпечуючи ефективність та комфорт.



Форма може викликати певні емоції та асоціації. Наприклад, круг може асоціюватися з доброзичливістю, тоді як гострі кути можуть створювати враження напруженості чи динамічності. Дизайнер використовує це для досягнення конкретного враження чи повідомлення.

Деякі форми можуть мати символічне значення в залежності від культурних, історичних чи соціальних контекстів. Наприклад круг у багатьох культурах має символічне значення єдності та цілісності. В китайській культурі він часто асоціюється з гармонією і повнотою. У багатьох інших культурах також може символізувати вічність, циклічність і невичерпність. Дизайнер повинен враховувати ці аспекти, створюючи образи та логотипи.



Висновок. У світі дизайну форма виступає як ключовий елемент, який визначає якість, естетику та функціональність об'єкта чи композиції. Вона дозволяє спеціалістам сприймати світ навколо себе через призму краси, структури та символізму. На основі цих відомостей дизайнери розробляють продукти, які не лише вражають зовнішнім виглядом, але й ефективно виконують свою функцію, враховуючи потреби та сприйняття користувачів.

18. Вплив дизайну пакування на просування товару

Поліна Кузь

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ Дизайн упаковки впливає на просування товару в значущий спосіб, оскільки він є першим, що сприймається споживачем на полиці магазину.

Матеріали і методи. Методологія дослідження базується на соціокультурному та історико-мистецькому методах, які дозволяють виявити вплив рекламних традицій на формоутворення в дизайні пакування

Результати і обговорення. Ефективний дизайн пакування може викликати інтерес, залучити увагу та сприяти вирішенню покупцем конкретних товарів. Деякі з аспектів, які варто враховувати:

Привабливість: Яскраві, привабливі кольори та цікавий дизайн можуть звертати увагу споживачів і робити товар помітнішим серед інших аналогів.



Інформативність: Упаковка повинна містити достатньо інформації про товар, таку як склад, характеристики, інструкції, термін придатності. Це допомагає покупцеві зробити обдуманий вибір.

Відображення бренду: Дизайн повинен відображати корпоративний стиль та цінності бренду. Це допомагає створити унікальний і впізнаваний образ компанії.

Ергономіка: Упаковка повинна бути зручною для транспортування та використання. Легке відкриття, вигідне розміщення товару та інші фактори можуть зробити продукт більш зручним для споживача.

Екологічність: Зростаюча увага до екології спричинила попит на екологічно чисту упаковку. Використання екологічно дружніх матеріалів та проста переробка



можуть позитивно впливати на імідж товару.

Відмінність від конкурентів: Дизайн повинен робити товар відрізняючись від інших продуктів на ринку, сприяючи його виходу вперед серед конкурентів.

Узагальнюючи, дизайн упаковки виступає як важливий елемент маркетингової стратегії, допомагаючи створити позитивний імідж товару та залучити цільову аудиторію.

Висновки. Таким чином, упаковка є важливим елементом маркетингу, що впливає на сприйняття споживачами товару і формування думки про нього. Упаковці властиві як інформативні, так і емоційні властивості. Упаковка володіє рядом маркетингових функцій, повна реалізація яких можлива тільки при дотриманні основних вимог до оформлення упаковки. Для оцінки ефективності упаковки маркетингові агентства використовують різні методи дослідження, що включають як класичні методи тестування, так і власні розробки.

19. Символи і метафори. Їх роль у дизайні

Поліна Кузь, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ВСТУП Символи та метафори є основою нашого мислення, а у графічному дизайні вони відіграють важливу роль сприяючи формуванню спогадів, пробуджують психологічні установки дитинства та навчання, що в кінцевому результаті полегшує сприйняття інформації та формуванню вражень від графічного продукту. «... ми виявили, що метафора широко поширена в повсякденному житті не лише в мові, але й у думках і діях. Наша звичайна концептуальна система, в термінах якої ми і думаємо, і діємо, є фундаментально метафоричною за своєю природою.»[1].

Матеріали і методи. Методологія дослідження базується на соціокультурному та історико-мистецькому методах, які дозволяють виявити роль символів та метафор в еволюції свідомості на основі візуального мислення.

Результати і обговорення. Символ може бути конкретним об'єктом, знаком або ідеєю, який має певне значення, що може бути розпізнане аудиторією. Наприклад, яблуко може виступати як символ знань або технологій. Свічка може слугувати втіленням надії, внутрішнього світла чи пам'яті. Кінь може символізувати силу, вільну душу та стрибучість.

Метафора використовується для порівняння різних концепцій, дозволяючи аудиторії легше розуміти складні ідеї через асоціації. Наприклад, стрілка, яка швидко рухається вгору, може слугувати метафорою для успіху чи прогресу.

Об'єднуючи символи та метафори в дизайні, можна створити потужний імідж, що легко запам'ятовується та сприймається. Наприклад, логотип компанії може містити символ, який відображає їхню основну ідею чи цінності, а метафори в рекламних матеріалах можуть підкреслити переваги продукту або послуги.

Їх застосування у дизайні також дозволяє створювати емоційний зв'язок із споживачами, оскільки вони сприяють формуванню унікального стилю та ідентичності бренду. Це важливо в сучасному світі, де конкуренція велика, і вирізнення свого продукту чи бренду має велике значення для привертання уваги споживачів.

Висновки. Таким чином, символи є важливим елементом маркетингу, що впливає на сприйняття споживачами товару і формування думки про нього. Символам властиві як інформативні, так і емоційні властивості. Символи володіють рядом герменевтичних функцій впливу на підсвідомість, повна реалізація яких можлива тільки при дотриманні основних вимог когнітивної психології. Для оцінки ефективності впливу символів психологи використовують різні методи дослідження, що включають як класичні методи тестування, так і власні розробки.



Література

1. Lakoff George and Johnsen Mark (2003) *Metaphors we live by*. London: The university of Chicago press. The University of Chicago Press, Chicago, 60637 The University of Chicago Press, Ltd., London 1980 by The University of Chicago -276с. (paperback) [пер. укр. Кадомського С.В., 2023р.]
2. Дениско, П. Інсайт: Візуальні й мультимодальні метафори в живописі, скульптурі, кіно та інших візуальних мистецтвах / П. Дениско. – Полтава: Говоров С., 2021. – 247 с.

20. Чим дизайн відрізняється від мистецтва?

Андрій Зінченко, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Графічний дизайн – це важлива галузь, що створює візуальні комунікації за допомогою зображень, тексту та інших графічних елементів. Від античних до сучасних часів, ця сфера впливала на культуру, комунікацію та мистецтво. Чи може навпаки? Об'єктами графічного дизайну є: газетно-журнальна графіка, система візуальної комунікації (веб-дизайн, телевізійна та промислова графіка (товарні й фірмові знаки, пакування, логотипи...), супер графіка – великі графічні елементи міського середовища.

Матеріали і методи. Аналіз візуальної культури сучасного суспільства.

Результати й обговорення. Художнє мистецтво та графічний дизайн - це два важливих члена візуального усвідомлення світу. Мистецтво - це самовираження, тоді як дизайн має на меті повідомити про призначення, щоб вирішити проблему. Мистецтво можна тлумачити різними способами, тоді як дизайн не може бути тлумачним, швидше, вони повинні ефективно спілкуватися і чітко.

Мистецтво - це самовираження творчих або образних ідей або емоцій художника. Дуже важко пояснити мистецтво, оскільки воно має тенденцію брати абстрактну форму. Люди часто використовують слово art у контексті картин або скульптур. Тим не менш, він має застосування в різних областях.

Мистецтво є продуктом мислення художника, пов'язаних з чимось. Це часто красиво і цінується любителями мистецтва. Здебільшого мистецтво пов'язане з прекрасними візуальними композиціями. Відносини між мистецтвом і дизайном по-різному описуються різними людьми. Однак більшість з них вважає, що навіть якщо вони вважаються різними, вони іноді накладаються один на одного.

Дизайн зазвичай визначається як створення дизайнера, який є результатом плану і розроблений для вирішення конкретної проблеми. Простий ескіз зовнішньої частини будівлі також є дизайном. Тому термін «дизайн» застосовується в різних областях завдяки його практичному використанню. І мистецтво, і дизайн пов'язані з візуальними композиціями. Але мистецтво пов'язане з творчим аспектом, тоді як дизайн пов'язаний зі структурним і практичним аспектом.

Мистецтвом керують внутрішні обмеження, які накладають самі художники. З іншого боку, дизайн зазвичай керується зовнішніми обмеженнями (комерційними). Мистецтво виробляється художником, додаючи інгредієнти думок, уяви і досвіду. Проте, проекти більш організовані, оскільки вони, як правило, народжуються для вирішення певної проблеми; як розчин.

Мистецтво не може обмежуватися будь-якими межами, воно поширює крила в залежності від уяви художника, але дизайн, як правило, зобов'язаний слідувати певній схемі. Мистецтво не має конкретної комерційної цілі, а не є вираженням художника. Дизайнери в основному обізнані з багатьма інгредієнтами, пов'язаними з дизайном, навіть перед тим, як викласти роботу, як відправну точку. Обидва вони також розрізняються в контексті їх інтерпретацій. Мистецтво забезпечує свободу тлумачення різними способами. З іншого боку, дизайн повинен просто передати повідомлення за бажанням дизайнера. Художник найчастіше народжується з природним талантом здатності створювати мистецтво, а дизайнер здобув свої навички через навчання.

Висновок. Мистецтво можна вважати індивідуальною творчою формою, тоді як дизайн можна розглядати як інструмент масової культури.

21. Роль колірної гами в графічному дизайні

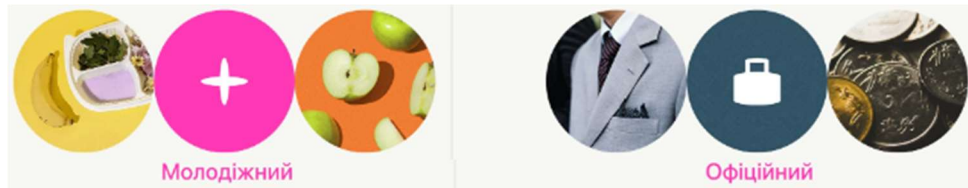
Юлія Слободянюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Колористика – наука про колір, вивчає не тільки основні характеристики кольору, а й закономірності психологічного сприйняття кольору.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних пакувань і тенденції їх дизайну.

Результати й обговорення. Колірна гама проекту виконує одразу декілька задач: підкреслює індивідуальні риси проекту; допомагає створити візуальну відмінність проекту від конкурентів; забезпечує гармонійне сприйняття продукту та передачу контексту. Кольори розповідають про характер проекту та спрямованість на цільові фокус (споживчі) групи. Орієнтація проекту визначається відношенням до діяльності та офіційної манери спілкування.



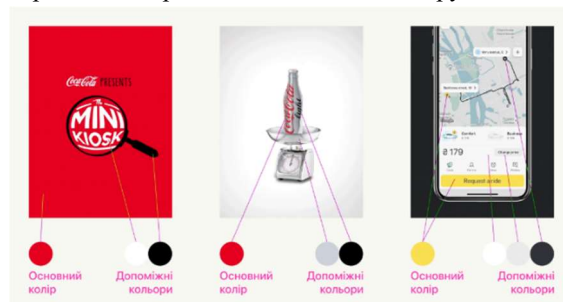
Ми, певно, і самі цього не помічаємо, але часто саме завдяки колірним гамам ми відрізняємо поміж собою банки, споживчі товари, фітнес-зали та бренди з будь-якої категорії чи галузі.



В більшості графічних дизайн-продуктів співіснують різні кольори, що виконують різні завдання. І оскільки ці завдання мають різну вагу, в кольорах також є візуальна ієрархія. за ієрархією, за функцією.

З типографіки відомо, як влаштована ієрархія змісту в роботі з текстами. На ієрархію змісту впливає смисловий контекст, а з іншого – візуальна інтерпретація. Подібним чином ієрархія влаштована і в колірних гамах. Основні кольори задають стилістичний напрям проекту, визначають його емоцію. Відповідно, ці кольори мають більшу насиченість та мають бути найбільш виразними в межах композиції. Допоміжні кольори часто використовуються для тла з метою підкреслення виразності головного кольору.

Висновки. Колір – це один з головних чинників у візуальному сприйнятті людиною оточуючого світу і це явище широко використовується у графічному дизайні.



22. Психологічні принципи, які використовуються в графічному дизайні

Юлія Слободянюк, Сергій Кадомський

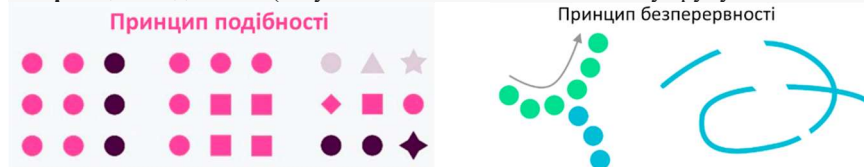
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ВСТУП. Графічний дизайн і психологія нерозривно пов'язані між собою.

Матеріали і методи. Дослідження культури зорового сприйняття людини

Результати і обговорення. Дизайн та психологія тісно пов'язані між собою. Ефективно застосовані принципи психології впливають на сприймання користувачів дизайну, продукту в цілому. Вони можуть викликати певні емоції, реакції, почуття, що неодмінно залишить слід в пам'яті споживачів. Тож давайте розберемося, які психологічні принципи застосовують в графічному (і не тільки) дизайні.

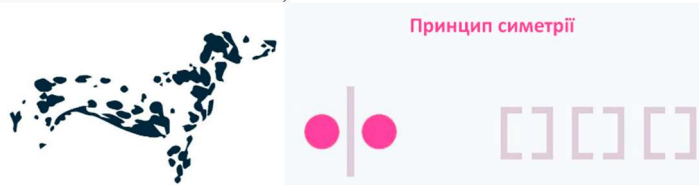
1. **Принцип подібності** (базується на бажанні нашого мозку групувати об'єктом)



Гарним доповненням є те, що спочатку людський мозок намагається розрізнити об'єкти схожі за кольором, потім – за розміром, і формою.

2. **Принцип безперервності** (людське око постійно намагається утворити плавні єдині лінії, незважаючи на те, як вони намальовані). Принцип безперервності – гарний інструмент, щоб спрямовувати погляд користувача в певному, потрібному напрямку. Оскільки око слідкує за однією лінією, розміщення серії елементів у рядку, один за одним, природньо зверне увагу споживача на них.

3. **Принцип близькості/замикання** (коли бачимо зображення з прогалинами, то наш мозок автоматично їх заповнює)



Зображення, які можуть бути просто набором різних елементів, ми можемо сприйняти, як відомий нам об'єкт. Наприклад, на цьому малюнку бачимо чорні цятки, плями, які розташовані близько один до одного. Наш мозок, спираючись на вже відому йому інформацію, бачить тут собаку, далматинця.

4. **Принцип симетрії** (симетрія=порядок, а наш мозок обожає порядок), він ідентифікує симетричні об'єкти частинами однієї групи. Це створює враження стабільності, порядку. Елементи не викликають відчуття безладу, порушення рівноваги, оскільки це може порушити закладений меседж. Люди по природі є уособленням симетрії. Також наш мозок автоматично вважає все симетричне або подібне до правила золотого перерізу красивим та естетичним, привабливим.

5. **Принцип фігура-тло** (базується на тому, що наше око прагне бачити об'єкти, відокремлюючи їх від оточення). Застосування принципу ми часто зустрічаємо в різних психологічних тестах – що ви побачили першим. Яскравий приклад – це зображення, де два обличчя створюють своїми гранями свічник. Наш мозок сприймає то свічник фігурою, а все інше тлом, чи навпаки – обличчя фігурами.



Висновок. Усі описані принципи належать до гештальт теорії зорового сприйняття.

23. Логотипи, їх створення

Юлія Слободянюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ВСТУП. Логотип – візитна картка будь-якої компанії. Логотип символізує все, що являє собою бізнес – ваша обіцянка клієнтові, послуги та пропозиції, якість, надійність і все, що відрізняє вашу компанію від інших. Це перший крок до позиціонування та розвитку бренду.

Матеріали і методи. Дослідження логотипів сучасного ринку України.

Результати і обговорення. Логотип створює індивідуальність вашого бізнесу і відображає індивідуальність вашої компанії. Це основа маркетингової стратегії бренду, яка повинна бути ретельно розроблена, щоб захопити увагу споживача. Логотип повинен бути не тільки унікальним і простим для розуміння, але і ефективно передавати сенс вашого бренду.

Правильно підібраний логотип повинен бути унікальним і легко ідентифікуватися; кольори і зображення повинні бути пов'язані з брендом вашої компанії; шрифти - бути розбірливими. Необхідно синхронізувати з найменуванням компанії. Логотип повинен легко запам'ятовуватися і справляти добре враження, а також бути сумісним для використання на різних платформах.

Вже придумано безліч різних логотипів. Але, умовно їх можна віднести до декількох різновидів. **Текстові** – містять тільки текст, без зображень. До цього виду відносяться як аббревіатури, так і назва компанії цілком. **Графічні** – це картинки, малюнки, зображення. Найчастіше вони прості, без складних елементів. Графічні елементи можуть бути конкретними та абстрактними. Мені подобаються в стилі 90-х. **Комбіновані** – поєднують в собі картинку і текст. Як правило, це символ та аббревіатура або повна назва компанії. Таке поєднання допомагає споживачеві краще запам'ятати бренд. Також є **емблеми**. Це вже не простенький символ, а справжнє художнє зображення. При складанні такого лого потрібно враховувати сполучуваність текстової та графічної частини, кольорів та форму емблеми. Назва компанії або аббревіатура, написані шрифтом, схожим не на напис, а на символ називається **логознаком**.

Розробка логотипу – найскладніша частина створення бренду для компанії і включає наступні етапи.

Дослідження ринку. Необхідно провести дослідження галузі, цільової аудиторії, конкурентів і дизайнерів логотипів, які були використані в минулому, поточні тенденції. Оригінальність і універсальність мають вирішальне значення для успіху логотипу на ринку. **Правильний шрифт** – він повинен бути простий, розбірливий, також необхідно, щоб він синхронізувався з зображеннями логотипу. Враховуйте також обсяг тексту, обсяг пам'яті, доступність усвідомлення, кольори. При виборі зображення важливі його розмір і положення, це впливатиме на відношення до вашого бренду цільової аудиторії. Вибрані кольори не повинні бути занадто яскравими і повинні відповідати бренду компанії. Логотипи повинні добре виглядати як в кольорі, так і в чорно-білому. Проектування логотип, супроводжується пошуком гарного слогану (бінарне кодування), який передає послання бренду компанії. Слогани повинні бути простими і йти пліч о пліч з загальним дизайном логотипу.

Висновки. Проектування логотипу це складний процес, до якого не можна підходити легковажно. Для проектування логотипу необхідно мати високу психологічну і графічну культуру.

24. Інструменти "Пензель" та їх властивості в Adobe Illustrator

Марина Сторожук, Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ВСТУП Сучасні графічні програми мають чудові інструменти, які дозволяють швидко створювати малюнки та високоякісні графічні проекти.

Матеріали і методи. Дослідження і досвід роботи з програмою Adobe Illustrator.

Результати і обговорення.

Інструмент «Художній пензель» дає змогу намалювати контур мазком пензля, щоб ми могли створювати виразні малюнки вільної форми, в яких можна з легкістю редагувати форму й зовнішній вигляд. Пензлі дозволяють нам стилізувати вигляд контурів.

Цей інструмент можна знайти на панелі завдань, або ж активувати його за допомогою клавіші (B). В Illustrator доступний ряд різних пензлів: каліграфічні, дискретні, об'єкти, візерункові ворсові та багато іншого.

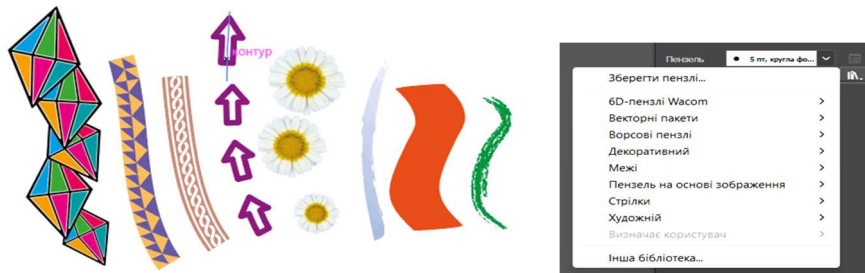
Каліграфічні. Створюють обведення, які намальовані за допомогою вигнутої точки каліграфічної ручки та намальовані вздовж центру контуру.

Дискретні. Розподіляють копії об'єкта вздовж контуру, наприклад, корівку або листок.

Об'єктні. Розтягують форму пензля або об'єкта, рівномірно вздовж довжини контуру.

Ворсовий. Мазки ворсового пензля виглядають, як мазки справжнього пензля зі щетинками.

Візерункові. Розфарбовують візерунок, який складається з окремих сегментів, що повторюється вздовж контуру.



Панель пензлів («Вікно» → «Пензлі») відображає пензлі для поточного файлу. Кожного разу, коли ми виділяємо пензель у цій бібліотеці пензлів, він автоматично додається на панель пензлів. Також у нас є змога створити власний пензель на панелі, але зберігається лише на тому файлі, де створювався дизайн пензля.

У меню панелі можна поставити або прибрати галочку показу пензлів.

Також доступно тут створити, дублювати, вилучити обведення пензля, виділити всі невикористані пензлі. Контролювати їх вигляд, або ж вигляд мініатюр або у вигляді списку. Допустиме переміщення пензля на нове місце, тобто можна переміщувати пензлі лише у рамках їхнього типу. Наприклад, не можливо перемістити каліграфічний пензель в область дискретного.

Висновок: Поза межами програм, за допомогою пензля можна малювати лише мазками фарби, а за допомогою ілюстратора нам дається можливість не просто малювати ілюстрації стилем різних пензлів, а добавляти різні форми, вигляд і стилізацію їх, для отримання бажаних результатів.

25. 3-D і матеріали в Illustrator, для чого вони потрібні?

Марина Сторожук, Арина Токарева

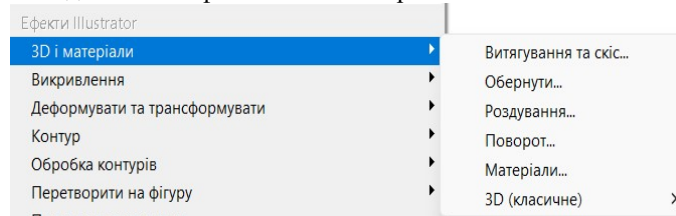
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. 3D-ефекти дозволяють створювати тривимірні (3D) об'єкти з двовимірної (2D) ілюстрації.

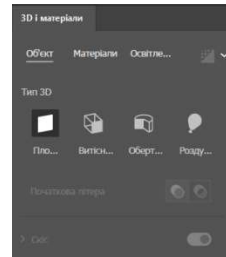
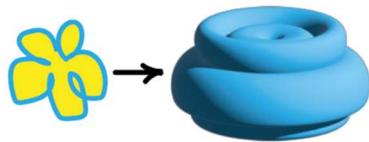
Матеріали і методи. Дослідження і досвід роботи з програмою Adobe Illustrator.

Результати і обговорення. 3D-ефекти дозволяють створювати тривимірні (3D) об'єкти з двовимірної (2D) ілюстрації. Виглядом цих об'єктів можна керувати за допомогою освітлення, затінення, повороту і інших властивостей.

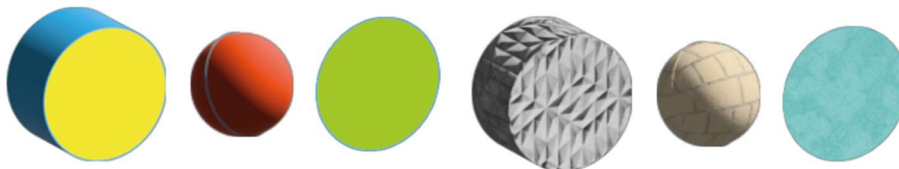
Ця панель знаходиться в «Ефект → 3D і матеріали».



Нам надається змога з фігури зробити витягування, обертання, роздування, поворот тощо. Вибравши витягування та скіс, нам відкриваються панель, в якій ми можемо створити 3-Д фігуру.



Також можна змінити заливку об'єкту в «Матеріали», роблячи йому вигляд, наче фігура зроблена з бетону чи іншого матеріалу. Ще в панелі 3Д можна змінити місцезположення падіння світла в «Освітлення», для потрібного вигляду світла та тіні об'єкту.



Висновок: Створення фігури з 2D в 3D доволі цікавий процес, завдяки якому можна з простого об'єкту реалізувати трьохвимірну фігуру чи навіть текст. Наприклад, можна створити в Illustrator вазу та накласти на неї візерунки, падіння світла та тінь. Створивши вазу чи інший предмет, його можна обернути щоб повністю оглянути об'єкт.

26. Особливості дизайну етикеткової поліграфічної продукції

Арина Токарева, Микола Десик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ВСТУП Дизайн поліграфічної продукції залежить від виду продукції, поставлених задач та уподобань клієнта.

Матеріали і методи. Дослідження дизайну етикеткової продукції.

Результати і обговорення. Основою дизайну є колір. 60% першого враження про продукт формується на основі кольору етикетки чи упаковки. А 85% покупців обирають товар саме на основі уподобання кольору. Не будимо зупинятись на психології базових кольорів, які добре описані в літературі [1]. Слід відмітити, що використання двох кольорів не досить ефективне. За психологічними дослідженнями, найкраще слідувати «правилу трійок», які сприймаються веселіше, більш ефективно.

При виборі базового кольору етикетки враховувати також колір упаковки/тари та колір продукту (якщо його видно в упаковці). Колір усіх відомих напоїв гармоніює із тарою та етикеткою. Звісно, чудово, якщо ковпачок пляшки співпадає за кольором із етикеткою, а якщо ні то зразу відчувається наскільки менш привабливим стає товар.

Також важливо розуміти співставність дизайну етикетки і логотипу.

Необхідно звертати увагу на читабельність тексту. Якщо хочете розмістити великий малюнок, то краще велику кількість тексту розмістити окремо так, щоб не закривати зображення. Для покращення читабельності можна виділяти кольором лише окремі елементи. Наприклад, якщо фон темного кольору, але потрібно розмістити штрих-код або ж акцентувати увагу на певній частині, робиться «віконечко» білого чи світлішого кольору. Пастельні кольори викликають відкритість і безтурботність, мають заспокійливий ефект. Вони також часто асоціюються із весною, жіночністю, тому часто використовуються для косметичних засобів. Ніщо не є більш привабливим, ніж щось блискуче. Можливо варто спробувати срібні чи золоті металеві або металізовані матеріали для друку. Вони уособлюють якість, що робить їх ідеальним варіантом для маркетингу преміум-продукту. Спробуйте використовувати срібло, щоб показати чарівність і вишуканість. Срібло також часто асоціюється з водою, викликає зниження тривоги і приносить гармонію розумово, фізично і емоційно. Золото асоціюється з вишуканістю, є більш символічним для розкоші і якості, ніж його колега. Для продуктів ручної роботи, створення натурального або рустикального ефекту («продукт із грядки»), обгортковий папір (коричневий крафт) є ідеальним варіантом. Коричневий колір може допомогти Вашому продукту дійсно виділитися і ідеально підходить для товару, який, як то кажуть «зроблено-з-любов'ю». Етикетки із крафту також сприяють відчуттям надійності і комфорту, які забезпечує коричневий колір. При використанні в пакуванні картону ці етикетки можуть зливатися. Іноді цього і добиваються дизайнери, створюючи плавний перехід у зовнішньому вигляді між пакуванням та етикеткою.

Мінімалістичний підхід являє собою сучасний тренд і простий спосіб показати своїм клієнтам, що продукт має значення. Етикетки на прозорій плівці дозволяють роздивитися товар в упаковці, створюють враження чистоти продукту. Вони творять чудеса в поєднанні з косметичними засобами, напоями і харчовими продуктами.

Висновки. Положення психології відіграють велику роль у сприйнятті пакувальної та етикеткової продукції.

Література

1. Harald Braem «Die Macht der Farben. Bedeutung & Symbolik © 2009 Wirtschaftsverlag Langen Müller/Herbig in der FA. Herbig Verlagsbuchhandlung GmbH, München.

27. Технологія пріоритетного кольоровідтворення в репродукційній системі.

Арина Токарева

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ Сучасні споживачі поліграфічної продукції ставлять перед поліграфічними підприємствами все більш і більш високі вимоги до якості готової поліграфічної продукції, а також до всього поліграфічного репродукційного процесу.

Матеріали і методи. Дослідження і досвід роботи з програмою CMS.

Результати і обговорення. Система управління кольором (CMS) добре справляється із завданням точного відтворення кольору якщо все обладнання якісно відкаліброване і вихідний сигнал за своїм діапазоном більше або дорівнює вхідному. Таким чином, актуальною є задача досягнення відповідності кольорів, які формуються на різних пристроях друкарського процесу. Колір на екрані монітора повинен відповідати кольору на відбитку, одержаному на принтері. Крім того, при наявності на підприємстві декількох моніторів і принтерів, потрібно забезпечити колірну відповідність між ними. Без CMS цю ситуацію виправити вкрай складно і трудомістко. Метою роботи є розробка моделі поетапного перетворення кольорових зображень для досягнення якісного кольоровідтворення в репродукційних системах. Процес розробки інформаційної моделі полягає в отриманні системного об'єкта моделювання, а також моделі потоків даних. Це дозволить проаналізувати та узагальнити інформацію про різні параметри репродукційного процесу і виявити ті з них, змінюючи які можливо досягти необхідної якості відтворення колірної інформації. Сукупність операцій перетворення колірної інформації можна представити в моделі потоків даних. Розроблена інформаційна модель, дозволяє узагальнити інформацію про різні параметри репродукційного процесу й надалі розробляти методи для забезпечення якісного перетворення колірної інформації з необхідною точністю. З точки зору насиченості при адресній корекції колірної інформації, насиченість в основному трохи зменшується, проте, іноді, може істотно збільшитись. Після процесу перетворення, колір дещо втрачає насиченість. Чим більш насичений колір, тим більшою мірою він втрачає насиченість. Однак у деяких випадках адресна обробка призводить до підвищення насиченості при обробці зображень з перевагою в них насичених кольорів [3]. Характер зміни світлоти в чималому ступені залежить від кольору, і – або збільшується, або зменшується. Після серії перетворень світлота і насиченість зображень, підданих обробці, помітно змінювалися. Якщо колір є світлим і насиченим, то його світлота в процесі перетворень зменшується в значній мірі. Якщо ж колір є насиченим, але темний - світлота, навпаки, збільшується. Науковий результат статті полягає в тому, що вперше було систематизовано і запропоновано процес організації потоків даних в репродукційній системі, що дозволяє проаналізувати та узагальнити інформацію про різні параметри репродукційного процесу і виявити ті з них, зміною яких можливо досягти необхідної якості відтворення колірної інформації.

Висновки. Отже можна зробити висновки, що розроблена інформаційна модель дозволяє реалізувати технологію пріоритетного кольоровідтворення, залежно від мети репродукційного процесу, що підвищує точність перетворення колірної інформації оригіналів та, відповідно, якість виробництва друкованих видань.

13.3.

Technological equipment and computer design technology

Chairperson – professor Mykola Yakymchuk

Secretary – Taras Pogorilyy

13.3.

Технологічне обладнання та комп'ютерні технології проектування

Голова – професор Микола Якимчук

Секретар – Тарас Погорілий

1. Дослідження спеціалізованого роботизованого комплексу для групового пакування

Іван Глущенко, Микола Якимчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розробка спеціалізованих роботизованих комплексів (РК) обладнання для групового пакування є перспективним напрямком з огляду на всебічну інтеграцію промислових роботів в харчову та пакувальну галузь. Аналіз наявних спеціалізованих РК показав, що найбільшого розповсюдження знайшли комплекси з 2-4 ступенями вільності шарнірного типу. Одним із етапів проєктування таких РК є визначення залежностей, що описують рух пристрою захоплення з пакованим харчовим продуктом.

Матеріали та методи. Визначити залежності, що описують рух пристрою захоплення з пакованим харчовим продуктом спеціалізованого роботизованого комплексу із 2 ступенями вільності за допомогою вирішення прямої та зворотної задачі кінематики маніпулятора.

Результати. За основу взято РК шарнірного типу Schubert F2 із двома ступенями вільності (Рис.1,а), що виконує операції переміщення масиву пакованих харчових продуктів в групову упаковку. Розрахункова схема (Рис.1,б) відображає кінематичні пари та ланки РК, а також положення та орієнтацію локальних систем координат (x_i, y_i, z_i). Визначення взаємного положення та орієнтації локальних систем координат необхідне при визначенні параметрів ($a_i, \alpha_i, d_i, \theta_i$) та формуванні однорідної матриці перетворення Денавіта–Хартенберга [1].

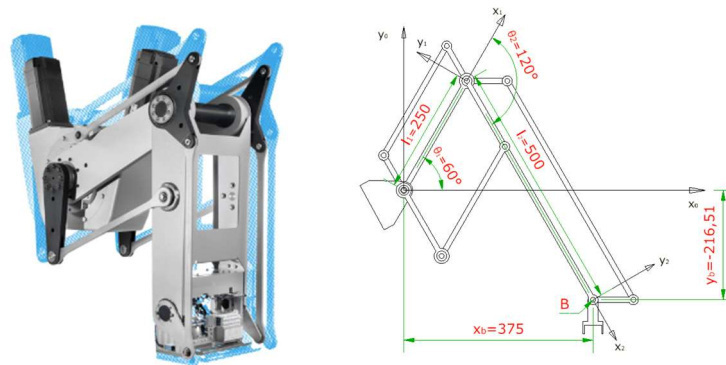


Рис.1: а) РК Schubert F2; б) розрахункова схема РК в початковому положенні пристрою захоплення

Для визначення залежностей зміни координат пристрою захоплення з пакованим харчовим продуктом (точка В) від кутів повороту ланок θ_1, θ_2 було вирішено пряму задачу кінематики спеціалізованого РК методом Денавіта–Хартенберга [2]. Розв'язання полягає у визначенні результуючої матриці переходу шляхом перемноження матриць переходу кожної ланки та отримання функцій зміни координат $X(\theta_1, \theta_2)$ (1.1) та $Y(\theta_1, \theta_2)$ (1.2). Після чого була вирішена зворотня задача кінематики, отримані залежності дозволяють при відомих розмірах ланок визначати зміну кутів ланок $\theta_1(X, Y)$ та $\theta_2(X, Y)$ (2-4) відповідно до заданих координат

захоплювального пристрою в просторі. Задавши траєкторію руху захоплювального пристрою з т.В в т.В' (рис.2,а) за допомогою залежностей (2-4) в програмному забезпеченні MatLab були обраховані відповідні кути ланок ланок θ_1 , θ_2 , які представлено у вигляді тривимірного графіку (Рис.2,б).

$$X = L_1 \cos \theta_1 + L_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \quad (1.1)$$

$$Y = L_1 \sin \theta_1 + L_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \quad (1.2)$$

$$\theta_1 = 2 \operatorname{atan} \left(\frac{2L_1 Y + \sigma_1}{L_1^2 + 2L_1 X - L_2^2 + X^2 + Y^2} \right) \quad (2)$$

$$\sigma_1 = \sqrt{-L_1^4 + 2L_1^2 L_2^2 + 2L_1^2 X^2 + 2L_1^2 Y^2 - L_2^4 + 2L_2^2 X^2 + 2L_2^2 Y^2 - X^4 - 2X^2 Y^2 - Y^4} \quad (3)$$

$$\theta_2 = 2 \operatorname{atan} \left(\frac{\sqrt{(-L_1^2 + 2L_1 L_2 - L_2^2 + X^2 + Y^2)(L_1^2 + 2L_1 L_2 + L_2^2 - X^2 - Y^2)}}{-L_1^2 + 2L_1 L_2 - L_2^2 + X^2 + Y^2} \right) \quad (4)$$

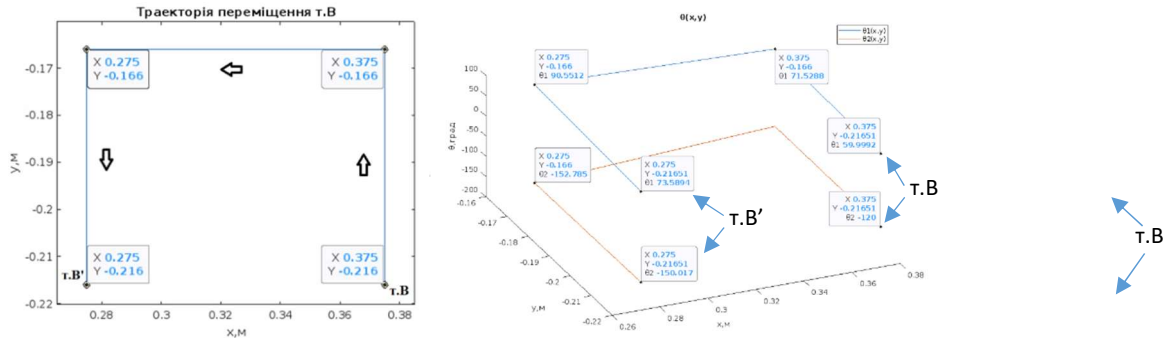


Рис.2: а) траєкторія руху пристрою захоплення з пакованим харчовим продуктом (т. В); б) графік залежності кутів повороту ланок θ_1 , θ_2 від координати пристрою захоплення (т.В)

Отриманий графік відображає значення кутів ланок θ_1 , θ_2 для кожної позиції пристрою захоплення на заданій траєкторії. Кути ланок РК в початковому положенні θ_1 , θ_2 на розрахунковій схемі (Рис.1,б) відповідають кутам θ_1 , θ_2 на графіку (Рис.2,б), що підтверджує достовірність залежностей (2-4).

Висновки. Створена модель в середовищі MatLab на основі отриманих залежностей дозволяє визначати необхідний кут повороту ланок РК, що забезпечує позиціонування пристрою захоплення з пакованим харчовим продуктом, а також позицію проміжних ланок РК. Вирішення цієї задачі є важливим етапом для аналізу прискорень та зусиль, що діють на захоплювальний пристрій, а отже і пакований харчовий продукт. Отримані залежності в подальшому можна використати для розробки системи керування експериментального РК з двома ступенями вільності.

Джерела та література.

1. R.N. Jazar, Theory of Applied Robotics; Kinematics, Dynamics, and Control, 1st ed., Springer US, 2007.
2. Вігуро, Максим & Маляр, Андрій. (2021). Розв'язання прямої задачі кінематики зварювального маніпулятора з шістьма ступенями свободи. Журнал електроенергетичні та електромеханічні системи. 27-34. 10.23939/sepes2021.01.027.

2. Дослідження динамічних характеристик пневматичних приводів мускульного типу у функціонально-мехатронних модулях для робототехнічних комплексів пакування харчових продуктів

Ярослав Войтюк, Микола Якимчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасному світі, де автоматизація і роботизація стають необхідністю у багатьох сферах, особливу увагу приділяють оптимізації процесів у виробництві та упаковці харчових продуктів. Одним із ключових елементів у реалізації цієї мети є використання пневматичних приводів у функціонально-мехатронних модулях, що забезпечують високу ефективність, точність і надійність у процесі пакування продукції.

Матеріали та методи. Одним з найбільш ефективних пневматичних приводів є пневматичний привод мускульного типу. Цей привод, вперше використаний у п'ятдесяті роки минулого століття, відрізняється відмінною точністю позиціонування, високою надійністю та довговічністю. Завдяки простій конструкції і можливості працювати в умовах високого рівня запиленості та в умовах, де існують суворі вимоги до гігієни, завдяки конструкції у якій немає ковзних частин, уразливих для пошкоджень, пневмомускул ідеально підходить для використання у функціонально-мехатронних модулях для пакування харчових продуктів.

Результати. Основною перевагою пневматичних приводів у порівнянні з іншими типами приводів є їхня здатність забезпечувати плавний рух упакованих продуктів, що є критично важливим у виробничих процесах, де потрібно уникати пошкоджень або деформацій продукції. На відміну від існуючих моделей пневматичного мускула, крім бічних і продольних сил, нами була врахована сила еластичної деформації, з урахуванням жорсткості матеріалу оболонки пневмомускула. Для врахування сили еластичної деформації, клітину оболонки було представлено у вигляді двох пружин, розташованих перпендикулярно одна одній. Жорсткості клітини в напрямках до периметру та вздовж довжини виражалися через конкретну жорсткість c_0 (рис.1).

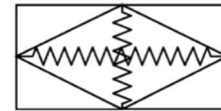


Рис. 1 клітина оболонки пневмомускула

Динамічна модель пневмомускула являє собою систему диференціальних рівнянь, яка складається з:

- Рівняння руху пневмомускула; $mx'' = T - mg - hx'$, де m — маса вантажу, T — сила, створювана пневматичним м'язом, g — прискорення тяжіння ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$), h — коефіцієнт демпфування.

- Рівняння зміни тиску всередині пневмомускула.

$$p' = a_1 \left[\frac{kf\sqrt{RT_s}}{V\sqrt{\zeta}} \sqrt{p_s^2 - p} \right] + (a_1 - 1) \left[\frac{kf\sqrt{RT_s}}{V\sqrt{\zeta}} \left(\frac{p}{p_s} \right)^{\frac{k-1}{2k}} \sqrt{p^2 - p_A^2} \right] - \frac{kp}{V} V',$$

де p_s —

тиск

повітря в лінії подачі, p — тиск всередині мускула, k — коефіцієнт адіабати повітря ($k = 1,4$), f — площа пневмопроводу ($f = \pi d^2/4$, де d — діаметр вхідного отвору), R — газова постійна ($R = 287 \text{ Дж/(кг·К)}$), T_s — температура повітря в лінії подачі, ζ — коефіцієнт опору лінії, V — об'єм пневматичної системи м'язової оболонки після герметизації. a_1 — логічний фактор, що визначає характер динамічного пневматичного процесу в пневматичному м'язі. При $a_1 = 1$ - пневматичний м'яз наповнюється, $a_1 = 0$ - спорожняється.

- Рівняння, що описують зміну сили, об'єму, діаметра, кута сітки та жорсткості оболонки пневмомускула. $V = (\pi D^2 / 4)(L_0 - x)$, де L_0 — початкова довжина пневмомускула, x - довжина скорочення (переміщення навантаження).

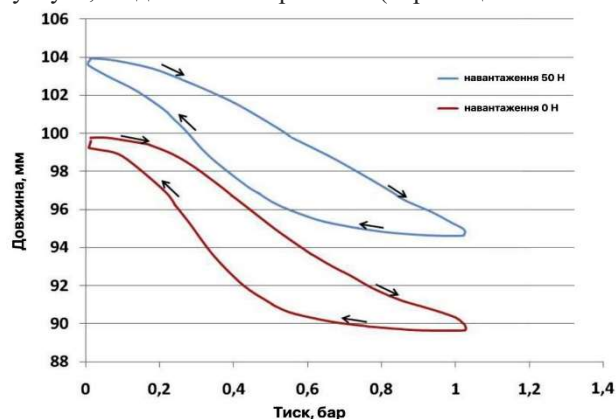


Рис. 2 Залежність довжини скорочення пневмомускула від зміни відносного тиску всередині

Експериментальні дослідження динамічних характеристик проводили при робочому тиску 0 - 1 Бар та масі навантаження на пневмомускул 0 та 50 Н. Вантажна маса була прикріплена до нижнього кінця пневмомускула. На рис. 2 показано залежність довжини скорочення пневмомускула від зміни відносного тиску всередині при різних прикладених навантаженнях. В цілому, отримані криві показують, що в кожному циклі напруги скорочення м'яза зростає, як показано верхньою лінією (стап скорочення), при підвищенні тиску, тоді як при зниженні тиску м'яз розширюється, як показано нижньою лінією (стап розслаблення). Верхня та нижня лінії не збігаються та спостерігається гістерезис. Цей гістерезис може бути частково зумовлений пластичною деформацією трубки, але головним чином викликаний явищами тертя між внутрішньою трубкою та зовнішньою мембраною. Крім того, ці явища вводять порогове значення для тиску подачі, яке потрібно перейти перед тим, як м'яз може почати радіально деформуватися та скорочуватися. Верхня крива має початкову частину з нульовим нахилом. Мускул починає деформуватися, як тільки тиск живлення досягає порогового значення, але в міру підвищення тиску крива для стадії скорочення має тенденцію поступово зменшувати свій нахил до асимптотичного значення. Крива для стадії релаксації також має початкову ділянку, нахил якої майже нульовий. Коли тиск падає нижче певного значення, м'яз починає розтягуватися і повертається до початкової довжини. Дві показані тут криві починаються з різної початкової довжини м'яза залежно від навантаження: крива нульового навантаження починається з номінальної початкової довжини м'яза (100 мм), тоді як крива, побудована з навантаженням 50 Н, починається з більшої довжини, через початкове розтягнення м'яза. Відсоток скорочення при будь-якому заданому тиску подачі практично однаковий.

Висновки. З графіку видно, що реакція пневмомускула на циклічні зміни тиску вказує на його здатність до виконання рухів при різних умовах навантаження. Наявність гістерезису свідчить про те, що пневмомускул не реагує однаково на однакові значення тиску при зміні напрямку.

3. Дослідження ефективності роботи фільтраційного чана в залежності від кількості фільтраційних отворів та висоти сита над рівнем днища

Євгеній Блохін, Микола Якимчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основною проблемою під час фільтрації є нерівномірність екстракції сухих речовин, зменшення швидкості та імовірні зупинки фільтрації.

Матеріали та методи. Моделювання сит виконано у САПР SolidWorks та перевірено їх роботу у модулі SolidWorks Flow Simulation. Розглянуто два варіанти днищ фільтраційних чанів: висота сит над днищем 25 та 16 мм, швидкість фільтрації 160 гл/год, кількість випускних отворів 8 та 20 відповідно, діаметр випускних отворів 100 та 76 мм, діаметр фільтраційного чана 5 м, площа фільтрації 15 % від загальної площі фільтраційного чана.

Результати. За допомогою моделі було виявлена залежність швидкості потоку рідини від: висоти сит над днищем, кількості випускних отворів та їх діаметрів. Результати досліджень відображені на Рис.1 – Рис.4.

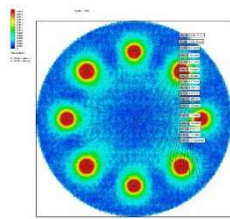


Рис. 1

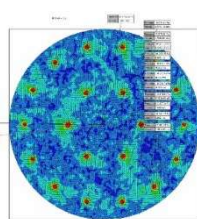


Рис. 2

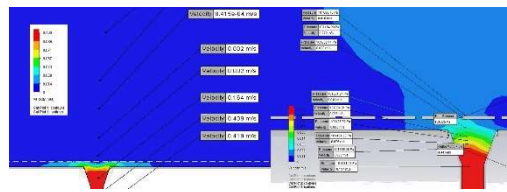


Рис. 3

Рис.4

Комп'ютерне моделювання показало, що зменшення кількості випускних отворів призводить до більш рівномірного витoku суспензії із фільтраційного чану усуваються зони застою рідини (Рис.1), в яких швидкість потоку може падати практично до нуля, сині плями (Рис.2). Більш рівномірне розподілення тисків та швидкостей потоку рідини в зоні над випускним отвором у випадку меншої кількості отворів (Рис.3). Збільшення швидкості та створення більшого потоку безпосередньо над випускним отвором у випадку більшої кількості отворів (Рис.4). Крім того аналіз показав, що підйом сита на висоту 25 мм і більше зменшує імовірність захоплення нижнього шару дробини, що безпосередньо лежить на ситах.

Висновки. На основі проведеного комп'ютерного моделювання було встановлено, що оптимальною з точки зору роботи обладнання є висота підйому сит над днищем в межах 20-25 мм. Яке забезпечує рівномірну швидкість потоку рідини по всій поверхні зверху та знизу, що примикає до сит. Наявність рівномірної швидкості по всій поверхні призводить до рівномірної екстрактивності по всьому шару дробини. Подальше збільшення висоти підйому є недоцільним так як збільшується підситовий простір, що потребує більшої кількості води на початку процесу фільтрації. Зменшення кількості фільтраційних отворів призводить до збільшення швидкості придонного шару рідини, що зменшує імовірність утворення зон накопичення зернової сировини, які унеможливають протік рідини і призводять до нерівномірного виходу екстракту. Кількість спускних отворів та їх діаметри варто вибирати виходячи з технологічних можливостей виготовлення обладнання, а саме розміщення достатньої кількості отворів між існуючими несучими конструкціями фільтраційного чана.

4. Аналіз витрат повітря та електроенергії при роботі пневмоприводів в запірній арматурі

Юрій Войтюк, Микола Якимчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Збереження енергії та оптимізація вуглецевого сліду стає все більш важливим для компаній у харчовій промисловості та виробництві напоїв. Виробництво стисненого повітря, наприклад, для пневматичних технологічних клапанів, створює навантаження на енергетичний баланс.

Матеріали та методи. Передумовою для створення енергоефективної 4-барної системи стисненого повітря або модернізації існуючої системи є те, що всі підключені пристрої можуть бути обладнані відповідними 4-барними приводами. Це можна застосувати для значної частини клапанів: запірних (рис. 1), одно та двосідлових клапанів, дискових клапанів та інших.



Рис. 1

Результати. Вже при збільшенні тиску повітря в системі на 1 бар ми витрачає більше 10% на споживання електроенергії, враховуючи те, що навіть в добре обслугованій мережі стисненого повітря втрата може становити до 20%, згідно досліджень Kaseser Compressors. Кожне зниження тиску в системі на 1 бар може економити приблизно до 8% енергії компресора, завдяки меншим вимогам до компресора та значному зменшенню втрат. Передумовою для створення енергоефективної 4-барної системи стисненого повітря або модернізації існуючої системи є те, що всі підключені пристрої можуть бути обладнані відповідними 4-барними приводами. GEA є першим постачальником клапанів, який запропонував цю опцію для значної частини приводівклапанів (рис. 1).

Харчове підприємство	Виробництво та розлив напоїв
Загальне споживання електроенергії в рік	8.000.000,00 кВт/год
12% пропорційне споживання електроенергії для виробництва стисненого повітря:	960.000,00 кВт/год
Ціна на електроенергію (промисловий тариф 2023р):	6 грн. / кВт/год
Пропорційні витрати енергії для виробництва стисненого повітря (орієнтовно.):	5.760.000,00 грн.
Зниження тиску в системі :	з 6 бар до 4 бар
16% економії енергії компресора шляхом її зниження на 2 бар (приблизно)	153.000,00 кВт/год
Енергозбереженні витрати (орієнтовно):	918.000,00 грн./рік

Компанії, які використовують ці нові можливості для зниження робочого тиску та економії енергії, можуть істотно підвищити прибутковість і стійкість своїх систем.

Висновки. Перехід на систему тиску в 4бари принесе нам значні переваги для виробництва, включаючи економію енергії, зниження експлуатаційних витрат, покращення надійності та саме головне, позитивний екологічний ефект. Насамперед, для досягнення максимальної користі, важливо провести всебічний аналіз та аудит пневматичної мережі підприємства та врахувати специфіку використання обладнання та технічні характеристики і вимоги до продуктивності.

5. Рекуперація енергії в пневматичному приводі в обладнанні харчових виробництв

Тетяна Якимчук, Юрій Якимчук, Тарас Погорілий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Аналіз конструкцій обладнання харчових виробництв дозволив розробити висновок, що основним видом приводу в них є пневмопривод. До недоліків використання пневматичного приводу можна віднести мале ККД (біля 15 %), велика собівартість виконання операції за рахунок відсутності рекуперації енергії. Аналіз пневматичних схем керування сучасного обладнання дозволив зробити висновок про спробу виробників активно впроваджувати в них функцію енергозбереження.

Матеріали та методи. Розробити нові пневматичні схеми керування пневмоциліндрами з функцією рекуперації енергії в функціональних модулях обладнання для харчових виробництв.

Результати. Розроблена математична модель астатичних процесів, що протікають при гальмуванні вихідної ланки пневмоприводу в функціональних модулях обладнання харчових виробництв шляхом протиску повітря в додатковий об'єм (ресивер); отримано загальні функціональні залежності критеріїв робочого часу і енерговитрат від початкових параметрів додаткового об'єму в пневмоприводах в функціональних модулях обладнання харчових виробництв (рис 1); встановлено раціональні параметри додаткового об'єму (ресивера).

Для перевірки запропонованих пневматичних схем, їх оптимізації та удосконалення були виготовлено експериментальну установку та проведений багатофакторний експеримент.

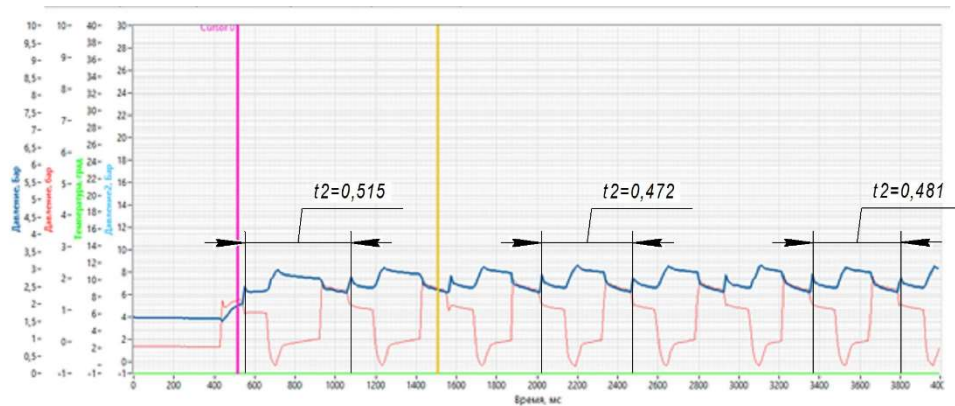


Рис.1: Графік залежностей часу від тиску при магістральному тиску 4 бари, початковому тиску в ресивері 4 бари

Висновки. Аналіз результатів багатофакторного експерименту дозволив визначити оптимальне значення тиску в додатковому об'ємі (ресивері) та встановити, що зменшення початкового тиску нижче 0,3 МПа негативно впливає на швидкодію пневматичної системи та залежить від величини додаткового об'єму ресивера.

6. Удосконалення різального механізму м'ясної сировини з курятини

Володимир Шкарупа, Валерій Мирончук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На споживчому ринку України значне місце посідають вироби із м'яса птиці: фарші, ковбаси, паштети, начинки пельменів та інше. Якість подрібнення м'ясної продукції залежить від характеристик різального механізму. В процесі перероблення м'яса птиці операції різання значною мірою впливають на рівень енергетичних витрат на цей процес та якісні характеристики кінцевого продукту.

Матеріали і методи. Під час подрібнення, лезова частина енергії, до 80 %, витрачається на подолання сил опору тертя, що в свою чергу провокує підняття температури м'ясної сировини до 60°C. Це призводить до інтенсивної денатурації білка, що істотно впливає на погіршення харчових властивостей фаршу.

Результати. В сучасних конструкціях різальних механізмів для м'ясної сировини рівномірність розподілу контактного навантаження в системі «різальний ніж – м'ясна сировина» не є сталою величиною. В зв'язку з цим сили, що витрачаються на різання зростають разом з енергетичними витратами. Виходячи з цього, постає необхідність використання таких конструкцій різальних ножів в яких сила різання рівномірно розподілена по всій довжині ріжучого леза ножа. Такі умови досягаються при сталому куті нахилу ріжучої кромки ножа, який для фаршу з м'яса курятини складає 30° – 32°, та кутом загострення леза 20°. Конструкція зі сталим кутом нахилу різальної кромки ножа відповідає логарифмічній спіралі. Це забезпечує стале зусилля різання по всій довжині різальної кромки леза ножа. Використання таких ножів зменшує температуру подрібнюваної сировини, усуває негативні умови для денатурації білка, що підвищує якісні характеристики отриманого фаршу. У підсумку витрати енергії на процес подрібнення м'яса курятини суттєво зменшується.

Висновок. Використання конструкцій різальних ножів зі сталим кутом нахилу різальної кромки для отримання фаршів з м'яса курятини мінімізує енергоспоживання в процесі різання, зменшує температуру подрібненої сировини, зводить до мінімуму денатурацію білка та підвищує споживчу якість отриманого фаршу.

Література.

1. Інноваційне обладнання м'ясопереробних виробництв: Підручник / О.М.Чепелюк, О.М. Гавва, І.Г. Бабанов та ін. – К.: Сталь, 2021. – 805 с.
2. Технологія і механізація виробництва мясомолочних продуктів. У 2 кн. Кн 1. Технологія і механізація виробництва м'яса і м'ясопродуктів: Підручник / О. В.Гвоздев, Ф.Ю.Ялпачек, Н.П.Загорко, Т.О.Шпиганович; за редакцією О.В.Гвоздева. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2012. – 532с.

7. Застосування CFD технологій для дослідження гідродинамічних характеристик відцентрового насосу

Олександр Логвін, Сергій Блаженко, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З розвитком комп'ютерних технологій все більшої популярності набувають інформаційні технології проектування та оптимізації технологічного устаткування. Метод комп'ютерного моделювання гідродинаміки (CFD) дозволяє досліджувати процеси у насосах у віртуальному середовищі, не вдаючись до дорогих і трудомістких фізичних експериментів.

Матеріали і методи. Метою роботи було дослідження робочих характеристики конструкції відцентрового насосу для перекачування рідини в умовах виробництва харчової продукції. В якості засобу для проведення імітаційного моделювання була використана система інженерного аналізу Autodesk CFD.

Результати. Моделювання роботи відцентрового насосу, що базувалося на ротаційному об'ємі, без навантаження з вільним потоком рідини, підтвердило відповідність отриманих даних реальному процесу переміщення рідини в насосі. На рис.1 представлено розподіл швидкості потоку рідини в повздовжньому перерізі насоса. Потік в міжлопатевому просторі рухався у відповідності до напрямку обертання колеса насоса із збільшенням величини швидкості від центру до периферії за рахунок відцентрових сил. Витрати рідини, що проходила через насос змінювалася в межах від максимальної 61,7 м³/год до 0 (робота насоса при закритому напірному трубопроводі) при цьому тиск вимірювався на виході з насоса і складав від 0 до 0,37 МПа. Для визначення робочих показників відцентрового насоса, а саме напірно-витратної характеристики, були використані наступні показники моделювання за 12 сценаріями дослідження: значення тиску що розвиває насос; гідравлічний момент лопатевого колеса; витрати рідини. На основі експериментальних даних та розрахункових показників, було отримано значення напору рідини, гідравлічної потужності, потужності насоса та коефіцієнта корисної дії в залежності від витратної характеристики насоса (рис.2).

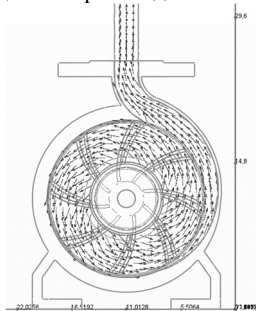


Рис.1. Розподіл швидкості потоку
повздовжньому перерізі насосу

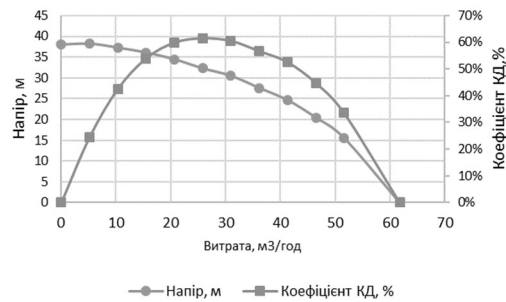


Рис.2. Залежності ККД та напору від витрати насоса

Було визначено, що максимальному значенню ККД відповідає подача $Q = 25,8$ м³/год при напорі 34,5 м.в.ст. При практичному використанні відцентрового насоса найраціональніші його робочі параметри знаходяться в діапазоні витрати 20-30 м³/год при напорі від 30 до 35 м.в.ст., що буде відповідати найвищим показникам ККД.

Висновки. CFD технології дозволяють проаналізувати вплив різних конструктивних параметрів насоса, таких як форма й розміри роторів, камери тощо, на його характеристики. Це дає змогу оптимізувати конструкцію для досягнення максимальної продуктивності та енергоефективності.

8. Удосконалення методик відцентрового пиловловлювання в системах очищення відпрацьованого повітря в сушильних комплексах барабанного типу

Олексій Гордон, 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%.

Методи досліджень. 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 і обговорення. Проведено моделювання та обчислення гідродинамічних властивостей «мокрого» 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.

Висновок. 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. Теворовський Б.З. Розрахунки пристроїв для очищення промислових газів від пилу: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1991. – 89 с
2. <http://journals.uran.ua/tarp/article/viewFile/38301/35166>
3. <http://oil-filters.com/scrubbers/>

9. Визначення впливу коливань потоків теплоносія на перебіг процесу сушіння в дискових розпилювальних сушарках промислового типу

Віталій Коваленко, Валентин Туфекчі, Юрій Вересоцький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією з глобальних проблем є збереження енергоресурсів, впровадження енергозберігаючих технологій. Важливим етапом багатьох технологічних процесів, які використовуються в харчовій, хімічній, фармацевтичній, та інших галузях промисловості України, є процес сушіння, який споживає багато енергії. Тільки в хімічній та харчовій промисловостях потрібно сушити близько 200000 різних продуктів (понад 80% з яких – дисперсні матеріали), на що споживається близько 15% палива та електроенергії, що виробляється.

Методи досліджень. Сушіння розпилювачем є технікою, яка широко використовує камери сушіння типу «циліндр на конусі». Структури повітряних потоків всередині таких камер зазвичай регулюються тимчасовими коливаннями, які впливають на рух частинок. Самостійні коливання посилювалися великою швидкістю основного входу гарячого повітря (теплоносія), тоді як нижча температура їх призводила до більш плавних коливань.

Структура проведених у роботі досліджень базується на системному поєднанні методів оптимізації комп'ютерного моделювання ANSYS FLUENT (CFD технологій), проведених експериментальних досліджень, математико-статистичного аналізу, теорії гідрогазодинаміки і тепло- та масоперенесення.

Результати і обговорення. Імітаційні роботи показали, що самостійні коливання в першу чергу можна віднести до дисбалансу тиску в областях, прилеглих до центрального струменя. Числові дослідження показали, що більший діаметр камери при відносно меншій швидкості вхідного струменя потенційно полегшить дисбаланс тиску, врешті-решт усунувши самостійне коливання. Проведено моделювання і ряд досліджень зміни швидкостей, температури та напрямків руху потоків теплоносія усередині камери сушіння.

Висновки. Моделювання показали, що головна особливість сушильної камери- це головний осьовий струмінь, що надходить у верхню частину камери.

Струмінь сповільнюється, коли він рухається далі в сушарку і рухається навколо центральної осі.

Література

1. Туфекчі В.І., Вересоцький Ю.І., Дослідження верхнього жалюзійного розподілення теплоносія та визначення ефективних параметрів сушіння в комплексах розпилювального типу. Харчова промисловість. 23 грудня 2021 року НУХТ, 2021 // 2021 - № 30 – с 96 – 109.
2. H. Jubaer, S. Afshar, J. Xiao, XD Chen, C. Selomulya, MW Woo, On the effect of turbulence model on CFD simulation of a counter-current spray drying process, Chem. Eng. Res. Des., 141 (2019) 592-607.
3. ANSYS® FLUENT, HelpSystem, ANSYS FLUENT TheoryGuide, Release 2019R2, ANSYS, Inc., USA, 2019.

10. Методи підвищення надійності конструкцій вібросит при вібраційних навантаженнях

Богдан Стельмашук, Юрій Вересоцький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У харчовій промисловості широко використовуються вібросита для сипучих матеріалів з метою розділення їх на різні фракції. Вібросито складається з рами, на якій встановлено плоскі сита для сортування на фракції за величиною поділу просіюваного матеріалу, виходячи з розмірів вічок сита, під кутом 25^0 - 30^0 на пружинних опорах. Сито приводиться в коливальні рухи по горизонтальному та вертикальному напрямках за допомогою вібраційного живильника з інерційним приводом. При цьому на раму окрім статичних діють і динамічні вібраційні навантаження.

Методи досліджень. Проведені дослідження конструкцій вібросит марки ВСЛ-5 для просівання зерна, какао-бобів, грецького горіха та ін. При роботі даної установки було виявлено, що відбувається деформація несучої рамної конструкції внаслідок дії вібраційних навантажень. За допомогою програмного комплексу «Autodesk Inventor», а саме модуля Simulation Mechanical було проведено аналіз діючих напруг та деформацій, які виникають в ключових елементах моделі при вібраційних навантаженнях.

Результати. Проведені моделювання і ряд досліджень показують, що на даному етапі міцність конструкції вібросита не розрахована в повній мірі на навантаження, що діють на раму під час її експлуатації (рис.1). Данні дослідження дозволили встановити частоту власних коливань системи та визначити оптимальні параметри, а саме частоту і амплітуду вимушених коливань, які забезпечуються вібраційним живильником та внести зміни до конструкції рами з метою підвищення її стійкості до вібраційних навантажень.

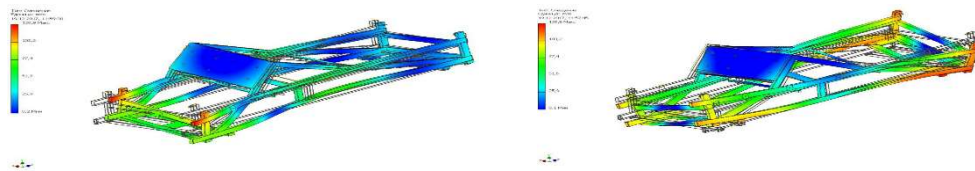


Рис.1. Порівняння напружено-деформованих станів рами вібросита.

Висновки. За допомогою програмного комплексу Autodesk Inventor проведено моделювання і дослідження вібраційних навантажень та визначено вплив вібраційних навантажень на вібросита ВСЛ-5, які дозволили встановити частоту власних коливань системи та визначити оптимальні параметри, а саме частоту і амплітуду вимушених коливань. Отримані результати дозволяють більш точно оцінювати міцність конструкцій вібросит, а також обрати оптимальні варіанти будови рами і тим самим підвищити надійність рамних конструкцій та збільшити їх витривалість до вібраційних навантажень.

Література

1. S. Delvecchio, G. D'Elia, G. Dalpiaz. Condition monitoring of marine couplings by means of vibration analysis. Proceedings of the ASME 2013 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. Portland, Oregon, USA. August 4-7, 2013
2. Модернізація одно- та двомасових резонансних вібраційних машин з інерційним приводом / О.С. Ланець, В.М. Гурський, Я.В. Шпак // Вібрації в техніці та технологіях. - 2011.

11. Вивчення дисциплін із комп'ютерного проектування в умовах змішаного навчання здобувачів

Дмитро Люлька, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Змішана форма здобуття освіти набула широкої популярності в Україні через свою зручність і гнучкість. Це технологія, що базується на принципах відкритого навчання, широко використовує комп'ютерні навчальні програми різного призначення та сучасні телекомунікації з метою подання навчального матеріалу та спілкування безпосередньо за місцем перебування здобувачів вищої освіти. Під час такої форми навчання вони активно взаємодіють з викладачем дисципліни. Контроль має систематичний характер та будується на оперативному зворотному зв'язку.

Матеріали і методи. У нашому університеті координація і дистанційна форма здобуття освіти проводиться на базі системи Moodle. Це модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище, що призначене для об'єднання викладачів, адміністраторів і здобувачів освіти в одну надійну, безпечну та інтегровану систему для створення персоналізованого навчального середовища. Ресурси системи Moodle – це традиційні матеріали курсу: лекційний матеріал, приклади виконання завдань, варіанти та інше.

Результати. Працювати з ресурсами можна різними способами: опрацьовувати онлайн, зберігати на локальний комп'ютер і працювати з цими файлами або роздруковувати та працювати з паперовою копією. У межах цієї навчальної платформи розроблено курси для дисциплін, що є набором тематичних розділів, ресурсів та активних елементів, які необхідно засвоїти згідно з календарним планом робочої програми.

При виборі окремих складових систем автоматизованого проектування для вивчення дисциплін враховано, що здобувач повинен набути компетентності з практичних основ геометричного проектування в CAD системі, автоматизованої побудови креслеників, вміння проектувати дво- та тривимірні зображення об'єктів складної геометричної форми, виконання робочих креслеників, основних напрямків автоматизації проектно-конструкторських робіт. Під час викладання дисципліни здобувачам пояснюється, яким чином теми, що зараз ними вивчаються, та прикладні задачі, що вирішуються, будуть підвищувати їх рейтинг як фахівця на ринку праці, додаючи універсальності його кваліфікації, після закінчення університету.

Під час очного вивчення комп'ютерних дисциплін велика увага приділяється демонстрації виконання окремих команд. Під час дистанційного навчання викладачі та здобувачі не мають можливості очного спілкування і, відповідно, такі демонстрації відсутні. Це негативно впливає на засвоєння матеріалу та набуття компетентностей із оволодіння програмним продуктом. Однак альтернативою демонстрації можуть бути відеоуроки з поясненням послідовності налаштувань, виконання побудов та окремих команд. Для перевірки засвоєного теоретичного матеріалу в системі Moodle є можливість створення тестів, які здобувачі виконують в режимі реального часу.

Висновки. Перевіркою якості вивчення комп'ютерних дисциплін є виконання графічної частини курсових проектів та кваліфікаційних робіт. Зворотний зв'язок з випускниками та стейкхолдерами підтверджує правильність обраної методики викладання дисциплін. Знання, отримані під час навчання широко використовуються ними на підприємствах харчових, переробних та біотехнологічних виробництв.

12. Аналіз обладнання для обвалки цілої ноги курчати-бройлера

Роман Зубченко, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сьогодні компанія МХП трансформується в кулінарну компанію, іде паралельна розробка нових продуктів з м'яса птиці з більшою доданою вартістю. Одним з таких продуктів є стейк з цілої курячої ноги (стандарт та «Японія»). Продукт користується популярністю на зарубіжних ринках Близького Сходу та Азії.

Матеріали і методи. Виробники обладнання для харчової промисловості пропонують широку гаму машин для обвалки цілої ноги курчати-бройлера.

Результати. В автоматичних машинах можна виділити дві основні конструктивні схеми виконання. Перша – полягає в тому, що продукт рухається за допомогою підвісного конвеєра та послідовно проходить через стаціонарно закріплені центри обробки [1], або гібридна версія цієї машини ULTiMATE Whole Leg Deboner [2]. Основними перевагами даної схеми є продуктивність (6000 од./год) та надійність її роботи. Основними недоліками – великі габарити машин, висока вартість обладнання.

Наступна конструктивна схема полягає в тому, що нога курчати-бройлера вставляється в мобільний юніт, який є єдиним центром обробки. Юніт рухається по системі копирів і таким чином, після проходження повної траєкторії, центр обробки здійснює повний цикл обвалки, машина Meyn® Whole Leg deboner M3.0 [3].

Основними перевагами такої конструктивної схеми є відносна дешевизна машини та малі габарити. Основними недоліками – менша продуктивність (4200 од./год), порівняно з першою схемою, та більша вимогливість обладнання до технічного обслуговування. Так, як на машині знаходиться 26 центрів обробки, і вони всі одночасно рухаються з великою швидкістю та мають при цьому велику масу, то будь які відмови в роботі призводять до аварійних ситуацій з обривами кріплень, деформації і т.д.

Мехатронні системи (машини) – це надзвичайно технологічні, високоефективні та надійні машини. На нашому підприємстві компанії МХП використовується машина Mauekawa TORIDAS [4]. Вона найефективніша в обвалці (вихід м'яса зі шкірою 80-81%, тоді коли вихід з Meyn WLD M3.0 – 78-79%), але при цьому й найменш продуктивні. Швидкість обвалки – 1200 од./хв. Додатково є обмеження, машини працюють парами. Одна для лівої ноги, інша для правої, а також висока вартість.

Висновки. Проведено аналіз обладнання для обвалки цілої ноги курчати-бройлера. Встановлено переваги машин від компанії Meyn. Тому, компанія МХП використовує на своїх підприємствах обладнання від цієї компанії.

Література.

1. Сайт «YouTube»: FM OPTI LTD J-cut. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=zZ-XPeADWUQ>. (дата звернення 27.02.2024 р.). – Назва з екрана.
2. Сайт «YouTube»: ULTiMATE Whole Leg Deboner | Foodmate. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=wNAhKM9ZCDg>. (дата звернення 27.02.2024 р.). – Назва з екрана.
3. Сайт «YouTube»: Meyn® Whole Leg deboner M3.0. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=7wyu0YFcShA>. (дата звернення 27.02.2024 р.). – Назва з екрана.
4. Сайт «YouTube»: TORIDAS TORIDAS MARK II. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=HHzUyruX1s>. (дата звернення 27.02.2024 р.). – Назва з екрана.

13. Робота мішалки для змішування харчових ароматизаторів

Ярослав Погорєлов, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток харчової промисловості та технологій постійно розширює свої горизонти і пропонує людству нові можливості. Однією з ключових інновацій у цій галузі є розробка та використання мішалок, які забезпечують ефективне змішування різних рідин та смакових добавок у харчовій промисловості.

Матеріали і методи. Розглянуто роботу мішалки для змішування рідких харчових ароматизаторів. Проведено аналіз конструктивних та технологічних особливостей мішалок, встановлено їх переваги і недоліки та визначено напрями удосконалення. В процесі використовувалася метод вивчення літературних джерел.

Результати. Конструкція мішалки зроблена з нержавіючої сталі, що забезпечує стійкість її до корозії. Наявні спеціальної конструкції лопаті, що ефективно забезпечують перемішування.

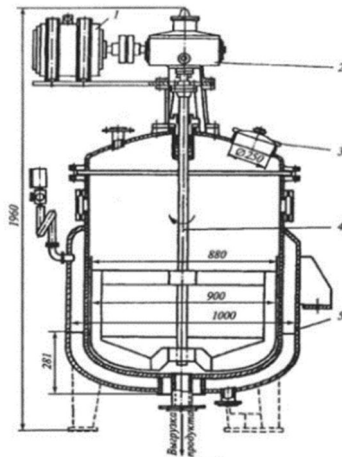


Рис. 1. Мішалка для змішування харчових ароматизаторів:

1 – електродвигун; 2 – редуктор;
3 – кришка; 4 – мішалка; 5 – корпус

Мішалка (рис. 1) має вертикальний вал з лопатями, корпус з патрубками для відведення конденсату з сорочки охолодження/нагрівання і вивантаження продукту. Привід складається з електродвигуна та редуктора. Під час роботи електро-двигун передає енергію редуктору, що збільшує момент обертання. Мішалка перемішує рідини та компоненти всередині корпусу, забезпечуючи однорідність і якість змішування.

Удосконалення конструкції даної мішалки полягає в додатковому встановленні «розширювача» для рідини. Це забезпечить при несправностях злиття рідини з апарату і його вимкнення. Для контролю робочої температури продукту в апараті встановлено термометр, що фіксує температуру у реальному часі.

Висновок. Надійна робота апарату для змішування харчових ароматизаторів забезпечується не тільки його конструкцією, але і правильним вибором привода мішалки та допоміжними пристроями.

Література.

1. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : підручник / І.Ф. Малежик, В.Л. Зав'ялов, О.Ю. Шевченко та ін.; за ред. І. Ф. Малежика ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ: НУХТ, 2021. – 419 с.
2. Технічний аналіз харчових добавок та косметичних продуктів [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» / В. І. Воробйова, О. Е. Чигиринець, Т. М. Пилипенко, Л. А. Хрокало, В. Г. Єфімова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні тестові данні (1 файл: 3.6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 345 с.

14. Апарат аерації пивоварного сусла в потоці

Єгор Фузік, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У пивоварній промисловості виникає дуже велика проблема з ефективною аерацією пивоварного сусла в потоці. Якісна аерація є ключовим етапом в процесі виробництва пива, проте часто постають проблеми з її забезпеченням, що може негативно впливати на якість кінцевого продукту.

Матеріали і методи. Забезпечення ефективної аерації пивоварного сусла в потоці здійснюється за допомогою спеціального обладнання, яке включає в себе аераційні системи та контрольні пристрої. Оптимальні параметри аерації пивоварного сусла визначаються шляхом налагодження процесу з врахуванням конкретних умов виробництва. Для запобігання потрапляння в пивне сусло негативних домішок з повітря потрібно встановити спеціальну фільтраційну систему. Повітря має бути стерильним. Сам процес змішування сусла з киснем відбувається у аераційних апаратах, так званих насичувальних свічках (рис. 1), які складаються з корпусу, ущільнювачів, скляного циліндру та диффузорів.

5330 S

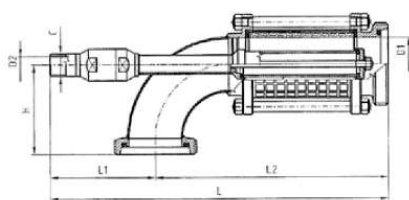


Рис.1. Аераційний пристрій [1]

Результати. Відомий спосіб аерації пивоварного сусла в потоці полягає в тому, що сусло, яке проходить через спеціальні аераційні системи, насичується киснем, що сприяє збільшенню вмісту кисню в розчині. Цей процес дозволяє покращити ферментацію та підвищити якість та стабільність пива.

На сьогоднішній день в пивоварній промисловості щорічно виробляють понад 150 мільйонів гектолітрів пива, і ефективна аерація сусла в потоці є критично важливою для забезпечення стабільної якості продукції. При оцінці можливостей використання аерації пивоварного сусла в потоці, враховуються його вплив на кінцевий продукт та економічна доцільність виробництва.

Висновки. В результаті налагодження та оптимізації процесу аерації пивоварного сусла в потоці забезпечується підвищення якості та стабільності пива. Ефективне використання аераційних систем дозволяє забезпечити оптимальний рівень кисню в суслі, що позитивно впливає на його ферментацію та якість кінцевого продукту.

Література.

1. Сайт «Niob Fluid. Інтернет магазин нержавіючої арматури та фітінгів для харчової та фармацевтичної промисловості»: 5330 S Наситна свічка. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://niobfluid.kiev.ua/e-shop/product/5330-s-насытительная-свеча/>. (дата звернення 26.02.2024 р.). – Назва з екрана.

15. Ємність для попереднього комбінованого бродіння і дображування

Сергій Шевченко, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пивоварна промисловість за останні 15 років почала стрімко розвиватись не великими локальними виробництвами. Останнім часом пивоваріння відходить від класичного способу роздільного бродіння і дображування пива.

Матеріали і методи. Розглянуто роботу ємність для попереднього бродіння (доброджування). Проведено аналіз впливу комбінованого процесу бродіння і дображування в одній ємності ЦКТ.

Результати. Для забезпечення ефективного процесу пропонується поєднати процес бродіння і дображування в одній ємності ЦКТ (рис. 1) таким чином можна мінімізувати втрати продукту в процесі переміщення (перекачування) пива в ємність дображування та уникнути можливості забруднення або зараження пива, що можна призвести до його псування.



Рис. 1. Ємність для
попереднього комбінованого
бродіння і дображування

ЦКБА (ЦКТ) поділяються на наступні типи:

- вертикальна з конічним днищем (кут при вершині 60°-90° градусів).
- вертикальні з еліптичними (торосферичним) днищем.
- горизонтального типу, що похилені під невеликим кутом до 5°, що забезпечує повне злиття пива з ємності.

Процес бродіння поєднує первинне бродіння при відповідних температурах для різних типів пива:

- Для пива типу Лагер: цей процес відбувається при температурі від 8 до 15° С протягом 7-12 діб. Після завершення активного бродіння, яке відбувається при низькій температурі, контейнер з пивом шпунтується, щоб забезпечити необхідний тиск, і потім охолоджується до температури дозрівання.
- Для пива типу Ель: бродіння відбувається при вищих температурах, від 15 до 25° С, і зазвичай триває від 3 до 7 діб. Після завершення активного бродіння, контейнер також шпунтується для набрання потрібного тиску і потім охолоджується до температури дозрівання.

Складання (знімання) дріжджового осаду, перший раз – через сім діб, кожен наступний через три доби до повного освітлення продукту.

Висновки. В процесі експлуатації ЦКТ об'ємом 1000 л та особливості спостережень, можна констатувати практичну ефективність і доцільності комбінованого процесу бродіння і дображування в одній ємності ЦКТ.

Література.

1. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : підручник / І.Ф. Малежик, В.Л. Зав'ялов, О.Ю. Шевченко та ін.; за ред. І. Ф. Малежика ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ: НУХТ, 2021. – 419 с.
2. Загальні технології харчової промисловості. Навчальний посібник у 2 ч. Ч. 2 / уклад. Ф.В. Перцевой, В.І. Ладика, П.П. Пивоваров, Н.Г. Гринченко, Н.В. Камсуліна, О.Б. Дроменко, О.Ю. Мельник, О.В. Котляр, Т.І. Маренкова, С.Б. Омельченко, С.П. Боковець – Х. : СНАУ, 2021. – 203 с.

16. Інтенсифікація процесу очищення жомопресової води для нахиленої дифузійної установки шляхом додавання алюмінієвих реагентів

Олег Валько, Євген Бабко, Валентин Олішевський

Національний університет харчових технологій

Вступ. В теперішній час раціональне водовикористання жомопресової води на цукровому заводі передбачає їх повернення на апарати для дифузійного процесу [1, 2]. При поверненні жомопресової води в дифузійні установки, наявні в ній високомолекулярні речовини, зокрема білки та пектини призводить до погіршення роботи дифузійних установок, підвищення пінності дифузійного соку та ускладнення його очищення. Тому жомопресова вода, перед поверненням її в дифузійні установки, має проходити стадію підготовки.

Матеріали і методи. Предметом дослідження є використання додаткових реагентів - сульфату алюмінію та запропонованого наноалюмінію «Алюкол», одержаного методом об'ємного електроіскрового диспергування для очищення ЖПВ [3]. Запропонована модернізація пристрою для рівномірного розподілення ЖПВ по розрізу нахиленої дифузійної установки. Застосовано методи досліджень відповідно до діючих стандартів.

Результати. Проведено аналіз сучасних схеми підготовки ЖПВ до екстрагування сахарози з бурякової стружки, визначено їх переваги та недоліки. Досліджено вплив алюмінієвих реагентів сульфату алюмінію та запропонованого наноалюмінію «Алюкол», одержаного методом об'ємного електроіскрового диспергування на технологічні показники жомопресової води. Запропонована модернізація пристрою для рівномірного розподілення жомопресової води по розрізу дифузійного апарата.

Результати досліджень показують, що оброблення ЖПВ реагентом «Алюкол» зменшує вміст білкових та пектинових речовин відповідно на 52,3 та 81 %. При чому, пектинові речовини видаляються повніше, ніж білкові речовини. Також встановлено, що раціональна температура проведення процесу оброблення складає 55°C, що в свою чергу не потребує додаткового нагрівання або охолодження оброблюваної води. Тривалість процесу при цьому складає 10 - 15 хв. Ефект очищення води збільшується до 23 %. Це дає змогу повертати таку воду в дифузійний апарат і забезпечити оптимальний перебіг процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки. Запропоновано апаратурно-технологічну схему очищення жомопресової води з підготовкою до використання реагентів сульфату алюмінію та Алюкол.

Висновки. Вирішена задача з інтенсифікації процесу очищення жомопресової води для нахиленої дифузійної установки з використанням додаткового реагенту нового покоління «Алюкол», що забезпечує зменшення витрат на теплову обробку та хімічні реагенти для ефективного видалення нецукрів.

Література

1. Asadi M. (2007), Beet Sugar Handbook, John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, pp. 162– 163, pp. 435–450.
2. Олішевський В.В. Науково-технічні засади застосування наноматеріалів для інтенсифікації масообмінних процесів харчових виробництв : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.12. Київ, 2021. 499 с.
3. ТУ У 20.1-2799900706-001:2020 коагулянт АЛЮКОЛ (алюміній колоїдний).

17. Модернізація барабанної сушарки цукру-піску з розробкою системи очистки сушильного агенту

Віталій Мисько, Євген Бабко, Валентин Олішевський
Національний університет харчових технологій

Вступ. Від якості роботи сушильного відділення залежить безпечність, якість зберігання та транспортування цукру. Задачею сушильного відділення є надання цукру таких параметрів, при яких цукор можна буде зберігати у силосах і мішках. З метою зменшення забруднення навколишнього середовища та самого сушильного відділення, зниження ризику пожежо- та вибухонебезпеки виробництва за рахунок зменшення викидів цукрового пилу актуальним є розробка системи очистки сушильного агенту [1 - 3].

Матеріали і методи. Предметом дослідження є апарат з внутрішньою циркуляцією рідини для здійснення очищення пилогазового потоку, забрудненого дрібнодисперсними частинками цукру, зменшення енерговитрат процесу пиловловлення та підвищення екологічної безпеки. Дослідження пилоочищення в апараті містило в собі визначення ефективності дифузійного й інерційного пилоосадження.

Результати. Проведено аналіз поширених типів фільтрувальних систем очищення пилогазового потоку, забрудненого дрібнодисперсними частинками цукру, запропоновано використання скрубера мокрого очищення.

Запропоновано модернізацію барабанної багатотрубною сушильно-охолоджувальною установкою з розробкою системи очистки пилогазового потоку відпрацьованого сушильного агенту, що покращує технологічні параметри цукру на виході з сушарки та забезпечує ефективне очищення відпрацьованого повітря в технологічній схемі сушильного відділення.

Показано, що використання запропонованої системи очистки пилогазового потоку відпрацьованого сушильного агенту дозволяє забезпечити ефект очистки 98,8 % від частинок розміром менше 10 мкм.

Запропоновано апаратурно-технологічну схему очищення відпрацьованого сушильного агенту барабанної багатотрубною сушильно-охолоджувальною установкою з використанням скрубера мокрого очищення.

Висновки. Запропоновано модернізацію барабанної багатотрубною сушильно-охолоджувальною установкою з розробкою системи очистки пилогазового потоку відпрацьованого сушильного агенту. Встановлено, що використання запропонованої системи очистки пилогазового потоку відпрацьованого сушильного агенту дозволяє забезпечити ефект очистки 98,8 % від частинок розміром менше 10 мкм.

Література

1. Asadi M. (2007), Beet Sugar Handbook, John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, pp. 162– 163, pp. 435–450.
2. Ткаченко С. Й., Співак О. Ю. Сушильні процеси та установки. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2007. - 76 с.
3. Скорик К.Д., Штангеев К.О. Контроль та покращення гранулометричного складу цукру піску. Цукор України. 2013. № 3 (87). С. 20–25.

**18. Модернізація упаковочної машини KHS KISTERS INNOPACK SP
продуктивністю 10000 уп/год з вдосконаленням вузла подачі плівки**

Владислав Сизонюк, Валентин Олішевський, Євген Бабко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для пакувального обладнання дискретної дії необхідно використовувати пакувальні матеріали з високою межею текучості, адже періодичні зупинки і динамічні пуски, під час роботи такого обладнання, можуть приводити до незворотних деформацій пакувального матеріалу, що тягне за собою збої в роботі пакувального обладнання і його зупинку. Тому з метою попередження виникнення таких дефектів використовують пакувальні матеріали з високим опором до ударних навантажень, проколам та розривам.

Матеріали та методи. Предметом дослідження є вузол подачі плівки упаковочної машини для продукції, розфасованої в тару. механічний стан машини **KHS KISTERS INNOPACK SP** пакування в термоусадочну плівку. Дослідження проводились по методиці описаній в міжнародному стандарті D 1894 — 01 «Standard Test Method for Static and Kinetic Coefficients of Friction of Plastic Film and Sheeting».

Результати та обговорення. Проведено аналіз існуючих конструкцій машини групового пакування у термоусаджувальну полімерну плівку, визначено переваги та недоліки їх конструкцій. Обґрунтовано модернізацію вузла подачі плівки машини **KHS KISTERS INNOPACK SP**, що забезпечує підвищення її продуктивності.

В результаті запропонованої модернізації встановлено додатковий пристрій для рулону з термоусадочною плівкою. Заміна тарілчастих шайб на пружинах відповідної жорсткості, що в прижимних гвинтах надало можливість рівномірного натягування та притискання плівки.

В результаті запропонованої модернізації одержано можливість встановлення рулону з плівкою в потрібне положення, що значно зменшує час простою машини при його заміні та полегшує роботу оператора, покращує загальну технічну культуру виробництва через зменшення впливу людського фактору. При цьому знижується величина бракованої продукції, завдяки цьому підвищується продуктивність роботи даного механізму, а також розширюється сфера можливого застосування для пакування у термоусадкову полімерну плівку різноманітних видів групової продукції.

За рахунок зміни типу приводів на основних робочих вузлах машини для формування групової упаковки вдалось зменшити загальні енерговитрати та металомісткість конструкції. спрощене регулювання розміру притиску плівки на натяжних валках; скорочення простоїв при заміні рулону плівки; відсутність можливості бракованої продукції; підвищення продуктивності праці;

Висновок. Запропонована модернізація вузла подачі плівки упаковочної машини **KHS KISTERS INNOPACK SP**, що забезпечує підвищення її продуктивності.

Література.

1. Гавва О.М., Беспалько А.П., Волочко А.І. Пакувальне обладнання в 3 кн. 1кн. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару. Київ. ІАЦ «Упаковка», 2008. 436с.
2. Пригодій, Д. В. Навантаження гнучких зв'язків у технічних системах / Д. В. Пригодій, К. В. Васильківський // Наукові праці НУХТ. 2018. Т. 24, № 1. С. 136-143.

19. Модернізація розпилювальної сушарки з метою інтенсифікації процесу сушіння знежиреної демінералізованої молочної сироватки

Андрій Бартошак, Євген Бабко, Валентин Олішевський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Системи розпилювального сушіння широко використовуються в різних галузях промисловості для обробки рідких матеріалів та перетворення їх на порошкову форму. Однак технології та вимоги щодо виробництва продукції постійно розвиваються, що потребує постійного вдосконалення існуючих процесів.

Матеріали і методи. Предметом досліджень є процес розпилювального сушіння знежиреної демінералізованої молочної сироватки в дрібнодисперсному стані.

Дана робота передбачає інтенсифікувати процес сушіння та отримати продукт високої якості, що підтверджується результатами досліджень, конструктивним розрахунком та ефективністю впровадження у виробництво.

Результати. Видалення солей дозволяє отримати знесолений розчин молочної сироватки, що покращує технологічність її подальшої переробки (згущення, сушіння) та органолептику. Однак, при цьому зменшується вміст цінних мікро та макроелементів. Тому актуальним є збагачення демінералізованої сироватки такими хімічними елементами, які б підвищували її біологічну цінність, при цьому не порушуючи процесу розпилювального сушіння.

Дослідження проводились на демінералізованій молочній сироватці та композиціях на їх основі при масовій частці сухих речовин 52 %. В якості додаткових збагачувальних мікроелементів використовували колоїдні розчини біогенних металів Mg і Mn, що одержанні електроіскровим способом.

Дослідами встановлено, що оптимальними режимними параметрами для зневоднення сироватки з додаванням колоїдних розчинів магнію та мангану, одержаних електроіскровим способом в камерах розпилювальних сушарок невеликої продуктивності є: $T_{вх} = 170...180\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{вих} = 76...80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Подальше підвищення температури може призвести до денатурації білка, погіршення розчинності порошку, зниження органолептичних показників кінцевого продукту.

Результати досліджень показують, що суха молочна сироватка, збагачена елементами Mg та Mn за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками відповідала вимогам діючої нормативної документації. При цьому спостерігається збільшення магнію в 6,8 раз, а мангану – 11,7 раз.

Висновки. Результати гранулометричного складу показують, що суха молочна сироватка з додаванням колоїдних розчинів магнію та мангану, має більш однорідні за розміром частинки, і як наслідок збільшення питомої поверхні на 9,4 % з 270,4 м²/кг 295,9 м²/кг.

Література

1. Кочубей-Литвиненко О. В., Олішевський В. В., Білик О. А., Маринін А.І. Технологія сироватки, збагаченої колоїдними частинками Mg та Mn, і перспективи її використання. Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, 24–25 березня 2015 р. Київ : НУХТ, 2015. С. 108–109.

2. Олішевський В. В. Науково-технічні засади застосування наноматеріалів для інтенсифікації масообмінних процесів харчових виробництв: автореф. дис... докт. техн. наук: 05.18.12/ НУХТ. К., 2021. 48 с.

20. Удосконалення конструкції прямотечійно-плівкового випарного апарату з метою інтенсифікації процесу випаровування

Олег Вакуленко, Євген Бабко, Валентин Олішевський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На підставі результатів проведеного аналізу способів інтенсифікації процесу випарювання, а також наукових робіт з дослідження технологічного процесу теплопередачі виявлена можливість інтенсифікації, яка здатна проводити процес випарювання з меншою енергоємністю та економічними затратами.

Матеріали і методи. Предметом дослідження є процес випарювання дифузійного соку у випарних апаратах підприємств цукрової галузі.

Проектом передбачається для інтенсифікації процесу випарювання на поверхні кип'ятильних труб штучно збільшити шорсткість, шляхом втискання металу по гвинтовій траєкторії та встановлено над трубками сокорозподільчі насадки. Гвинтова накатка виконується на трубках де сік рухається низхідним потоком на довжину трубки 1,5...2 м від верхнього її кінця, що забезпечує завихрення плівки і її гвинтовий рух на внутрішній поверхні.

Результати. Суть модернізації полягає в наступному: для інтенсифікації процесу випарювання на поверхні кип'ятильних труб штучно збільшена шорсткість, шляхом втискання металу по гвинтовій траєкторії для збільшення турбулентності потоку та його утримання на внутрішній поверхні труби.

Гвинтова накатка виконується на трубках де сік рухається низхідним потоком на довжину трубки 1,5...2 м від верхнього її кінця, що забезпечує завихрення плівки і її гвинтовий рух на внутрішній поверхні.

Дана модернізація передбачає що конденсат, який буде утворюватися на зовнішній поверхні трубок, потраплятиме у канавку рухатиметься донизу по ній і не буде заважати теплопередачі між теплоносієм та стінкою трубки.

Штучна шорсткість у вигляді гвинтової накатки повинна мати параметри такі параметри: висота виступів спів розмірна з товщиною плівки, яка стікає, щоб забезпечити завихрення потоку рідини, а її крок бути співрозмірний із діаметром самої трубки.

Висновки. Взявши до уваги результати науково – дослідної частини було запропоновано на поверхні кип'ятильних труб штучно збільшити шорсткість, шляхом втискання металу по гвинтовій траєкторії, що забезпечує збільшення теплопередачі і в свою чергу процесу випарювання.

Гвинтова накатка виконується на трубках де сік рухається низхідним потоком на довжину трубки 1,5...2 м від верхнього її кінця, із висотою виступів не більше 2мм, що забезпечує завихрення плівки рідини і її гвинтовий рух на внутрішній поверхні.

Література

1. Інтенсифікація тепло- масообмінних процесів в харчових технологіях / А.І.Соколенко та ін.; Фенікс. Київ, 2011. 536 с.
2. Глоба, О. В. Теплогідродинамічні процеси у плівкових випарних апаратах для яблучного соку: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.14.06 / НУХТ. К., 2011. 20 с.

21. Удосконалення конструкції промислового екстрактора бурякоцукрового виробництва

Михайло Брижань, Дмитро Люлька

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. Важливим завданням для працівників бурякоцукрової галузі є удосконалення технологічної схеми та модернізація обладнання з метою підвищення якості дифузійного соку, зменшення втрат сахарози при високих якісних показниках.

Матеріали і методи. В основу дослідження поставлено задачу вдосконалення конструкції дифузійного апарату нахилоного типу за рахунок введення додаткових площ нагрівання в його 1-шу та 2-гу секції, що дозволить покращити прогрівання сокостружкової суміші до оптимальної температури по всьому його поперечному перерізу. За рахунок цього буде досягатись максимальна швидкість екстрагування сахарози в воду, втрати сахарози в жомі зменшаться.

Результати. Стружка, яка подається в дифузійний апарат, повинна швидко прогріватися до оптимальної температури, при якій забезпечується інтенсивне екстрагування сахарози в воду. Швидкість прогрівання стружки, відповідно і швидкість дифузії сахарози, можна збільшити за рахунок подачі в парові камери пари вищого потенціалу. Проте це може призвести до того, що бурякова стружка, яка знаходиться біля парових камер, під впливом високої температури розварюється, внаслідок чого утворюється мезга, забиваються пори між стружкою, погіршується її омивання екстрагентом. Прогрівання стружки по поперечному перерізі апарата не рівномірне, середні шари сокостружкової суміші знаходяться при низькій температурі. Досягти позитивного результату при цьому не вдається. Вирішити проблему нагрівання стружки в початкових секціях дифузійного апарата та її нерівномірного прогрівання по поперечному перерізі апарата можливо за рахунок встановлення додаткових площ нагрівання в вигляді частини розсікача, теплообмінних та теплових трубок. При подачі пари в розсікач, відбувається додаткове нагрівання сокостружкової суміші через його нижню та бокові теплообмінні поверхні, які контактують з сокостружковою сумішшю. Встановлення додаткової площі нагрівання у вигляді теплових трубок, що з'єднують розсікач з першою паровою камерою, також сприяє інтенсивнішому нагріванню в першій секції. Встановлення в теплообмінні трубки теплових передбачає додаткову площу нагрівання, чим забезпечується збільшення температури стружки до оптимальної в початкових секціях апарата. Так як осі теплових трубок паралельні осям приводних валів, то вони забезпечують рівномірне проходження сокостружкової суміші по довжині апарата без її прокручування разом зі шнеками, що дозволяє створити оптимальні умови для протитечійного екстрагування.

Висновки. В результаті удосконалення інтенсифікується процес передачі тепла сокостружковій суміші за оптимальної температури, в результаті чого покращиться екстрагування сахарози в воду і, відповідно, зменшаться її втрати в жомі.

Література

1. Люлька Д.М., Апілат Л.М. Удосконалення дифузійного апарата нахилоного типу. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 179 «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв». 2016. С. 259-264.

2. Патент України на корисну модель №122189. Дифузійний апарат нахилоного типу / Апілат Л.М., Пономаренко В.В., Пушанко М.М., Люлька Д.М. 26.12.2017, бюл. №24/2017.

22. Вплив конструктивних параметрів і режимів роботи розливного пристрою автомата KNS на підвищення надійності роботи обладнання.

Андрій Привалко, Іван Миколів

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поряд із повноцінним харчуванням не менш важливим є дотримання питного режиму людини. Важливим є забезпечити наявність широкого асортименту слабоалкогольних напоїв у торгових мережах, щоб покупці мали змогу підібрати найбільш підходящі з них. Збільшення випуску фасованої продукції є необхідним чинником забезпечення широкого її асортименту.

Матеріали і методи. Традиційні методики пошуку оптимального конструктивного рішення зазвичай опираються на створену з дотриманням певних вимог модель. Такі моделі можуть бути математичними, фізичними, натурними, макетованими, інформаційними тощо. В процесі пошуку рішення до моделі вносяться певні зміни, після чого аналізують отриманий результат. Одними із наймобільніших є інформаційні моделі, створені з використанням комп'ютерних програм.

У нашому випадку дослідження базуються на інформаційній комп'ютерній 3D моделі дозуючого пристрою, створеній у програмі Solidworks. Дослідження роботи цієї моделі виконувались із застосуванням системи Flow Simulation, яка є підпрограмою системи Solidworks. Використання у проектних роботах Solidworks Flow Simulation обумовлено широким інструментарієм його роботи. Зокрема, Solidworks Flow Simulation дозволяє працювати з витратами робочих рідин і газів, тисками, питомою густиною рідин і газів, швидкості їх руху, температурами, теплофізичними параметрами тощо. Solidworks Flow Simulation – це мультифункціональний інструмент конструктора, який забезпечує скорочення часу на проектні роботи, не знижуючи при цьому рівень досліджень.

Результати. В роботі здійснено моделювання фасування пива в процесі розливу при віддалі від верху горлечка до юбки 40 мм та віддалі від верху горлечка до юбки 50 мм. При візуальній оцінці структури потоку пива видно, що у першому випадку він має форму шатра, тоді як при віддалі 50 мм – схожий на струмінь. Також слід зазначити, що при розміщенні юбки на віддалі 40 мм рівень завихрення потоку складає 263,72 1/с, тоді як при віддалі 50 мм цей показник складає 231,15 1/с. Якщо при цьому ще зауважити, що у першому випадку лінійна швидкість потоку є меншою, то можна зробити очевидний висновок про те, що у випадку розміщення юбки на віддалі 50 мм від горлечка має місце активніше піно утворення. Таким чином, конструкція фасувального пристрою, у якому віддаль від горлечка фасованої пляшки до юбки складає 40 мм є більш доцільною для використання при фасуванні пива.

При модернізації машини розливу марки KNS було замінено перехідний пристрій, який виготовлявся з пластику і використовувався для подачі стисненого повітря на підйомні столики. Пристрій виготовляється з корозійностійкого металу.

Висновки. Запропонована нами удосконалена конструкція має наступні переваги в порівнянні з існуючим прототипом, а саме: зменшився час простою обладнання на заміну зношених деталей та вузлів, а також зниження піно утворення пива під час наповнення пляшок дозуючим пристроєм. Поєднання нових ознак із раніше відомими в сукупності дало можливість підвищити надійність роботи обладнання.

23. Водно-газовий ежектор з удосконаленою приймальною камерою

Іван Тимченко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Струминні апарати (ежектори) є достатньо простим та надійним обладнанням, що принципово не змінилось з часів його винайдення, і одночасно складним з точки зору процесів, які відбуваються в проточній частині. Значним недоліком даних апаратів є низький коефіцієнт корисної дії (ККД) який зазвичай не перевищує 30 %, що є стимулом для пошуку більш досконалих конструкцій.

Матеріали і методи. При дослідженні використано аналітично-інформаційні ресурси, патентний пошук, спеціальну літературу. Оскільки основними елементами струминного апарата є приймальна камера, камера змішування (КЗ), робоче сопло (форсунка) та дифузور, то їх конструктивне виконання, положення відносно інших елементів та геометричні розміри мають вагомий вплив на ефективну роботу ежектора

Результати. Важливу роль для роботи ежектора відіграє конструкція приймальної камери, оскільки саме в ній відбувається ежекція газу. Гідравлічний опір входу активного та пасивного потоків в приймальну камеру достатньо вагомий в загальній сумі втрат. Тому конструктивне виконання приймальної камери з найменшим гідравлічним опором є надзвичайно важливим. На рис. 1 показано один з перспективних варіантів виконання приймальної камери в вигляді конічного насадку, який розширюється в бік камери змішування на кут $3...8^\circ$ менше кута факела розпилення рідини з робочого сопла причому конічний насадок приймальної камери перфорований отворами. Рідинно-газовий ежектор складається з сопла 1, приймальної камери 2, конічного насадка приймальної камери який перфорований отворами 3 і циліндричної камери змішування 4.

Активне середовище (рідина) подається в сопло ежектора 1 під тиском не нижче 0,1 МПа. Рідина диспергується в конічний насадок приймальної камери 3, який одночасно виконує функцію початку приймальної камери. За рахунок взаємодії між

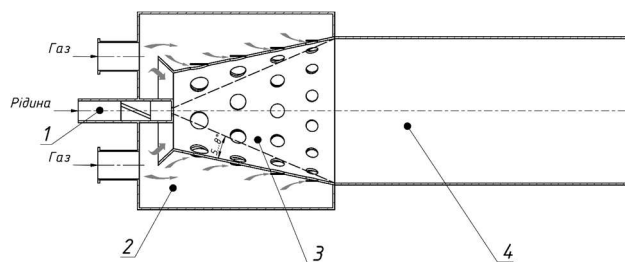


Рис. 1. Зміна густини в струминному апараті

рідиною та газовою фазою остання рухається в циліндричну камеру змішування 4. Особливо інтенсивно взаємодія між фазами відбувається на початку формування диспергованого струменя рідини де газ ежекується через торцевий зазор між соплом форсунки та конічним насадком, який

виконаний у вигляді конфузора. Для зменшення гідравлічного опору входу газової фази в конічному насадку виконано отвори, через які відбувається додаткова ежекція газу з наступним перерозподілом його всередину рідини.

Висновки. Запропонована конструкція приймальної камери відрізняється від аналогів низьким гідравлічним опором, що приведе до збільшення коефіцієнта ежекції за рахунок зменшення гідравлічних втрат газової фази при взаємодії з рідиною.

24. Форсунки для розпилення неочищених рідин.

Частина 1. Конструкція

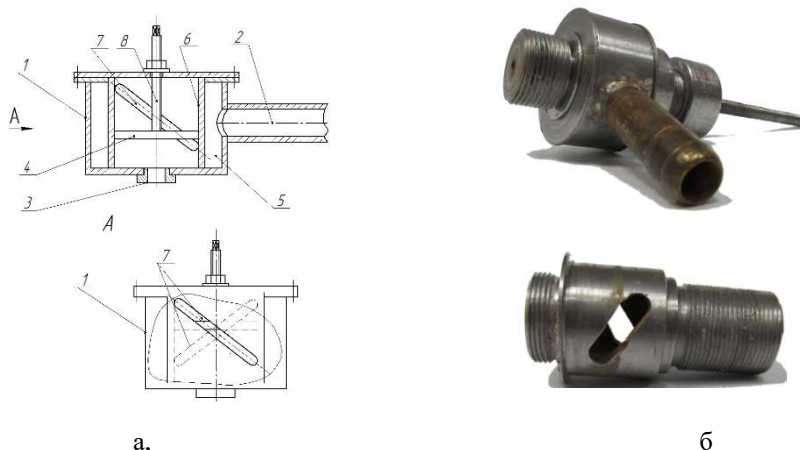
Іван Тимченко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Форсунки з похилим розташуванням вхідних каналів були розроблені для розпилення неочищених технологічних рідин (нефільтрованого соку першої сатурації) витрати яких змінні в часі. Регулювання витрати рідини відбувається при зміні положення плунжера по відношенню до нахилених вхідних каналів.

Матеріали і методи. При розробці конструкції використано аналітично-інформаційні ресурси, патентний пошук, спеціальну літературу.

Результати. На рис. 1 показано загальний вигляд форсунки з двома нахиленими каналами для підводу рідини в камеру закручування. Форсунка складається з циліндричного корпусу 1 з приєднаним до нього патрубком 2 для підведення рідини. З одного торця циліндричного корпусу розміщено сопло 3 а протилежний торець закритий плунжером 4 з можливістю осьового переміщення. Патрубок 2 приєднаний до проміжної порожнини форсунки 5. Внутрішній стакан 6 має симетричні відносно осі щілинні канали 7, розташовані під кутом α до осі циліндричного корпусу, причому обидва краї щілинного каналу примикають тангенційно до циліндричного корпусу, але по різні сторони осі. Плунжер 4 може переміщатися вздовж осі форсунки за допомогою гвинта 8.



а, б
Рис. 1 Конструкція (а) та загальний вигляд (б) форсунки

Завдяки похилому розташуванню каналів щодо осі корпусу елементи рідини надходять у камеру закручування на різних відстанях від осі. Оскільки вісь форсунки є і віссю обертання рідини, то різні елементи рідини набувають різного моменту кількості руху щодо осі корпусу форсунки. В залежності від положення плунжера формується потік рідини, характерний для струминної, відцентрово-струминної або відцентрової форсунки.

Висновки. Запропонована конструкція форсунки з нахиленими каналами відрізняється від аналогів більшими прохідними перерізами, що збільшує надійність її роботи на брудних рідинах при високих витратних та дисперсних характеристиках.

25. Форсунки для розпилення неочищених рідин. Частина 2. Витратні характеристики форсунок

Іван Тимченко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При проектуванні форсунок основною характеристикою є коефіцієнт витрати форсунки. Для цього було створено дослідний гідравлічний стенд та визначено витрата рідини форсунок з одним та двома підвідними каналами.

Матеріали і методи. При дослідженні форсунок використано аналітично-інформаційні ресурси, патентний пошук, спеціальну літературу. Витрата рідини визначалась об'ємним методом за допомогою ротаційного лічильника.

Результати. На рис. 1, а показано залежність коефіцієнта витрати (відношення дійсної витрати до теоретичної) від тиску подачі рідини в сопло форсунки з одним підвідним каналом при різних площі вхідного каналу (різній висоті відкритого каналу). При збільшенні тиску подачі рідини коефіцієнт витрати має тенденцію до незначного зменшення.

Було досліджено форсунку аналогічної конструкції, однак кількість підвідних каналів було виконано два, симетрично відносно осі форсунки. Результати досліджень представлені на рис. 1, б. Форсунки з двома підвідними каналами мають вищий коефіцієнт витрати, що пов'язане зі зменшенням швидкості вхідного потоку в камеру змішування форсунок та втрат в самій камері змішування.

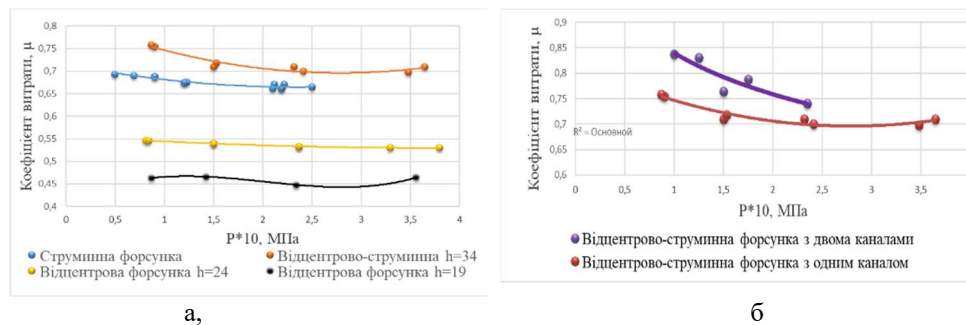


Рис. 1 Залежність коефіцієнта витрати (μ) від тиску рідини (P): (а) – для форсунок з одним підвідним каналом; (б) – для відцентрово-струминних форсунок з одним та двома підвідними каналами, що відкриті на 65%

В аналітичному вигляді залежність коефіцієнта витрати μ для області значень геометричної характеристики $A < 1$ в залежності від геометричних розмірів з врахуванням кількості підвідних каналів виражається рівнянням:

$$\mu_0 = n * 0,545 * \left(\frac{d_c}{D_{\text{вз}}} \right)^{-0,206}$$

де n – коефіцієнт, що враховує кількість підвідних каналів.

$n = 1$ – для форсунок з одним підвідним каналом,

$n = 1,1$ – для форсунок з двома підвідними каналами.

Висновки. Запропонована залежність для визначення коефіцієнта витрати дозволяє розраховувати витратні характеристики для форсунок з одним та двома підвідними каналами.

26. Дослідження рідинно-газового ежектора з відцентрово-струминною форсункою з нахиленими каналами

Іван Тимченко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Форсунки з нахиленими каналами знайшли застосування як робоче сопло рідинно-газового ежектора. Дослідженнями встановлено, що об'ємний коефіцієнт ежекції ежекторів з форсунками з двома підвідними каналами на 10...25 % вищий в порівнянні з ежекторами, в яких використані форсунки з одним підвідним каналом.

Матеріали і методи. При дослідженні форсунок використано аналітично-інформаційні ресурси, патентний пошук, спеціальну літературу. Експериментальну частину роботи виконано на гідравлічному стенді кафедри ТОКТП, обладнаного контрольно вимірювальними приладами: витрата рідини вимірювалась ротарційним витратоміром типу КВ-1,5, клас точності 1,5; тиск рідини на форсунці контролювався манометром ОБМ1-160, кл. точності 1,5; витрата газу вимірювалась лічильником PREMA G 1,6 об'ємного типу; розрідження в камері змішування фіксувалось диференційним манометром в мм вод ст.

Результати. На рис. 1, а показано залежність об'ємного коефіцієнта ежекції $K_{еж}$ від тиску P рідини в соплі для форсунок з одним та двома підвідними каналами.

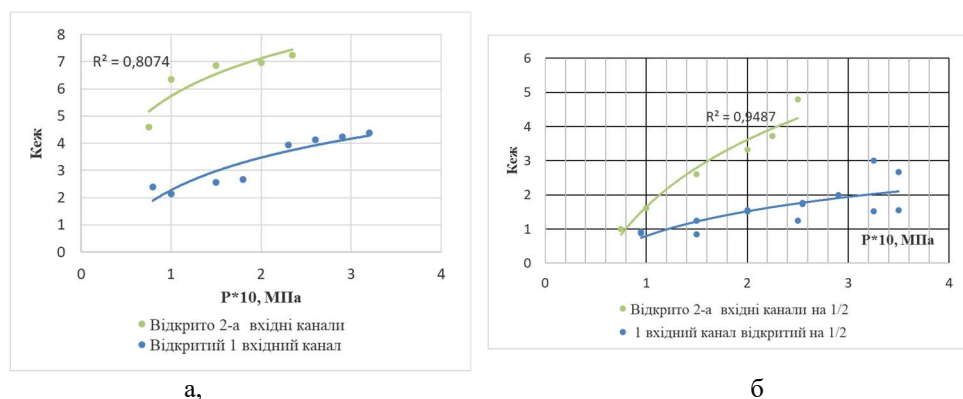


Рис. 1 Залежність $K_{еж}$ від тиску P рідини в соплі для форсунок з одним та двома підвідними каналами, відкритими повністю $h=max$; (б) – вхідні канали відкриті на $1/2$

З приведених графіків можна зробити висновок, що коефіцієнт ежекції $K_{еж}$ струминного апарату з робочим соплом в вигляді форсунки з двома підвідними каналами значно перевищує аналогічний показник ежектора, в якому як робоче сопло використано форсунку з одним підвідним каналом. Такі дані отримані в усьому діапазоні зміни площі вхідних каналів форсунки. Пояснюється збільшення числового значення коефіцієнта ежекції при використанні форсунки з двома підвідними каналами рівномірністю розподілу рідини по перерізу факелу розпилення.

Висновки. Дослідження ежектора, оснащеного форсункою з двома вхідними нахиленими каналами показало перевагу даного типу форсунок. Коефіцієнт ежекції такого ежектора на окремих режимах перевищує $K_{еж}$ апарату з форсункою з одним підвідним каналом майже в два рази.

27. Вплив температури активного потоку на коефіцієнт ежекції

Іван Тимченко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Володимир Василів

Національний університет біоресурсів і природокористування, Київ, Україна

Вступ. Проведено експериментальне дослідження ежектора з метою визначення впливу температури активного потоку на коефіцієнт ежекції.

Матеріали і методи. Дослідження проведено на гідравлічному стенді, який складається з ємкості для рідини, насоса, трубопроводів, регулюючої арматури. Стенд оснащений контрольно-вимірювальними приладами: манометром для контролю тиску, витратомірами газу та рідини, термopарами для вимірювання температури потоку. Досліджено ежектор з скляною камерою змішування $\varnothing 19$ мм та форсункою з нахиленими каналами з сопловим отвором $\varnothing 4$ мм.

Результати та обговорення. Дослідження ежекційних процесів проведено в середовищі вода-повітря. Рідина в ємкості дискретно нагрівалась до температури: 15, 25, 29, 33, 41⁰С. При вказаних температурах запускалась установка та проводились заміри витрат рідини та повітря при тисках рідини в соплі форсунки 0,05, 0,1, 0,15, 0,2, 0,28 МПа. З дослідних даних визначався коефіцієнт ежекції (відношення витрати активного потоку до пасивного).

Експериментально встановлено (рис. 1), що при збільшенні температури рідини і при незмінних інших параметрах коефіцієнт ежекції зменшується. Пояснюється тим, що при збільшенні температури рідини відбувається більш інтенсивне її випаровування в газ до насиченого стану при даній температурі. Крім цього газ нагрівається до температури рідини та збільшується його об'єм. Ці два фактори негативно впливають на об'ємний коефіцієнт ежекції.

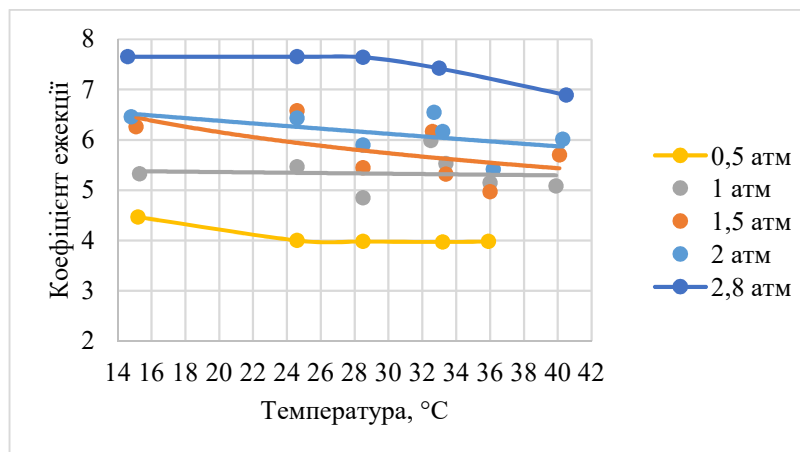


Рис.1 Графік залежності коефіцієнту ежекції від температури активного потоку

Висновки. Експериментально встановлено вплив температури рідини на значення об'ємного коефіцієнта ежекції. Отримані дані доводять, що зі збільшенням температури активного потоку ефективність ежектора зменшується.

28. Визначення положення точок, рівновіддалених від чотирьох прямих, три з яких паралельні між собою

Ілля Шарига, Вадим Серпученко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Існує така група задач, де шукані елементи визначаються за допомогою двох прямих колових циліндрів, осі яких є схрещуваними прямими.

Матеріали і методи. При розв'язанні подібних задач застосовується метод перетворення проєкцій, а саме – заміна площин проєкцій.

Результати. Уявляємо, що точки, які рівновіддалені від прямих a , b і c , належать осі циліндра m , твірними якого є задані прямі a , b і c . Знайдемо положення цієї осі m заміною площин проєкцій у системі площин проєкцій Π_4 - Π_5 , розмістивши площину проєкцій Π_5 перпендикулярно до прямих a , b і c , і визначимо радіус цього циліндра r (рис. 1).

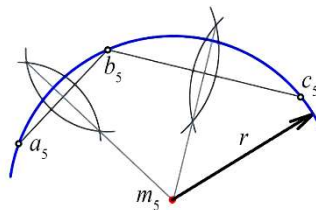


Рис.1. Визначення радіусу кола по трьох точках

Тепер заміною площин проєкцій побудуємо проєкцію прямої d у проєціюючому положенні у системі площин проєкцій Π_6 - Π_7 і визначимо положення проєкції m_7 .

На Π_7 на такій-саме відстані r від прямої d побудуємо поверхню другого циліндра у вигляді кола радіусу r .

Будуємо перетин прямої m з поверхнею другого циліндра і отримуємо положення шуканих точок K і L . Зворотнім перетворенням переносимо зображення визначених точок K і L на умову задачі. Загальний алгоритм побудови представлений на просторовому зображенні на рис.2.

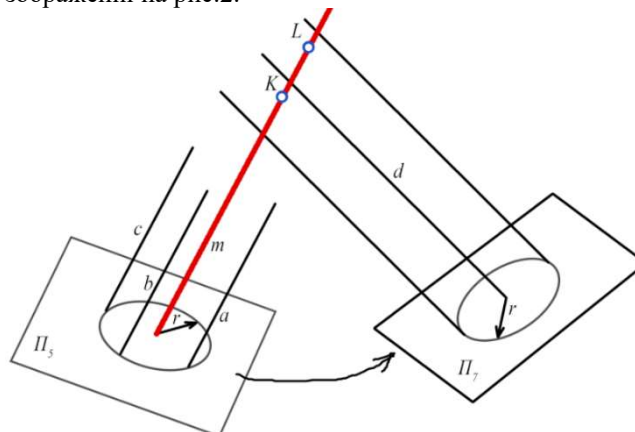


Рис.2. Просторове зображення розв'язку задачі.

Висновки Точки K і L розміщені на однаковій відстані r від чотирьох прямих a , b , c і d .

29. Імітаційне моделювання гідродинамічної обстановки в розпилювальній сушарці з різним підведенням сушильного агенту

Микола Бережинський, Андрій Слюсенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із негативних явищ, яке виникає при роботі розпилювальної сушарки, є налипання вологого матеріалу на її внутрішні стінки. Для його усунення необхідно здійснити модернізацію обладнання.

Матеріали та методи. Для проведення імітаційного моделювання використано програму Ansys CFX. При моделюванні розглядається двофазна система рідина-газ. Взаємодія між фазами враховується Ейлеровою моделлю багатофазних течій Mixture. Для врахування турбулентності використовується $k-\varepsilon$ модель. Граничні умови для моделювання: витрата сушильного агенту 5 кг/с, початкова швидкість розпилення рідини 150 м/с, гладка стінка сушарки, вільний вихід потоку.

Результати та обговорення. З метою визначення раціонального підведення сушильного агенту в сушарку, яке забезпечить зниження ймовірності налипання продукту на її стінки, проведено CFD моделювання з різними варіантами його підведення. На рис. 1 представлено розподілення рідини в сушарці з типовим підведенням сушильного агенту через один патрубок круглого пререрізу (рис. 1, а) та при комбінованому підведенні через один патрубок круглого поперечного перерізу та патрубку (канали) прямокутного поперечного перерізу (рис. 1, б).

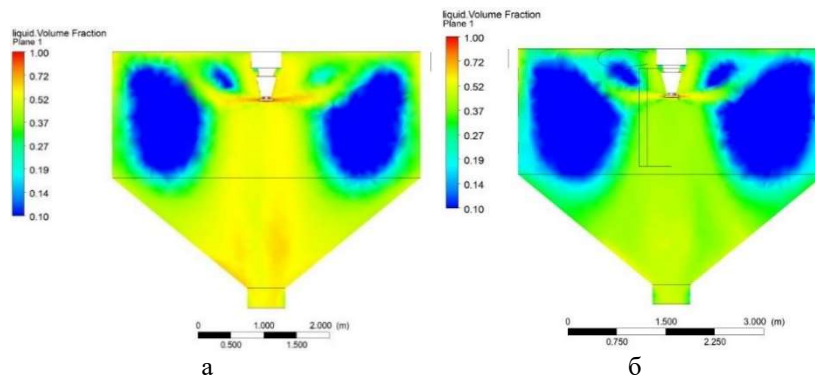


Рис. 1. Розподілення рідини в сушарці з різним підведенням сушильного агенту:
а – через один патрубок круглого пререрізу; б – комбіноване підведення

Аналіз даних з рис. 1, а показує, що біля кришки та циліндричної частини корпусу (зверху) сушарки є підвищена концентрація рідини, тобто в цих місцях є висока ймовірність налипання і подальшого утворення нагару продукту на стінках сушарки. Підведення сушильного агенту через один патрубок круглого перерізу та чотири канали прямокутного перерізу (рис. 1, б) покращує розподілення рідини поблизу стінки сушарки (в зонах налипання). За рахунок цього знижується ймовірність налипання продукту на стінки.

Висновки. На основі результатів проведених досліджень рекомендується виконати підведення сушильного агенту через патрубок круглого перерізу у верхній частині сушарки та чотири патрубку (канали) прямокутного перерізу під ним. Це приводить до підвищення ефективності роботи сушарки.

30. Аналіз ефективності осадження крохмалю пшеничного типу «А» в полі дії відцентрових сил

Юрій Рожко, Тарас Погорілий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пшеничний крохмаль отримують із високоякісного пшеничного борошна за допомогою сучасних технологій та обладнання. Пшеничний крохмаль має дуже широкий спектр застосування в різних галузях промисловості. В харчовій промисловості він застосовується у виробництві хлібо-булочних, кондитерських, макаронних виробів, підсолоджувачів тощо, виконуючи згущувальні, стабілізуючі функції, а також виступаючи джерелом енергії. Також крохмаль широко використовується у паперовій, текстильній, хімічній та інших галузях.

Матеріали та методи. Матеріалом для досліджень був розчин пшеничного борошна з водою в пропорції 30/70 % відповідно, після замішування та витримки при температурі 38-44⁰С. При осадженні під дією відцентрових сил отримано розшарування розчину на три складові: крохмаль типу «А» (А-крохмаль – розмір частинки ≈ 30 мкм), глютен з крохмалем типу «В» (В-крохмаль – розмір до ≈ 5 мкм) та пентозани. Для створення умов осадження в полі дії відцентрових сил, використовувалась промислова горизонтальна центрифуга – декантер. Змінюючи швидкість обертання барабану центрифуги створювалися різні умови g-фактору, що напряму впливає на швидкість та відповідно ефективність осадження розчину. Сама ж ефективність визначалася кількістю втрат А-крохмалю в зоні відведення В-крохмалю.

Результати. Так як швидкість обертання барабану центрифуги напряму впливає на значення відцентрової сили (g-фактор), то при збільшенні швидкості ефективність розділення покращується. Але при цьому виникають деякі негативні фактори, які треба враховувати при застосуванні такого процесу у виробництві, а саме: швидкість обертання барабану обмежена конструктивними особливостями обладнання, надмірна швидкість обертання призводить до підвищення затрат енергії, попадання глютену в А-крохмаль. Дослідження проводилися центрифугою з діаметром барабану 550 мм та швидкостями обертання від 1500 до 3500 об/хв. Продуктивність центрифуги складає до 10 м³/год при максимальній густині продукту – 1,6 кг/м³.

Висновки. Результати дослідження дозволяють підібрати збалансоване значення швидкості обертання барабану центрифуги для отримання мінімальних втрат А-крохмалю та мінімального в ньому вмісту глютену.

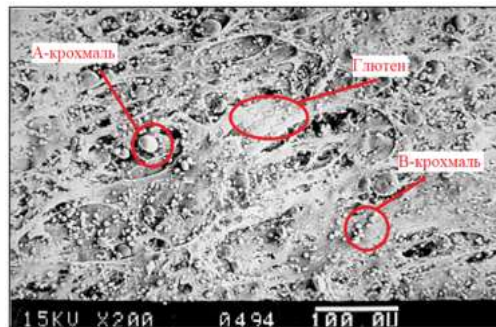


Рис. 1. Розчин борошна з водою.

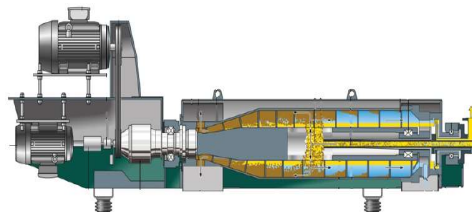


Рис. 2. Схема роботи горизонтальної центрифуги (декантера)

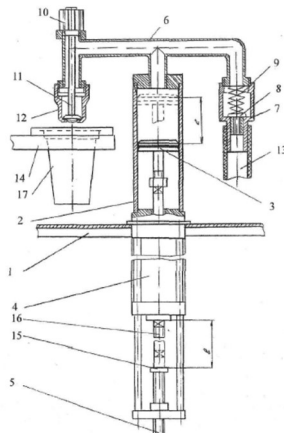
31. Аналітичне дослідження дозатора для рідких харчових продуктів

Петро Якимчук, Тарас Погорілий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасному виробництві рідких та в'язких харчових продуктів важливим фактором є забезпечення точності дозування під час технологічних процесів. Проведення ряду аналізів показали, що дозатори об'ємного типу, які використовуються для цих продуктів, потребують модернізації конструкції для покращення якості їхньої роботи.

Методи досліджень. Робота ґрунтувалась на вивченні технологічних характеристик



поршневого дозатора для рідких харчових продуктів з різними діаметрами насадок від 10 до 30 мм при відносному діаметрі δ/d від 0,0032 до 0,2. При цьому було враховано значення коефіцієнта витрат μ , що зростає пропорційно числу Рейнольдса Re .

Результати. Для дослідження був вибраний дозатор поршневого типу з пневматичним приводом (рис.1). Для забезпечення точності дозування в його конструкції була модернізована форма насадки, яка накручувалася на отвір форсунки. Для визначення раціональних кінематичних та динамічних параметрів переміщення штока дозатора може бути використана математична модель процесу дозування рідких (в'язких) матеріалів, яка виражається рівнянням руху штока дозатора та може бути записане наступним чином:

$$M \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = p_1 \cdot S_1 - p_2 \cdot S_2 - p_a(S_1 - S_2) - F_{m1} - F_{m2},$$

де M – приведена маса рухомих частин дозатора; x – поточне значення переміщення штока дозатора; p_1 – заданий тиск дозування; p_2 – тиск у штоковій камері дозатора; p_a – атмосферний тиск; S_1 – площа поперечного перерізу пневмоциліндра; S_2 – площа носика форсунки; F_{m1} – сила тертя ковзання пневмоциліндра; F_{m2} – сила тертя ковзання штока.

На основі результатів проведених досліджень, було отримано емпіричну формулу для визначення коефіцієнту витрат в інтервалі $Re = 1 \cdot 10^2 \dots 1,5 \cdot 10^5$ для циліндричних насадок за умови $l/d = 2 \dots 5$:

$$\mu = (1,23 + (56 \sqrt{Re}) \cdot (l/d))^{-1},$$

де l – довжина насадки, м; d – діаметр насадки, м.

Для витікання з конічних насадок, що сходяться (конфузор) має місце залежність

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\lambda}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot \left(1 - \frac{l}{n^2}\right) + K_{n,p} \left(1 - \frac{l}{n}\right)^2}},$$

де $K_{n,p}$ – коефіцієнт поступового розширення, α – кут конусності, град; d – діаметр насадка в вузькому перерізі, м.

Висновок. Дослідження показали, що для забезпечення високої точності дозування рідких матеріалів розглянутим дозатором більшою мірою у порівнянні із в'язкістю рідкого матеріалу впливає тиск, що забезпечує процес дозування. Діаметр насадки також впливає на точність дозування, оскільки процес дозування рідини супроводжується виникненням деяких нестационарних процесів (чим менший діаметр отвору насадки, тим більшою мірою ці процеси проявляються).

32. Модернізація вакуум-апарата шляхом додаткового встановлення системи розподілення водяної пари

Артем Саяпін, Тарас Погорілий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В зв'язку з досить важким економічним становищем в енергетичній сфері нашої держави гостро постає питання у використанні енергоресурсів якомога найбільш ефективному та економічному. Однією з найбільш енергозатратних галузей в Україні є цукрова промисловість, яка потребує створення новітніх наукових підходів та вирішення завдань по підвищенню енергоефективності виробництва кристалічного цукру. Таким чином на рівні державних програм є важливими подальші наукові дослідження у галузі кристалізації сахарози.

Матеріали та методи. При виробництві кристалічного цукру найбільш енергозатратними є продуктивні відділення. Розглянуто питання по проведенню модернізації вакуум-апарата шляхом додаткового встановлення розподільчого пристрою водяної пари у нагрівній камері під час масового уварювання цукрового утфелю. Встановлення додаткового розподільчого пристрою водяної пари у нагрівній камері під час уварювання цукрового утфелю в промислових умовах покращить розподіл теплоносія у гріючій камері. Що в свою чергу призведе до покращення розподілу градієнта температур в гріючій камері. Це в свою чергу призведе до покращення розподілу полів швидкостей, та як наслідок, гідродинамічних характеристик утфелю в модернізованому апараті в порівнянні із базовим.

Таким чином, покращення гідродинамічних характеристик розподілу водяної пари у нагрівній камері вакуум-апарата безпосередньо вплине на покращення гідродинамічних характеристик утфелю у всьому вакуум-апараті. Такий покращений стан гідродинаміки утфелю у модернізованому вакуум-апараті в порівнянні із базовим вакуум-апаратом призведе до покращення теплообміну у вакуум-апараті. А це, в свою чергу, призведе до скорочення часу уварювання утфелю. Що в свою чергу вплине на зменшення енергозатрат при уварюванні цукрового утфелю, і як наслідок, позитивно вплине на економічну складову при виробленні цукру. Також, покращення гідродинаміки утфелю та теплообміну у вакуум-апараті покращить гранулометричний склад готового продукту, що підвищить якість товарного цукру, що в свою чергу також позитивно вплине на економічну складову при виробленні готового товарного цукру.

Результати. Проведена модернізація по встановленню додаткового розподільчого пристрою гріючої водяної пари у нагрівній камері вакуум-апарата покращить гідродинаміку утфелю у всьому вакуум-апараті та покращить процес теплообміну вцілому у вакуум-апараті при уварюванні цукрового утфелю.

Висновки. Для досягнення скорочення енергозатрат на виробництво товарного цукру провели модернізацію гріючої камери вакуум-апарата шляхом встановлення додаткового пристрою по розподілу водяної пари у нагрівній камері вакуум-апарата.

Література

1. Кулінченко В.Р. Промислова кристалізація цукристих речовин: Монографія / В.Р. Кулінченко, В.Г. Мирончук. – Київ, 2012. – 426 с.

33. Development of multi-level adaptation fin-ray gripper with mechanical differential

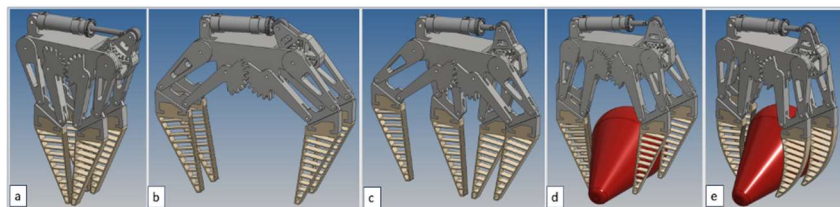
Oleh Chentsov, Mykola Yakymchuk, Oksana Grynevych
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Widespread use of automated solutions in processing and packaging lines in food production accompanied by an increase in technologic efficiency of end effectors, in particular grippers. Having analyzed the results of review for existing solutions, existing patents, and related scientific works it was decided that a better, more efficient, and more versatile gripping device was needed. The proposed design is based on the principles of combining the best qualities of existing grippers without sacrificing efficiency, increasing the capabilities of multi-finger mechanical grippers by synchronizing the finger movements through a differential gear, and significantly expand the level of adaptability by using a two-tier shape adaptation system, mechanical and fin-ray effect in elastic end links, what allows for the most efficient handling of oblong objects in food industry with variable cross-sections and irregular shape.

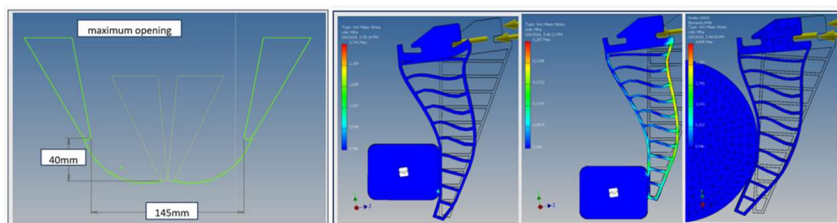
Materials and methods. The aim of the study was to investigate mechanical properties, operation characteristics, capabilities of suggested device, estimate optimal proportions for each link. Inventor Software with strength analysis package was used to simulate kinematics and estimate durability of 3D printed parts.

Results and discussion. Existing Fin-ray grippers design has high level of adaptability but mostly small stroke, otherwise synchronous impact grippers don't have such option and easily can injure delicate object without sensory and feedback system. The manipulative operations are usually performed by using two-fingered grippers equipped with one actuator, but focus has been shifted now a days to multi-fingered grippers. Suggested design combine advantages of both solutions and controlled only with one actuator. Gripper has next characteristic features: drive lever connected with jaws throw differential, synchronized pairs of jaws which can move mirrored relative to each other, Fin-ray end links made of elastic polymer, all components including gears besides actuator made by 3D printing.

As result of computer modeling there were determined: the optimal proportions for links, working stroke and actuator parameters (Pic.2), 3D printed parts geometry, geometrical parameters of grasped object and its shape permissible variation. 12mm pneumatic cylinder with 30mm stroke was used as main actuator, bevel gears in deferential node has 2mm module and 17 teeth, synchronizing gears is 2.5mm module and has 23 teeth, Onyx plastic for 3d print with 37% carbon fiber infill (flexural strength 71MPa), molded silicone for soft fingers (3.2MPa Uoung's module).

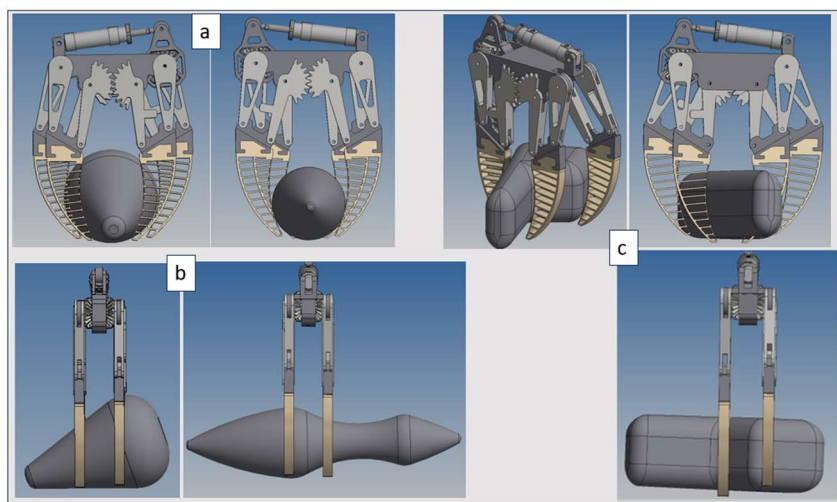


Pic.1 a) Fully closed; b) fully opened; c) transitional position; d) mechanical shape adaptation; e) Fin-ray adaptation.



Pic.2. a) Fingers trajectory; b) silicon fingers behavior under load in contact with different objects.

Capability to grasp wide shape variation objects is shown on (Pic.3), both bodies of revolution and bodies with indefinite shape.



Pic.3. Grasping of different shape objects; a) pear-shaped, b) fusiform, c) irregular shape.

Behavior of Fin-ray elements already known and investigated in many scientific works [2,3], and modeling showed that suggested design and material fits for performing defined tasks, adapt well to the shape of the object being grabbed and provide reliable gripping (Pic.2.a).

Conclusions. The study showed that suggested design is capable of performing assigned to it functions, can grasp wide range packed and unpacked single food products with controlled force to preserve their integrity and presentation, provides reliable hold of the object.

References

1. Bhatt, Nisha & Chauhan, Nathi. (2016). Design of a Two Fingered Friction Gripper for a Wheel Mobile Robot. 10.1007/978-981-10-1023-1_20.
2. Kitamura, Takahide & Matsushita, Kojiro & Nakatani, Naoki. (2023). Analysis of Contact Force and Shape Change on Grasping a Square Object Using an Actual Fin Ray Soft Gripper. Sensors. 23. 9827. 10.3390/s23249827.
3. Liu, Sandra & Ma, Yuxiang & Adelson, Edward. (2023). GelSight Baby Fin Ray: A Compact, Compliant, Flexible Finger with High-Resolution Tactile Sensing.

34. Інтенсифікація процесу віджимання бурякового жому

Михайло Цюрпита, Євген Бабко, Валентин Олішевський
Національний університет харчових технологій

Вступ. Одним із напрямків підвищення енергоефективності бурякоцукрового виробництва є вдосконалення дифузійно-пресового способу вилучення сахарози з бурякової стружки, а також роботи пресів глибокого віджимання. Тому, актуальними є питання, пов'язані з підвищенням структурно-механічних властивостей бурякової стружки, а саме збереження цілісності структури бурякової тканини в процесах виробничого екстрагування та пресування, та зменшення ступеню переходу нецукрів в жомопресову воду в процесі пресування.

Матеріали і методи. Предметом дослідження є додаткове видалення вологи з бурякового жому в пресах глибокого віджимання. Об'єкт дослідження полягає в підвищенні структурно-механічних властивостей бурякової стружки за рахунок модернізації завантажувальної шахти преса глибокого віджиму. У роботі застосовано методи досліджень відповідно до діючих стандартів.

Результати. Проведено аналіз сучасних схем пресування бурякової стружки, визначено їх переваги та недоліки. Показано, що найважливішими факторами, які впливають на процес пресування свіжого жому, є початковий вміст вологи в ньому, тиск пресування, тривалість витримки продукту під цим тиском, а також температура пресованого матеріалу. Запропонована модернізація передбачає розробку пристрою для підвищення ступеня зневоднення свіжого жому в вертикальній завантажувальній шахті двохшнекового горизонтального преса глибокого віджиму та поверненням отриманої жомопресової води в дифузійний апарат. Отримані залежності дозволяють визначити основні закономірності та параметри видалення рідкої фракції через перфоровану вставку при пресуванні бурякового жому в зоні шнека, які будуть використані при розробці компонування завантажувальної вертикальної шахти преса глибокого віджиму: осьове зусилля і тиск на жомову масу, що розвивається під шаром стовпа жому; живий переріз перфорованої вставки в завантажувальній шахті преса, її пропускну здатність та швидкість перебігу рідкої фракції через отвори вставки. Крім того, додаткове зневоднення бурякової стружки підвищує величину сухих речовин в ній. Таким чином, максимально зневоднений пресований жом після преса спрямовується на сушіння, де обробляється тепловим реагентом та ефективно висушується з мінімальними енерговитратами. В ході запропонованих конструктивних рішень досягається підвищення вмісту сухих речовин свіжого жому на 0,8-1,2% та пресованого жому на 0,5-1,0%.

Висновки. Проведено моделювання процесу видалення вологи зі свіжого жому через перфоровану вставку та отримані залежності, які дозволяють визначити осьове зусилля і тиск на жомову масу. В ході запропонованих конструктивних рішень досягається підвищення вмісту сухих речовин свіжого жому на 0,8-1,2% та пресованого жому на 0,5-1,0%.

Література

1. Asadi M. (2007), Beet Sugar Handbook, John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, pp. 162–163, pp. 435–450.
2. Олішевський В.В. Науково-технічні засади застосування наноматеріалів для інтенсифікації масообмінних процесів харчових виробництв : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.12. Київ, 2021. 499 с.

Section 14

Mechatronics and packaging technique

Chairperson – professor Liudmyla Kryvoplias-Volodina

Secretary – assoc. prof. Kostiantyn Vasylykivskyi

Секція 14

Мехатроніка і пакувальна техніка

Голова – професор Людмила Кривопляс-Володіна

Секретар – доцент Костянтин Васильківський

1. Implementation of AR technologies in robotics on the example of a dosing robot manipulator

Vladyslav Yasychev, Dmytro Yemelianov, Oleksandr Zaporozhets,
 Liudmyla Kryvoplias-Volodina

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The development of complex automated packaging systems, mechatronic assemblies, working bodies and parts for the AR library of augmented reality is an urgent task for finding new technical solutions.

Materials and methods. The research materials are industrial equipment design methods that allow to choose the best layout technical solutions. The research methods were based on software products implemented in C# in the Android studio development environment.

Results and discussion. A software product (AR library) for augmented reality navigation was developed. The augmented reality methodology is formed by combining software objects and a video stream from the camera. According to the algorithm (Fig. 1), the device's camera acts as the eyes of the system, and the markers become a tool for influencing the real world.

During the experiment, the Marker AR technology was used to visualise virtual objects in the real world, which uses QR codes read by the smartphone/tablet camera to overlay virtual 3D models on the corresponding markers.

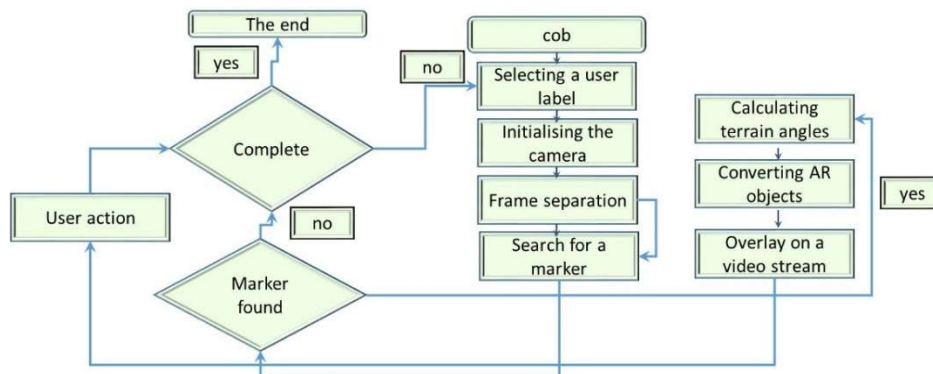


Fig.1. The general algorithm of the AR application with elements of the author's 3D object library

In accordance with the aim of the study, a software product was configured and developed that allows the use of augmented reality technology for design and educational purposes.

Conclusions. In the course of the work, we analysed existing AR products, chose a method of implementing our own AR library, developed a library of AR nodes, prepared an explanatory note, and tested the product with a limited number of users, which confirmed its compliance with the terms of reference.

References. Volodin S., Savchuk O., Kostin V., Yasychev V. (2024) System engineering of packaging equipment/ Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Modern research in science and education. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference. BoScience Publisher. Chicago, USA. - pp. 261 – 263. URL: <http://surl.li/rfhoh>

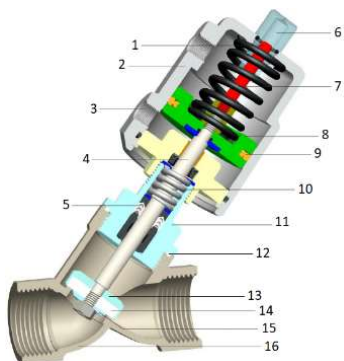
2. Study of the dosing process of liquid food products in flow dispensers

Taras Butyk, Oleksandr Gavva (postgraduate student), Liudmyla Kryvoplias-Volodina
 National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The purpose of this work is to improve equipment for dosing liquid food products. Research into the dosing process of liquid food products in flow dispensers is aimed at developing new dosing methods and technologies that will be more efficient, accurate and reliable.

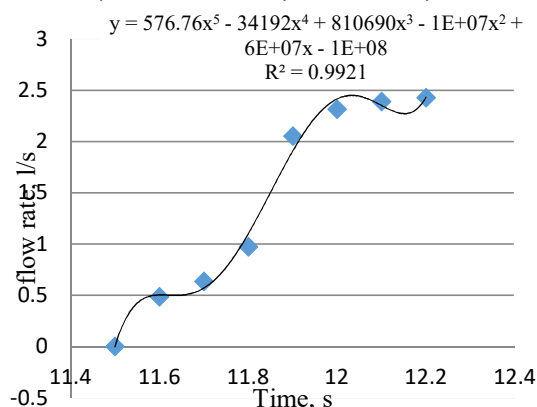
Materials and methods. The object of research is the processes of formation and dosage of a liquid food product. The subject of the research is the design of the dosing device. Research methods are based on physical experiment, mathematical modeling and processing of research results.

Results and discussion. A functional mechatronic module with a saddle valve (Fig. 1)



can be used in industrial machines and devices for dosing and packaging of liquid food products. Modern flow dispensers are characterized by high productivity. They can dispense liquids at a rate of up to several thousand liters per hour. This allows to significantly increase production efficiency. Further development of flow dispensers can be expected in the future. They will become even more accurate, productive and automated. This will allow them to be used in an increasingly wide range of applications. The use of modern materials and technologies allows to increase the accuracy of dosing up to $\pm 1\%$.

Fig. 1. Seat valve controlled by pneumatic drive: 1 – indicator; 2 – housing of the controlled drive; 3 – air connection port; 4 – working rod; 5 – sealing; 6 – cap; 7 – working spring; 8 – piston; 9 – piston seal; 10 – spring; 11 – cover; 12 – housing seal; 13 – working saddle; 14 – saddle seal; 15 – washer, 16 – housing



The development of new types of drives allows increasing the productivity of dispensers. (Fig. 2). The introduction of automation allows increasing the accuracy and productivity of dispensers, as well as simplifying maintenance.

Fig. 2. The graph of flow rate changes at the outlet of the seat valve in the range from 0 to 100% flow rate

Conclusions. A Dispensing valve with an electropneumatic positioner provides the best output flow schedule between 0 and 100% flow. This graph has high smoothness and accuracy, which is

achieved due to the linear control law and high accuracy of the positioner.

References. Kryvoplias-Volodina L.O., Gavva O.O. (2023) Criterion quantification of adaptronic functional modules of machines for packaging products in consumer packaging. Print Trends in Lean production and packaging of food products: materials of the 12th International Specialised Scientific and Practical Conference, Kyiv – NUFT. - P. 74 -76. URL: <http://surl.li/rmfde>

3. Practical aspects of the polymodel approach to the synthesis of mechatronic modules of packaging equipment

Oleksandr Savchuk, Yevhenii Kyrylchuk, Volodymyr Kostin

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The poly-model approach to the synthesis of mechatronic modules for packaging equipment allows us to flexibly and efficiently design and manufacture packaging machines that meet the changing needs of the market and provide high performance, reliability and cost-effectiveness.

Materials and methods. The research materials are robotic systems based on electric drives. The study of mechatronic systems is based on the theories of mechanics, electronics, automation, computer science and uses methods of analytical modelling, experimental research, numerical modelling, system and hierarchical approaches, as well as computer simulation.

Results and discussion. In order to describe the interrelationships between different variants of mechatronic modules construction of packaging equipment, it is proposed to use an alternative-graph formalisation, which shows different variants of system elements construction (Fig.1). Let G_J – graph, defining variants of composition and interrelations of possible nodes of mechatronic modules; $G_J^* \in G_J$ – subgraph defining one of possible variants of nodes realisation with their interconnections.. Its arcs reflect the interrelations between the nodes. The formalisation of problems with mapping of the first type leads to mathematical problems of integer programming, and of the second type - to mixed (linear and integer) programming. The problem of synthesis of the mechatronic module structure in this case can be formulated in terms of optimised quality indicators, with a constraint on the cost of functioning:

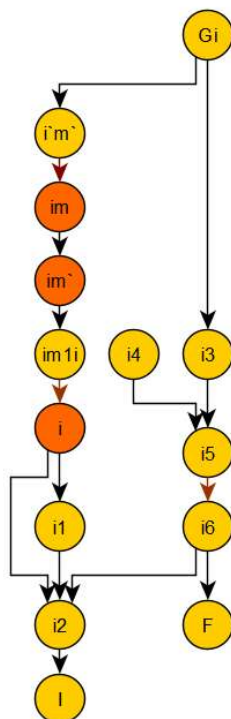
$$F_0(x_{ik}, x_{imn}, x_{imj}, x_{jp}) \rightarrow \text{opt.}$$

In this case the required mapping θ - a multitude of interrelated tasks and their phases G_i on the set of interconnected nodes of the system G_J is defined by a corresponding set of variables. Two types of mappings are possible when distributing tasks between the nodes of the mechatronic module θ : 1) each task (stage) is performed in only one of several possible nodes of the system; 2) tasks (stages) are performed in several nodes of the system.

Fig.1. Alternative-graph formalisation of the structure

Conclusions. The presented formalisation of synthesis of the control system structure allows to solve the problem of task distribution between elements (nodes) of the technological machine built on the basis of mechatronic modules, and the corresponding methodology of optimisation of the packaging equipment structure.

References. Kryvoplias-Volodina L., Gavva O., Blazhenko S., Marunin A., Volodin, O. (2023) Architecture of hybrid mechatronic dosing and packing module of packaging machine based on qualitative analysis. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(2-124), pp. 70-79. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286615>



4. Ініціалізації нестационарного моделювання з метою підвищення точності дозування

Олександр Гавва, Людмила Кривопляс-Володіна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Організація потокового дозування в пакувальних машинах потребує поєднання високої точності дозування з максимальною швидкістю роботи. Це складне завдання, адже воно потребує ретельного узгодження роботи механічних, електронних та програмних компонентів машини.

Методи досліджень. Дослідження ґрунтується на законах збереження маси та імпульсу, а також на чисельних методах та реологічних законах. Об'єктом дослідження є дозувально-фасувальний мехатронний модуль із змінними вихідними патрубками.

Результати і обговорення. Чисельне моделювання опрацьовано на основі імітаційної моделі пакувальної машини із запірним механізмом виділення дози за рахунок протитиску у каналі дозувально-фасувального модуля. Для цього розроблено 3D модель технічної системи в ПП Solidworks (рис.1), блоки якої показують зв'язки системи із зовнішнім середовищем, а також витрати енергії у складових її елемента.

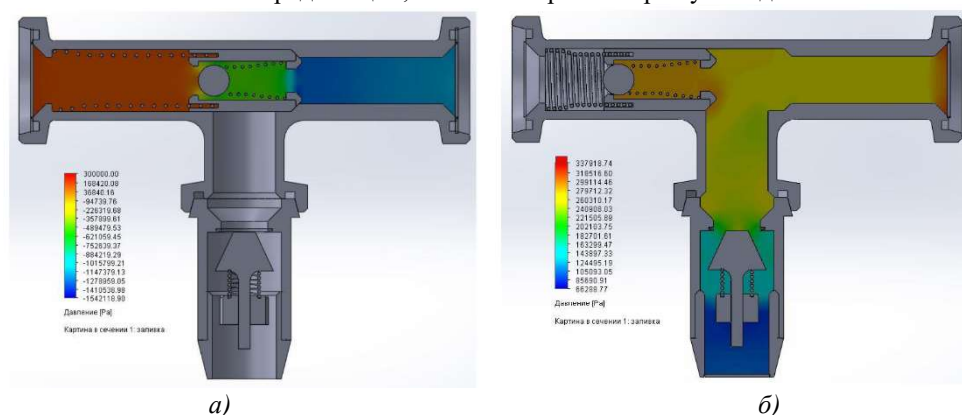


Рис.1. Розподіл тиску в запірній арматурі дозувально-фасувального модуля: а) забір дози продукту; б) витискання дози продукту

Дослідження продемонстрували досягнення в установці стабільного режиму витіснення продукту при подачі в систему стисненого повітря в діапазоні тиску від 0,99 до 1,81, який був заданий програмно. Стаціонарний режим визначається швидкістю і тиском повітря, які залишаються постійними під час роботи установки з урахуванням транспортного режиму.

Висновок. Швидкість повітря і тиск на вході є основними умовами для початку етапу відбору дози продукту. Для забезпечення точності дозування було використано сходячковий закон керування зміною тиску в системі дозувального резервуару, що забезпечило похибку точності дозування на рівні 0,3% від встановленої дози 250 мл. У ході аналізу було визначено, що оптимальна витратна характеристика отримана при експлуатації сідельного клапану.

Література

Gavva, O., Kryvoplias-Volodina, L., Blazhenko, S., Tokarchuk, S., Derenivska, A. Synthesis of a precision dosing system for liquid products based on electro-pneumatic complexes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies this link is disabled, 2021, 6(2-114), стр. 125–135. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.247187>

5. Основні підходи застосування елементів ПоТ в пакувальних виробництвах

Олександр Гавва, Людмила Кривопляс-Володіна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний підхід до створення пакувальних виробництв передбачає формування закритих зон із регульованим кліматом. Для забезпечення діяльності таких пакувальних виробництв потрібно передбачити дистанційну систему контролю як за технологічними параметрами процесів пакування, так і за технічним станом пакувальних машин-автоматів. Одним із шляхів вирішення цієї задачі є застосування елементів ПоТ.

Матеріали і методи. Аналіз інформаційних джерел щодо застосування ПоТ технологій в технічних системах та експертне оцінювання вагомих факторів, що впливають на показники якості виконання пакувальних операцій та технічну спроможність пакувальних машин-автоматів. Об'єктом дослідження є пакувальні машини-автомати та їх адаптронні функціональні модулі.

Результати та обговорення. Результатами аналізу інформаційних джерел встановлено, що ПоТ (промисловий інтернет речей) – це система об'єднаних комп'ютерних мереж і підключених до них виробничих об'єктів (технічних систем) із вбудованими датчиками і програмним забезпеченням для збору та обміну даними з можливістю віддаленого контролю та управління в автоматизованому режимі без участі оператора. Отримана таким чином інформація може бути використана для запобігання позапланових простоїв, поломок обладнання, скорочення позапланового технічного обслуговування та збоєм в управлінні постачання, тим самим сприяє більш ефективному функціонуванню виробництва.

Сьогодні є чотири типи найпоширеніших ПоТ: LPiX/AN, стільниковий зв'язок, (3G/4G/5G), Bluetooth і BLE та Zigbee.

Для пакувальних виробництв, які потребують контролю багатьох параметрів у малий період часу, доречним є застосування LPWAN. LPWAN – глобальні мережі з низьким енергоспоживанням, які з'єднують усі датчики пакувальних машин-автоматів, спрощуючи роботу багатьох додатків.

Для оцінювання факторів, що впливають на показники якості виконання технологічних функцій і технічної спроможності пакувальних машин, доречно використано кваліметричний підхід, що включає: побудову ієрархічної структури показників; визначення абсолютних показників; визначення еталонних абсолютних показників; визначення вагових коефіцієнтів; визначення комплексної оцінки.

Поєднавши результати експертного оцінювання вагомих факторів із технологією промислових інтернет речей буде створено проекти більш ощадливих, гнучких та ефективних пакувальних виробництв.

Висновки. 1. На основі порівняльного аналізу ефективності впровадження ПоТ в різні виробництва встановлено, що для пакувальних виробництв, які в своєму складі мають багатоопераційні машини-автомати, доречно використовувати ПоТ типу LPWAN.

2. Кваліметричними методами визначено вагомі параметри функціонування адаптронних модулів дозування і фасування рідких і сипких харчових продуктів у споживчу тару, що є вихідними даними для контролю роботоздатності пакувальних машин-автоматів.

Література

1. Системна інженерія пакувальних машин-автоматів: монографія / О. М. Гавва та ін. Київ : Вид-во Сталь, 2023. 406 с.

6. Регулювання потоків рідини з застосуванням запірно-регулюючої арматури специфічної конструкції

Володимир Гера, Людмила Кривопляс-Володіна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для регулювання потоку рідини на харчових підприємствах використовуються кульові крани, які можуть мати різні конфігурації та призначені для одного чи більше середовищ та можуть виготовлятися з різних матеріалів.

Матеріали і методи. На основі сучасної наукової літератури проведено аналіз конструктивних особливостей та різновидів кульових кранів з V-портом для регулювання швидкості потоку сировини.

Результати. Звичайний кульовий кран має отвори у серцевині переважно О-подібної форми, яка впливає на міцність самої серцевини. За такої конфігурації крану характеристики потоку не є ідеальними, і важко досягти точного контролю. Для досягнення цієї мети використовуються V-порти різних конструкцій.

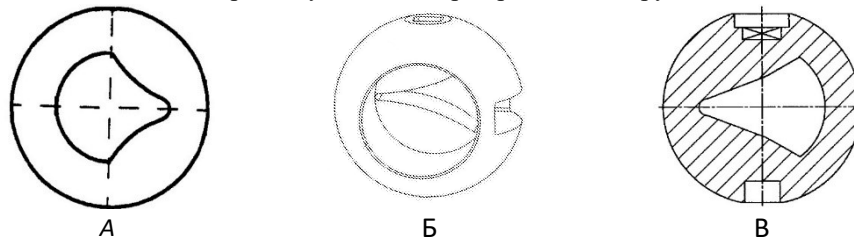


Рис. 1. Приклади конструкції кранів з V-портом

Кульовий кран з V-портом (Рис. 1. А.) має спеціальну форму і складається з комбінованої форми напівкруглого порту і V-подібного порту, що дозволяє корпусу серцевини обертатися разом з корпусом крану, коли він відкритий або закритий. Такий кран може бути виготовлений з керамічних матеріалів.

Конструкція кульового крану з V-портом (Рис. 1.Б.) буде оптимальною як для роботи з одним середовищем, так і для змішування двох різних середовищ. Кран забезпечений серцевиною, що розташована у корпусі клапана з можливістю обертання, та має два отвори подачі: О-подібний порт та V-подібний порт. В якості вихідного отвору слугує прямокутний порт, який перпендикулярний до вхідних портів.

Існує конструкція кульового крану з подвійним V-портом (Рис. 1.В.), де сферичний канал є подвійною V-подібною структурою, а подвійна V-подібна структура утворена двома V-подібними формами.

Висновки. Різні конструкції кульових кранів з V-портом дозволяють проводити більш точне регулювання потоку рідини в заданому діапазоні, враховуючи різні фізичні властивості середовищ та контролювати співвідношення змішування середовищ.

Література

1. Pat. 106678387 A CN. Intelligent adjusting multifunctional ball valve / Bowen W., Zhongjie W., Zheng Jie Z., Yaoyao W., Qifang L., Xuefeng W. Publ. 17.05.2017.
2. Pat. 2883820 Y CN. Flow regulatable spool of ball valve / Zhongqiao Z. Publ. 28.03.2007
3. Pat. 203718005 U CN. Novel double-V-shaped-opening adjusting ball valve. XINGUO Z. BAILIN H. Publ. 16.07.2014

7. Порівняльний аналіз витратних характеристик прецизійних дозаторів

Дмитро Безсмертний, Сергій Токарчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток дозувально-фасувальних технологічних комплексів характеризується зростанням вимог до точності, надійності та швидкодії таких пристроїв. Актуальним є питання автоматизації процесу дозування та підтримки необхідної пропускної здатності, особливо під час роботи з мікро- та нанопорціями.

Методи досліджень. Дослідження здійснювались на основні положення теоретичної механіки, теорії нелінійних коливань, теорії автоматичного керування, механіки суцільних середовищ, методів математичного моделювання.

Результати і обговорення. Розроблена методика проектування та дослідження динаміки прецизійного дозатора мехатронного типу. Досліджено систему імпульсних прецизійних дозаторів, на базі розрахунку динамічних характеристик виконавчого запірного елемента для систем мікродозування, з об'ємом дози близько 10^{-3} м³.

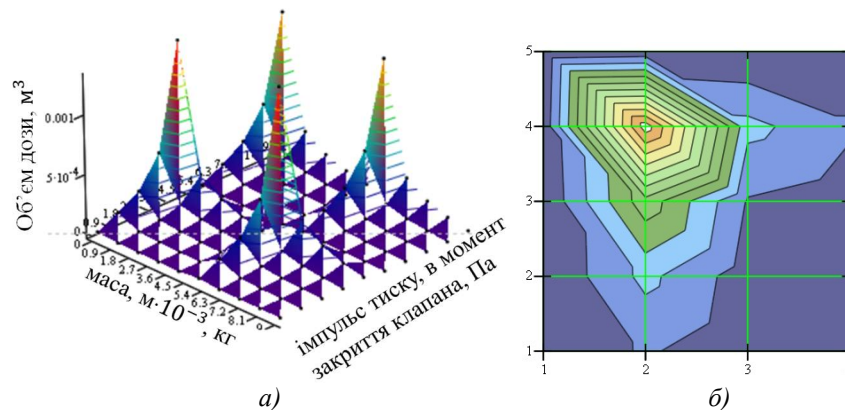


Рис.1. Результати чисельного моделювання витиснення дози в дозувально-фасувальному модулі: а) графік зміни витрат продукту під час роботи прецизійного клапана; б) лінії рівня розподілення продукту в процесі дозування за 1мс із дозувально-фасувальної насадки

Під час моделювання, величина дози Q_0 визначається як інтеграл витрат $q(t)$ за певний інтервал часу: $Q_0 = \int_{t_1}^{t_2} q(t)dt$, де Q_0 - об'єм одиничної дози; $q(t)$ - значення миттєвої витрати в момент часу t ; (t_1, t_2) - інтервал часу формування дози. $q(t)$ визначається законом руху елементів витиснення, або характером зміни тиску в робочій області. Імпульсні методи дозування базуються на двох способах видачі доз: насосом, в основі якого лежить примусове витіснення рідини; витікання, яке формується примусовим тисненням (як запас потенційної енергії).

Висновок. Розмір краплі (дозы) залежить від масогабаритних характеристик дозатора, в'язкості дозованого матеріалу, імпульсу тиску в момент подачі, часу відкриття і закриття дозувального отвору.

Література. Токарчук С.В., Гавва О.М., Кривопляс-Володіна Л.О., Марцинкевич Л.В.. Системна інженерія пакувальних машин-автоматів Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції: матеріали 12-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 20 вересня 2023 р., м. Київ. – НУХТ, 2023. – С. 121 -124. URL: <http://surl.li/rmfde>

8. Синтез машин пакувального обладнання та енергозбереження

Богдан Семена, Юлія Муравйова,
Костянтин Васильківський, Юлія Ступак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Структурний, кінематичний і динамічний синтези машин та механізмів однозначно оцінюються як складніші за відповідні види аналізу у зв'язку з необхідністю додаткових вхідних даних і початкових умов. Однак завершальний етап створення технологічних машин виконується саме як сукупність кінематичного і динамічного синтезів, на які можуть накладатися додаткові умови, наприклад на рівні енергозбереження.

Матеріали і методи. Енергетичне забезпечення і його мінімізація залишаються серед найважливіших чинників технології створення машин. Щодо динаміки машин, то передавання руху здійснюється на основі енергії у формі роботи.

Завдання мінімізації енергетичних витрат сучасної машини можуть вирішуватися на таких напрямках:

- механічний рух переноситься з одного тіла або системи тіл на інше тіло або систему;
- механічний рух перетворюється в іншу форму руху матерії.

У кожному випадку використовуються рекуператори безпосередньо кінетичної енергії, а в другому випадку здійснюються трансформації механічного руху в інші форми.

Результати та обговорення. Сукупна робота сил опору визначає роботу сил рушійних, однак у періоди перехідних процесів узагальнені величини сил рушійних і сил опору не збігаються. Наслідком останнього є нерівномірність ходу ведучої ланки, додаткові прискорення і навантаження, зниження точності виконання технологічних операцій, точності позиціонування, зниження експлуатаційної надійності тощо. При цьому відомо, що рівномірність ходу вхідної ланки зростає із збільшенням показника приведеної маси, яка за необхідності нарощується за рахунок маховика.

Разом з тим, маса рухомих частин є важливою складовою умов з визначення роботи сил шкідливого опору, сил тяжіння, сил інерції і певною мірою з визначення дисипативних витрат. Відмічене означає протиріччя в загальній оцінці впливу величини приведеної маси.

Разом з тим можливо дійти висновку про доцільність обмеження мас, що беруть участь у зворотно-поступальному або коливальному русі, і нарощування мас найбільш швидкохідних ланок обертального руху (методи Реріха, Мерцалова, Вітенбауера).

Висновки. Із проведених аналітичних досліджень можна зробити наступні висновки

1. Використання гравітаційних сил у якості сил рушійних.
2. Встановлення противаг у системах переміщення вантажів у гравітаційному полі.
3. Обмеження коливальних процесів та дисипативних явищ з використанням потенційної енергії деформації пружних елементів.
4. Використання накопиченої кінетичної енергії рухомих ланок у процесах вибігу.
5. Обмеження рухомих мас і реакцій у кінематичних парах.

9. Особливості виготовлення та використання біорозкладальних матеріалів

Денис Верещак, Юлія Ступак, Костянтин Васильківський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сьогодні для зменшення навантаження на навколишнє середовище підвищена увага приділяється біосумісним, компостованим та одержаним з відновлюваної сировини полімерним матеріалам. Поява біопластиків дозволяє значно знизити вуглецевий індекс і полімерів і товарів, вироблених на їх основі.

Матеріали і методи. Упаковка залишається найбільшою областю використання біопластиків, а в останні роки її частка на загальному ринку біопластику перевищила 53%. За визначенням Європейської асоціації виробників, постачальників та споживачів біопластиків European Bioplastics біопластиком є матеріал, що має біологічне походження та/або має компостуючі властивості. Покупцю важливо знати чи пакування підлягає переробці або є таким, що компостується. Дуже важливо мати просту і зрозумілу позначку, що робить очевидним для споживача, в який сміттевий кошик викидати використану упаковку: для органічних відходів, у папір або у пластик.

Результати та обговорення. Сьогодні ринок біополімерів розподілений наступним чином: компостуючі полімери з рослинної сировини становлять близько 80% всього ринку біопластику; не піддаються компостуванню – 12%; традиційні полімери з властивостями біологічної деструкції – 8%.

Освоєння біопластиків розвивається в трьох основних напрямках:

- пластичні маси на основі відтворюваних природних полімерів;
- поліефіри гідроксікарбонових кислот;
- надання компостуючих властивостей промисловим високомолекулярним синтетичним матеріалам.

Один з найперспективніших біопластиків для застосування в упаковці харчових продуктів – полілактид – продукт поліконденсації молочної кислоти, який являє собою біологічно деструкційний лінійний аліфатичний поліестер, одержаний з відновлювальної сировини (кукурудзи і цукрової тростини). ПЛА і матеріали на його основі використовуються для виробництва компостного пакування (для виробів з коротким терміном служби), плівки, одноразового посуду, засобів особистої гігієни, а також в медицині для хірургічних ниток, штифтів, імплантатів, в системах контрольованого вивільнення ліків. З PLA також виготовляють іграшки, корпуси стільникових телефонів, комп'ютерні мишки і тканини. Унікальні властивості цього полімеру викликають велике зацікавлення ним як в науковому, так і в практичному плані, і роблять його конкурентоздатним в масових масштабах.

Висновки. Використання біополімерів безумовно перспективне: властивості компостуючих матеріалів постійно вдосконалюються, обсяги виробництва зростають. Протягом наступних років очікується збільшення світового споживання пластмас, так як пластики продовжують витісняти традиційні матеріали, включаючи сталь, дерево і скло. За деякими експертними оцінками біопластику вдасться міцно зайняти від 1,5 до 4,8% загального ринку пластмас в залежності від технологічного рівня розробок і досліджень в області нових біопластикових полімерів.

10. Дослідження та аналіз спіральних конвеєрів для переміщення упаковки

Лілія Слюсар, Анастасія Деренівська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Операції транспортування та переміщення упаковки відіграють важливу роль забезпечуючи надійний логістичний зв'язок та формування безперервного потоку упаковки на різних етапах процесу пакування. Вони суміщуються з операціями накопичення, орієнтування, групування, видачі для забезпечення необхідної продуктивності обладнання та такту лінії.

Для транспортування масових потоків упаковки та заощадження виробничого простору на ринку конвеєрних систем пропонують використовувати спіральні конвеєри.

Матеріали і методи. За об'єкт дослідження було прийнято процес переміщення вантажу за допомогою спірального конвеєра. Предмет дослідження – конструкція та технологічні параметри роботи міжмашиної транспортної системи з спіральним конвеєром. Методами дослідження є аналіз та синтез, дискретно- ситуаційне імітаційне моделювання.

Результати. Проведене дослідження конструкцій спіральних конвеєрів дало можливість їх класифікувати за способом переміщення упаковки (гравітаційне та на конвеєрі), за видом вантажу (упаковка, штучний або сипкий продукт), видом несучого конвеєра (стрічковий, роликовий, вібраційний), взаєморозміщенням подавального та відвідного конвеєрів у горизонтальній площині та просторі, кількістю витків спіралі, способом організації переміщення – тільки піднімання або опускання, піднімання та опускання упаковки одночасно [1].

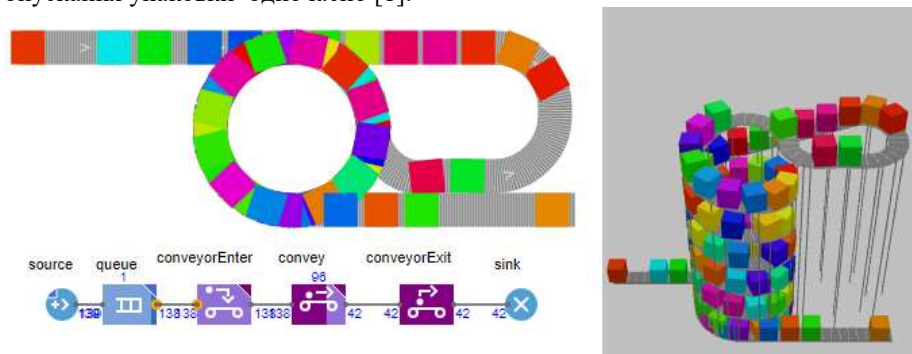


Рис. 1. Дискретно- ситуаційна імітаційна модель спірального конвеєра для гофрокоробок

Розроблена імітаційна модель спірального конвеєра для гофрокоробок (рис. 1.) дає можливість визначити та проаналізувати ступінь завантаженості транспортної системи; підібрати та обґрунтувати необхідний крок між витками та їх кількість; визначити раціональну швидкість переміщення та передбачити рівномірність видачі вантажу на основі єдиного розрахункового такту лінії пакування.

Література

Spiral Conveyors (Sanitary). Mode access: <https://www.nccas.com/equipment/spiral-conveyors-sanitary>

11. Дослідження процесу виготовлення полімерної упаковки методами термоформування

Олександр Бородиня, Анастасія Деренівська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Термоформування — це виготовлення виробів з термопластичних матеріалів в високоеластичному стані шляхом надання їм геометрії форми під впливом підвищеної температури і різниці тисків або в в'язкотекучому стані - шляхом пресування.

Матеріали і методи. За об'єкт дослідження було прийнято процес виготовлення полімерної упаковки методами термоформування. Предмет дослідження – конструкція та фізичні параметри виконання процесу термоформування. Методами дослідження є аналіз та синтез.

Результати. Проведене дослідження методів виготовлення термоформованої упаковки дало можливість виділити та узагальнити основні рушійні сили процесу: зі створенням надлишкового тиску, розрідження; механічною дією додаткових робочих органів. Було виділено наступні методи вакуумного термоформування, що використовуються в виготовленні упаковки або окремо, або в певній комбінації: 1. Позитивне формування (Positive forming). Пластичний матеріал розміщується над формою, а потім під дією вакууму опускається і прилягає до форми по зовнішній поверхні упаковки, набуваючи кінцевої геометрії. 2. Негативне формування (Negative forming). Матеріал розміщується над формою, а потім під дією вакууму опускається і прилягає до форми по внутрішній поверхні, набуваючи кінцевої геометрії. 3. Формування з використанням механічної витяжки (Mechanical Forming). Відбувається попереднє витягування матеріалу за допомогою пуансона, або форми з геометрією наближеною до геометрії упаковки. 4. Формування з використанням механічного формування рельєфу упаковки (Drape Forming). Відбувається процес формування загинів матеріалу за допомогою активної напрямної. 5. Вільне формування. Метод, в якому матеріал не фіксується або не закріплюється визначеною формою. Вакуум формування (Billow forming) або надлишковий тиск застосовується до всієї області, що призводить до формування упаковки чи виробу без використання конкретної форми. Може використовуватись обмежувальна напрямна. 6. Формування в напівформах (Matched-mold forming). Матеріал вкладають між двома напівформами, які закриваються. Застосовується вакуумування або надлишковий тиск для того, щоб матеріал витягнувся та набув геометрії внутрішньої поверхні форми. 7. Формування двох листів пакувального матеріалу одночасно (Twin Sheet Forming). Використовується для виготовлення порожнистих виробів, або виробів з подвійними стінками. Температурний режим, величини тиску, силові характеристики механічної дії робочих органів і тривалість виконання операцій для кожного конкретного методу можуть варіюватися в залежності від властивостей матеріалу, товщини матеріалу та характеристик технічного обладнання.

Результати. Розуміння технології та пошуку оптимальних параметрів для різних методів вакуумного термоформування важливо для оптимізації процесу виробництва. Вибір конкретного методу та його параметрів залежить від конкретних вимог щодо розмірів, геометрії профілю, міцності, товщини та інших характеристик кінцевого виробу.

Література

What is Thermoforming? Mode access: <https://radiofrequencywelding.com/what-is-thermoforming-and-how-can-the-process-be-used-in-product-manufacturing/>

12. Дослідження та аналіз формоутворення надувної захисної упаковки за допомогою зворотних клапанів

Богдан Мельничук, Олег Герасименко, Анастасія Деренівська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасному контексті вимог до пакування, де ключовими чинниками стають інноваційність та ефективність, повітряна захисна упаковка відзначається високою якістю та функціональністю [1].

Матеріали і методи. Дослідження технологій формоутворення надувної захисної упаковки проводилось з використанням методів аналізу та синтезу. За об'єкт дослідження було прийнято процес формоутворення повітряної захисної упаковки із зворотніми клапанами. Предмет дослідження – конструкція та параметри переміщення потоку повітря.

Результати. Основна функція зворотних клапанів - утримання повітря під тиском всередині упаковки після надування та перешкоджання його витоку. Ця функція забезпечується геометричними розмірами та особливостями будови внутрішніх каналів для переміщення повітря всередині зворотного клапану. ,

Характерна схема наповнення повітряної захисної упаковки типу «подушка» зі зворотними клапанами наведена на рис. 1. Під час процесу формоутворення упаковки виконуються наступні етапи: 1) подача повітря через зворотній клапан; 2) заповнення комірки повітрям; 3) герметизація клапану для подачі повітря під дією надлишкового тиску всередині комірки; 4) припинення подачі повітря. Виконання клапанів та комірок може бути різноманітне.

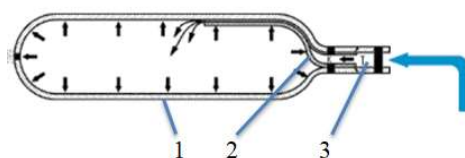


Рис.1 Характерна схема наповнення повітряної захисної упаковки типу «подушка» зі зворотними клапанами: 1- комірка; 2- зворотний клапан; 3- сопло для подачі повітря

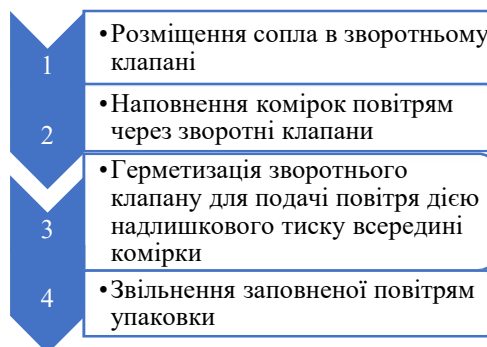


Рис.2. Характерна технологічна схеми наповнення повітрям упаковки наповнення повітряної захисної упаковки типу «подушка» зі зворотними клапанами

Результати. Дослідження процесу наповнення повітряної захисної упаковки за допомогою зворотних клапанів дає змогу визначити максимальне навантаження на плівку; підібрати вид пакувального матеріалу; знайти оптимальні режими роботи пристроїв для виготовлення такої упаковки; раціональні конструкцію та геометричні параметри зворотних клапанів; та дозволить визначити раціональні значення тиску на продукт для забезпечення його цілісності під час логістичних операцій.

Література

1. Air Bag Packing Bag-in-bag Shape, Packaging Air Bags, Inflatable Packaging Bags. Access mode: <https://www.airpackagingmachine.com/products/air-bag-packing-bag-in-bag-shape/>

13. Вплив параметрів пневмоприводу на динамічні характеристики захоплювального пристрою маніпулятора

Дмитро Ємельянов, Владислав Ясичев, Микола Масло

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток робото-технічних систем обумовлює питання моделювання динамічної взаємодії захоплювальних пристроїв з різними за фізико-механічними характеристиками об'єктами технологічної обробки.

Методи досліджень. Для розробки математичних моделей застосовано методи теоретичної механіки, зокрема аналітичної механіки, математичного аналізу, математичної фізики та сучасні числові методи.

Результати і обговорення. Під час подачі повітря у поршневу камеру пневмоциліндра (рис.1), поршень 1 опускається вниз разом із важелем 2 (жорстко закріпленним зі штоком пневмоциліндра). Важелі 4 і 5 через важіль 3 передають зусилля від важеля 2. За умови подачі повітря у штокову камеру пневмоциліндра - губки захвату відкриваються. Для побудови математичної моделі було прийнято ряд припущень. Зокрема: рука робота здійснює обертання навколо осі стійки робота; за основу розрахунку беремо вплив відцентрової сили інерції на губку захватні елементи; окремо розглядаємо момент гальмування захвата.

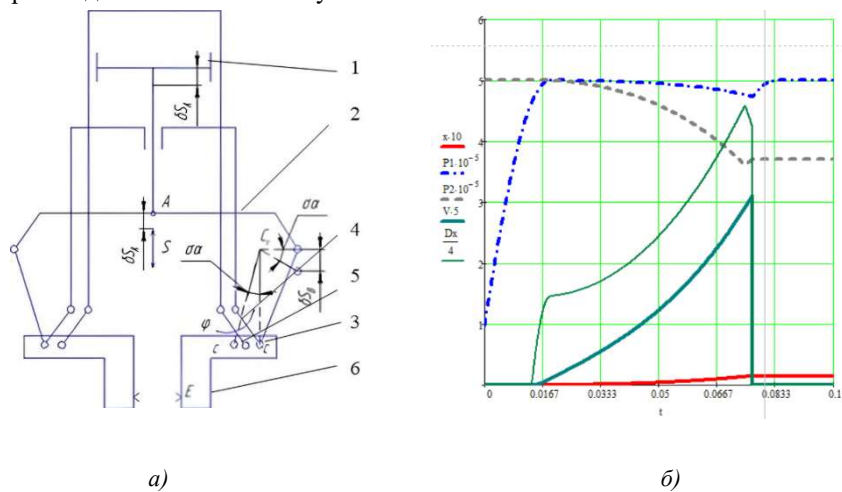


Рис.1. Кінематична схема захвата із аналізом кінематичних характеристик приводу:
 а) опис складових елементів захвата; б) результат математичного моделювання MathCAD

Вхідні параметри моделювання: крок інтегрування $dt=0.0001$; газова стала $R=287$ Дж/(кг•К); температура повітря в магістралі $T_M=293K$; показник адіабати для повітря $k=1.4$; атмосферний тиск $P_A=1,013$ бар; магістральний тиск $P_M=5$ бар; протитиск $P_{M2}=2,5$ бар; довжина ходу пневматичного циліндра $S=0.015$ м; маса рухомих частин $m=0.02$ кг; статичне навантаження $N=10$ Н; діаметр поршня $D_1=0.02$ м; штока - $D_2=0.010$ м; D_L - діаметр трубопроводу, 0,004м.

Висновок. Досліджено процес взаємодії захоплювального пристрою маніпулятора із споживчою упаковкою або харчовим продуктом під час транспортування.

Література. Токарчук С.В., Гавва О.М., Кривопляс- Володіна Л.О., Марцинкевич Л.В.. Системна інженерія пакувальних машин-автоматів Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції: матеріали 12-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 20 вересня 2023 р., м. Київ. – НУХТ, 2023. – С. 121 -124. URL: <http://surl.li/rmfde>

14. Підготовчі процеси переробки використаної упаковки важливий фактор ресурсоощадних технологій

Євгеній Скуйбіда, Богдан Мельничук, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Транспортування використаних пакувальних матеріалів від місць їх утворення до переробних підприємств є одним з найбільш матеріально затратних процесів наряду із актуальністю проведення підготовки такої сировини до переробки.

Матеріали і методи. Збирання використаних пакувальних матеріалів є важливою операцією, що впливає на подальші процеси підготовчого циклу переробки. Тверді побутові відходи можуть потрапляти на переробні комплекси в 2-х видах – несортованому вигляді і після роздільного збирання. У проведенні досліджень використовувалися статистичні та емпіричні методи дослідження.

Результати. Якщо в процесах транспортування використаних пакувальних матеріалів пріоритетним є зменшення їх в об'ємі, для чого використовуються різноманітні способи та методи пресування, то далі – розпакування та надання форми зручної для проведення подальших операцій, тощо.

Використана упаковка з полімерної сировини на переробку поступає із забрудненістю 5...27 %. Полімерні пакувальні матеріали із різних джерел розділяють за фракціями, що включають полімерну тару, змішані пластмаси та залишок. Ідентифікація типу полімерного матеріалу є одним з важливих елементів при його утилізації, оскільки багато процесів повторної переробки непридатні до окремих видів полімерів. Наприклад, виникають складні проблеми за переробки полімерів невідомого походження. Процеси екструзії та литва під тиском вимагають точної ідентифікації полімерних складових, в іншому випадку продукція може мати неприглядний вигляд і низьку якість, особливо погіршуються механічні властивості.

Відповідальною операцією підготовки полімерних відходів до вторинної переробки є миття початкової полімерної сировини гарячою або холодною водою із застосуванням і без застосування миючих засобів, яке на пряму впливає на можливість проведення подальших технологічних операцій переробки та якість отримання нового матеріалу. Тому різні способи очищення і в тому числі миття – це обов'язковий процес. Найпростішою і ефективною є схема поєднання мийних комплексів: інтенсивного миття і ванни флоатації. На практиці використовують традиційні «мокрі» способи очищення полімерних відходів. Найбільше застосування при переробці полімерних відходів отримав метод флоатації в рідкому середовищі. У рідких розчинах з щільністю більше 1 г/мл можна розділити полістирол, полівінілхлорид і поліетилен. Інноваційною пропозицією щодо інтенсифікації процесу миття використаних подрібнених матеріалів є мийка для вторинних пакувальних матеріалів [1].

Висновки. Для отримання якісного кінцевого продукту потрібно щоб сировина мала певні параметри вологості, це особливо важливо після рідинного очищення, що вимагає пошуків зниження затрат енергії не тільки на процеси сушіння, а і досягнення вимог однорідності виду матеріалу, тощо.

Література

1. Патент на винахід № 120536 UA. B03 B5/00, B03 B11/00. Мийка для вторинних полімерних матеріалів / Костюк В.С., Валіулін Г.Р., Костюк Є.В., Полумбрик М.О., Петрусенко А.С., Халіман М.В.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій; опубл. 26.12.2019, Бюл № 24.

15. Робота гібридної сонячної станції: приватний досвід

Андрій Дорошенко, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В реаліях сьогодення актуальним є використання, вивчення та накопичення досвіду роботи гібридних сонячних енергетичних систем в приватному секторі, що посилюється можливістю їх застосування в харчовій промисловості, де спостерігається відносно стабільне та передбачуване споживання енергії.

Матеріали та методи. Дослідження проводилося на прикладі гібридної сонячної електростанції (СЕС), розташованої в селі Гатне, Київської обл, яке належить до II світлокліматичного району України згідно ДБН В.2.5-28:2018. Сумарна потужність сонячних панелей - 19,6 кВт. Встановлено інверторне обладнання VictronEnergy з інтегрованим зарядним пристроєм - 6 кВт, доповнене додатковим сонячним зарядним пристроєм потужністю 5,6 кВт. Сумарна ємність усіх літій-залізо-фосфатних (LiFePO₄) акумуляторних батарей - 15,36 кВт·год. Моніторинг та контроль за системою здійснюється через платформу Victron Remote Monitoring (VRM) та контролер CerboGX, що дозволяє дистанційно відстежувати всі параметри системи в реальному часі та збирати статистичні дані. Загальна вартість 860 тис грн.

Результати та обговорення. Із загрозливою швидкістю для людства відбувається споживання джерел енергії які не відновлюються. Зміна такої тенденції та перехід до використання відновлюваних джерел енергії, вимагає особливої уваги всіх ланок держави і суспільства. І хоча багато країн почали використовувати сонячну енергію, але все ще вони повинні пройти довгий шлях, щоб переробляти цю енергію в такій мірі, щоб забезпечити свою щоденну потребу в енергії. Структура споживання енергії в Україні виділяє два найбільших споживача це промисловість і населення.

В ході експерименту, проведеного з вересня по листопад 2023 року, гібридна СЕС забезпечила повне енергопостачання будинку з загальним споживанням 300 кВт·год на місяць. Спостерігалася динаміка заряду акумуляторних батарей від 50 до 100 % із середнім значенням 90 %, що дозволило збільшити вдвічі використання акумуляованої електроенергії. Встановлено, що система може ефективно генерувати до 600 кВт·год на місяць в осінній період та працювати повністю автономно без зовнішньої мережі. Визначеною ключовою задачею є підтримка оптимальної температури акумуляторів вище 5 °С, яка забезпечена за допомогою нагрівальних килимків та терморегуляторів, що мінімізує енергоспоживання. Ефективність перетворення та перетоку енергії між компонентами в системі підтверджується високими ККД: 81 % теоретичний (за документацією обладнання) та 83 % практичний.

Висновки. Використання гібридної СЕС у приватному секторі не є оптимальним для скорочення енергетичних витрат через значні інвестиції та тривалий період окупності, який становить 16,6 років, обумовлений низькими енерготарифами для домогосподарств. Проте, такі системи забезпечують незамінну роль у підтримці стабільного безперебійного енергопостачання в критичних умовах, зокрема відсутності енергопостачання, та є критично важливими для функціонування високотехнологічного обладнання, що вимагає стабільності напруги. Особливо це важливо з урахуванням перспектив роботизації в харчовій промисловості. Для промислових користувачів, що стикаються з великими енергетичними витратами, гібридні системи пропонують вигідні умови окупності та забезпечують енергетичну незалежність та додаткову безпеку та захист чутливого обладнання.

16. Використання чилерів для рекуперації тепла на пивоварених заводах

Євгеній Скуйбіда, Володимир Костюк

Національний Університет Харчових Технологій, Київ, Україна

Вступ. Серед унікальних різноманітних енергоефективних рішень для промислового охолодження, обігріву та підігріву води із залученням відновлюваних джерел енергії особливе місце займають чилери.

Матеріали і методи. Ефективне використання технологій рекуперації тепла на підприємствах з виробництва пива дає додаткову можливість економії енергії. В роботі використовувалися технології пиво-безалкогольної промисловості, спостереження, порівняння, вимірювання та аналіз як емпіричні методи дослідження.

Результати та обговорення. Чилер – пристрій для охолодження рідкого теплоносія і подавання його за допомогою насосної станції (гідромодуля) через систему трубопроводів до кінцевих споживачів. При виробництві пива відпрацьована гаряча вода та повітря містить велику кількість теплової енергії, але на більшості підприємств промислового виробництва пива її практично не використовують як ресурс для повторного використання [1]. Чилери використовуються для охолодження киплячого суслу до температури, при якій в технологічному процесі можна додавати дріжджі. У процесі охолодження чилери виділяють значну кількість тепла, яка може бути рекуперована та використана для підігріву технічної води. Для охолодження пивного суслу використовують занурювальні і протиточні чилери (рис. 1а,б), пластинчасті теплообмінники тощо. Відмінність їх полягає в принципі роботи.

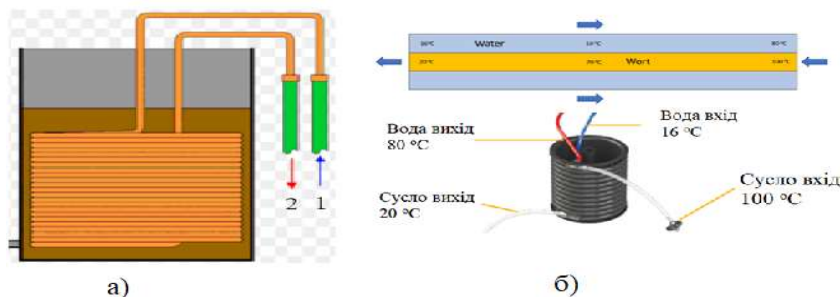


Рис. 1. Схема занурювального (а) та протиточного (б) чилерів

Велику лінійку обладнання пропонує компанія Climaveneta – агрегати для промислового охолодження - мінічилери, чилери і багатофункціональні пристрої потужністю від 4 до 4200 кВт.

Висновок. Використання чилерів для рекуперації тепла є перспективним способом зменшення витрат на енергію та воду на пивоварному підприємстві, і його впровадженням потребує проведення ретельного аналізу технічних та економічних показників, щоб забезпечити максимальну ефективність та доцільність використання такої технології на конкретному підприємстві.

Література

1. Бурдо, О. Г. Енергетичний моніторинг харчових виробництв / Бурдо, О. Г., Трішин, Ф. А., Яровий І. І. / Електронний довідковий посібник, - Одеса: ОНАХТ, Електронне видання. 240 с. DOI: <https://card-file.ontu.edu.ua/bitstream/123456789/11792/1/776-A1.pdf>

17. Вирішення проблеми енергозаощадження при виробництві цукру

Тарас Бутик, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виробництво цукру є енергоємним процесом. На його частку припадає близько 10% від загального споживання енергії в харчовій промисловості. Тому вирішення проблеми енергозаощадження при виготовленні цукру є важливою науково-технічною задачею.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є виробництво цукру з цукрових буряків. Експериментальні дослідження проводилися на діючому цукровому заводі. Для оцінки ефективності енергозберігаючих технологій використовувалися наступні методи: аналіз енергоспоживання на різних етапах виробництва цукру, експериментальне дослідження ефективності запропонованих заходів. Мета дослідження полягала в оцінці ефективності використання енергозберігаючих технологій на виробництві цукру.

Результати дослідження. При виробництві цукру з цукрового буряка використовуються багато тісно взаємопов'язаних теплових процесів – нагрівання, випарювання, уварювання, кристалізація і сушка, обробка дифузійного соку (дефекація), сатурація, фільтрування, центрифугування тощо, і в цілому це виробництво є досить складним. Теплова система цукрового заводу включає багатокорпусні випарні установки, а також системи теплообмінників, тепловим агентом в яких є вторинна пара з корпусів випарної установки. Важливим тут є ефективне використання енергії відпрацьованої пари, що дозволяє заощадити велику кількість теплової енергії для інших процесів, зниження витрат енергії на висушування жому, покращення стану теплообмінних поверхонь щоб підвищити ефективність випарювання, тощо.

При виробництві цукру витрати електроенергії становлять 25-30 кВт · год на 1 тону буряка, що переробляється. Енергоспоживання у вигляді умовного палива на тону цукрового буряка на цукрових заводах Європи в 1,5-2,0 рази нижче. Через війну в Україні в цукровій галузі відбулася тимчасова зупинка деяких масштабних інвестиційних проєктів, хоча окремі цукрові заводи змогли завершити значні модернізаційні процеси і впровадили проєкти з енергозбереження для підвищення енергоефективності виробництва і якості продукції.

Проведені дослідження показали, що найбільші втрати енергії спостерігаються на етапах варіння сиропу і кристалізації цукру. На цих етапах втрати енергії становлять близько 70% від загального енергоспоживання. Було запропоновано ряд заходів для зменшення енергоспоживання: на етапі варіння сиропу – використовувати рециркуляцію сиропу і вакуумне варіння. Для зменшення енергоспоживання на етапі кристалізації цукру – використовувати водні розчини солей і гліколі.

Експериментальні дослідження показали, що впровадження запропонованих заходів дозволяє зменшити енергоспоживання на виробництві цукру на 10-20%. Це означає, що впровадження енергозберігаючих технологій може привести до значного зниження витрат енергії і зменшення негативного впливу виробництва цукру на навколишнє середовище.

Висновок. Впровадження енергозберігаючих технологій є ефективним способом вирішення проблеми енергозаощадження при виробництві цукру і потребує відповідних умов, коштів, та компетентності фахівців за надійно діючих економічно-політичних механізмів в суспільстві.

18. Дослідження механічних властивостей 3d-друкованих матеріалів

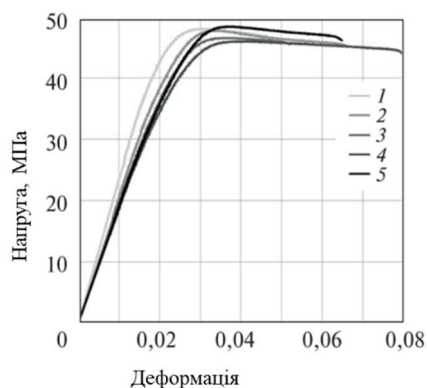
Олександр Логвиненко, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наведено результати експериментального дослідження механічних характеристик при розтягуванні зразків матеріалу з АБС-пластику ABSplus-P430. Ці зразки, виготовлені методом 3D-друку, відрізняються орієнтацією шарів матеріалу, що формується розташуванням зразків під час друку та орієнтацією растра друку.

Методи досліджень. Для проведення і опрацювання матеріалів дослідження використані експериментальні методи (випробування на розтягнення, стиснення, вигин, удар, повзучість), комп'ютерне моделювання, статистичні методи та аналітичні методи - розрахунок напружень і деформацій.

Результати і обговорення. Під час друку деталей складної форми використовується матеріал підтримки, що формує за потреби опорні поверхні для шарів основного матеріалу. Нанесення матеріалу таким способом може формувати ортогональну анізотропію механічних властивостей виробу, що виготовляється. При цьому, крім механічних властивостей вихідного матеріалу і схеми його укладання, істотний вплив на характеристики міцності надрукованих виробів надають такі технологічні параметри процесу виготовлення, - наприклад температура друкарської



головки, швидкість подачі матеріалу, товщина шару, відстань між лініями укладання тощо. Випробування (рис.1) на розтягнення зразків матеріалу проводили на універсальній розривній машині Instron Satec. Похибка вимірювання деформації та навантаження становила не більше 0,5 %. Швидкість переміщення захоплень випробувальної машини в ході випробувань становила 1 мм/хв за відносної похибки встановлення швидкості $\pm 0,25$ %. Вимірювання деформацій робочої зони зразка виконувалося екстензометром Instron, що має похибку вимірювання не більше 0,1 %.

Рис.1. Діаграми руйнування зразків методом розтягування

Висновок. Виявлено суттєвий вплив на міцність випробуваних зразків орієнтації печатки відносно напрямку прикладеного навантаження. Проведено ідентифікацію зазначених параметрів білінійної моделі матеріалу шляхом виконання серії розрахункових досліджень із застосуванням комп'ютерних скінченно-елементних моделей зразків матеріалу. Знайдені параметри білінійної моделі матеріалу можуть бути використані при проведенні розрахункових оцінок показників міцності та несучої здатності виробів з АБС-пластику, виготовлених методом 3D-друку. Отримані результати дають змогу також розробляти рекомендації щодо орієнтації виробів в області друку за критерієм забезпечення найбільшої міцності з урахуванням режиму навантаження виробу.

Література. Milisavljevic-Syed, Jelena (2012). Tensile testing for different types of polymers. Milan. Conference: 29th Danubia – Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics

19. РТС MATHCAD як інструмент для силового аналізу величини реакцій плоскої горизонтальної балки

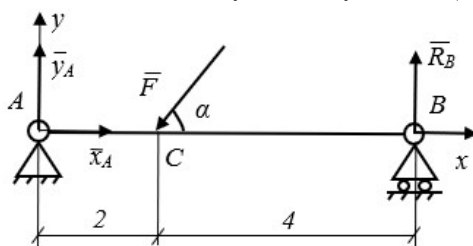
Вадим Бутенко, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Серед програмних результатів навчання дисципліни теоретична механіка, можна виокремити наступні: здобувач, повинен вміти обирати та застосовувати для розв'язання прикладних задач механіки ефективні математичні методи; вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки, а також вміти їх застосовувати для вирішення прикладних задач механіки.

Методи досліджень. Так, на нашу думку, застосування теорії та практичних навиків з дисциплін «Інформаційні технології» та «Комп'ютерна математика», значною мірою розширює перелік засобів для розв'язку задач та аналізу їх результатів в механіці. Зокрема програмний пакет РТС Mathcad має потужну математичну базу, та спроможний чисельно вирішувати прикладні задачі будь якої складності.

Результати і обговорення. Розглянемо простий приклад, а саме, задачу статички на визначення реакцій в'язей при постійній величині зовнішнього навантаження та за змінної величини кута нахилу сили $\vec{F}$ (модуль сили 7 кН) до горизонту від 0 до 2π .



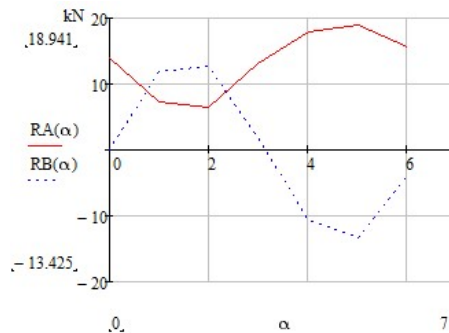
рівноваги балки: $x_A - F \cos \alpha = 0$, $y_A - F \sin \alpha + R_B = 0$, $-F \sin \alpha \cdot AC + R_B \cdot 6 = 0$.

Рис.1 Горизонтальна балка

Користуючись РТС Mathcad з наведеної системи рівнянь знаходимо величини реакцій в'язей $R_A = \sqrt{(x_A)^2 + (y_A)^2}$ та R_B . Враховуючи інтервал зміни α - кута нахилу сили $\vec{F}$ до горизонту, з допомогою РТС

Mathcad будемо графік залежності реакцій $\vec{R}_A$ та $\vec{R}_B$ від зміни кута α (рис. 2).

Рис. 2 Залежність зміни реакцій від кута α



Висновок. Аналіз графіку показує - максимальне значення $R_{Amax} = 18,941$ кН набуває за кута нахилу $\vec{F}$, що рівний 5 радіанам ($\sim 286^\circ$), а мінімум

$R_{Amin} = 6,454$ кН спостерігається за кута α в 2 радіани ($\sim 115^\circ$). Значення максимуму $R_{Bmax} = 13,425$ кН не перевищує максимум R_{Amax} . Використання РТС Mathcad активізує творчий потенціал здобувача. Здобувачі набувають навичок проведення досліджень і аналізу отриманих результатів.

Література.

І. Віштак, «Використання комп'ютерних технологій для активізації самостійної роботи студентів з теоретичної механіки », ПедБез, вип. 6, вип. 1-2, с. 49–54, Жов 2023.

20. Комп'ютерне моделювання динамічних характеристик робото-технічних комплексів з автоматизованими системами гальмування

Іван Д'яченко, Юлія Муравйова, Валентин Туфекчі

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Автоматизовані системи гальмування дозволяють оптимізувати параметри керування транспортними та перевантажувальними робото-технічними комплексами, що призводить до підвищення параметрів ефективності, безпеки та надійності.

Методи досліджень. Дослідження ґрунтується на чисельних методах комп'ютерного моделювання ПП ANSYS, теорії динамічних систем, теорії автоматизованого керування, теорія ймовірностей та математичної статистики. Об'єктом дослідження є мехатронний модуль гальмування штока із керованими кінематичними параметрами руху.

Результати і обговорення. Під час аналізу чисельного експерименту, використовувався програмно керований модуль із можливістю варіювання параметрів роботи приводу. Завдяки цьому стало можливим зафіксувати вплив різних факторів на процес гальмування (рис.1). В конструкції гальм застосовані матеріали контактних поверхонь: Brass, CuZn10, C22000, soft, wrought; латунь, CuZn10, C22000, м'яка, кована. Досліджувана рухома ланка штока, виконана із stainless steel, austenitic, 316Ti, annealed, wrought, нержавіюча сталь, аустенітна, 316Ti, відпалена, кована.

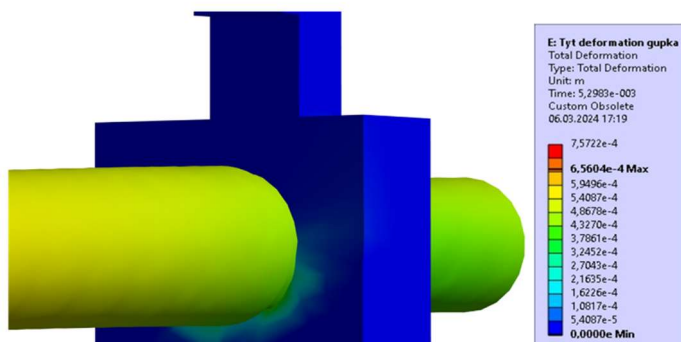


Рис.1. Результати деформації затискових поверхонь фрикційного гальмівного модуля

Дослідження продемонстрували вплив після навантаження штока осьовим зусиллям 100Н (рис.1). Фіксація відбувалась після стабілізації і зупинки роботи приводу. Опрацьовані результати дослідження впливу параметрів гальма (матеріал, тиск, конструкція) на його ефективність та зношення контактних поверхонь.

Висновок. Отримані результати дозволяють детально охарактеризувати процес деформації під час гальмування, враховуючи вплив змінних параметрів роботи приводу. Дослідження допоможуть удосконалити конструкцію гальма, зробити його більш зносостійким, а також розробити систему керування для плавного та безпечного гальмування, що в свою чергу підвищить надійність позиційних і слідкувальних пневмоприводів в структурі робото-технічних комплексів.

Література. Кривопись-Володіна Л. О., Деренівська А. В., Масло М. А., Володін О.С. Оптимізація робочих режимів позиційного пневмоприводу пакувальної машини. Харчова промисловість. Том 30. – 2022р.-С.110-120. URL: <http://surl.li/rmxt0>

21. Елементи комп'ютерної математики при вирішенні задач теоретичної механіки

Анастасія Ткаченко, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основною метою вивчення дисципліни «Теоретична механіка» є набуття здобувачами вищої освіти комплексу знань, щодо: моделювання процесів природних явищ, з одночасним розбиттям складних процесів на прості; вивчення основних законів та властивостей механічного руху досліджуваних об'єктів. Набуті знання дають можливість здобувачам застосовувати своєрідний інструмент опису технічних задач математичними методами. Знання законів механіки збагачують інженерів і вчених новими методами досліджень, допомагають розкрити істинний зміст широкого спектру явищ природи і технічної практики.

Методи досліджень. Вирішення великої кількості проблем, які піднімає «Теоретична механіка», потребує застосування досить складного математичного апарату. Відсутність комплексного міждисциплінарного зв'язку між «Вищою математикою» та «Теоретичною механікою» призводить до того, що значному відсотку здобувачів складно сприймати матеріал останньої. Застосування комп'ютерних технологій, зокрема відомого на сьогодні програмного забезпечення з комп'ютерної математики, може значною мірою допомогти у вирішенні поставлених прикладних завдань. Можливості комп'ютерних програм математичного розрахунку розширюють, уніфікують, і тим самим, спрощують вирішення задач механіки; дозволяють комплексно досліджувати (принаймні чисельно) багато механічних завдань. Одним з таких рішень є програмний пакет РТС Mathcad. Це комп'ютерне програмне забезпечення, яке широко відоме та вже тривалий час застосовується в навчальних цілях. Mathcad дає можливість чисельно розв'язувати задачі теоретичної механіки будь якої складності, а також надає широкий набір можливостей по демонстрації та візуалізації отриманих результатів.

Результати і обговорення. Розглянемо приклад варіативності Mathcad при вирішенні задач теоретичної механіки. Розглянемо рівновагу горизонтальної балки зацмленої з одного боку та навантаженої зовнішньою силою $\vec{F}$, розподіленим навантаженням $\vec{q}$, та парою сил з моментом M (рис. 1). Застосувавши аналітичні умови рівноваги довільної плоскої системи сил $\sum_{k=1}^n F_{kx} = 0$; $\sum_{k=1}^n F_{ky} = 0$; $\sum_{k=1}^n M_0(\vec{F}_k) = 0$ складаємо рівняння рівноваги

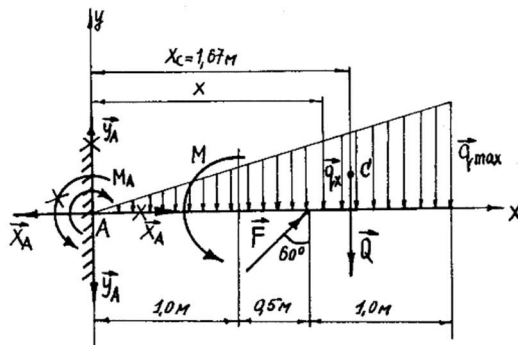


Рис. 1 Горизонтальна балка.

балки:

$$\begin{aligned} X_A + F \sin 60^\circ &= 0, \\ Y_A + F \cos 60^\circ - Q &= 0, \\ M_A + M + F \cos 60^\circ \cdot 1,5 - Q \cdot 1,67 &= 0. \end{aligned}$$

У РТС Mathcad є одразу декілька способів, які можна використати для розв'язання отриманої системи рівнянь. Серед них можна виокремити: Solve Blocks, функція *lsolve* та символічний розв'язок. Розглянемо, як використовувати кожен із цих методів. Solve Block передбачає застосування командної підпрограми *Given* у комбінації з розрахунковим оператором *Find*

$$\begin{aligned} F &:= 5 \text{ кН} & q &:= 4 \frac{\text{кН}}{\text{м}} & l &:= 2.5 \text{ м} & Q &:= \frac{q \cdot l}{2} & Q &= 5 \text{ кН} & M &:= 10 \text{ кНм} \\ \text{Given} & & x_a + F \cdot 0.866 &= 0 & & & & & & & \\ & & y_a - F \cdot 0.5 - Q &= 0 & & & & & & & \\ & & M_a + M + F \cdot 0.5 \cdot 1.5 - Q \cdot 1.67 &= 0 & \text{Find}(x_a, y_a, M_a) &\rightarrow & \begin{pmatrix} -4.33 \\ 7.5 \\ -5.4 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Solve Blocks, зручний тим що дозволяє вирішувати як лінійні, так і нелінійні систем рівнянь.

Вбудована в Mathcad функція *lsolve* дає можливість розв'язувати системи лінійних рівнянь, сформувавши матрицю коефіцієнтів та вектор вільних членів.

$$\begin{aligned} F &:= 5 \text{ кН} & q &:= 4 \frac{\text{кН}}{\text{м}} & l &:= 2.5 \text{ м} & Q &:= \frac{q \cdot l}{2} & Q &= 5 \text{ кН} & M1 &:= 10 \text{ кНм} \\ x_a + F \cdot 0.866 &= 0 & & & & & & & & & \\ y_a - F \cdot 0.5 - Q &= 0 & M &:= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} & v &:= \begin{pmatrix} -4.33 \\ 7.5 \\ -5.4 \end{pmatrix} & \text{lsolve}(M, v) &= \begin{pmatrix} -4.33 \\ 7.5 \\ -5.4 \end{pmatrix} \\ M_a + M + F \cdot 0.5 \cdot 1.5 - Q \cdot 1.67 &= 0 \end{aligned}$$

Іноді, коли у нас є система рівнянь, і замість того, щоб розв'язувати її чисельно, ми хочемо знайти змінні, як функції коефіцієнтів, або констант у правій частині виразів, у такому разі доцільно використати оператор Symbolic Evaluation і ключову команду *solve*, перерахувавши через кому змінні. Запис символічного розрахунку матиме вигляд

$$\begin{aligned} F &:= 5 \text{ кН} & q &:= 4 \frac{\text{кН}}{\text{м}} & l &:= 2.5 \text{ м} & Q &:= \frac{q \cdot l}{2} & Q &= 5 \text{ кН} & M1 &:= 10 \text{ кНм} \\ \left(\begin{array}{l} x_a + F \cdot 0.866 = 0 \\ y_a - F \cdot 0.5 - Q = 0 \\ M_a + M1 + F \cdot 0.5 \cdot 1.5 - Q \cdot 1.67 = 0 \end{array} \right) & \text{solve}, x_a, y_a, M_a & \rightarrow & (-4.33 \quad 7.5 \quad -5.4) \end{aligned}$$

Висновок. Не зважаючи на очевидну універсальність та гнучкість, лише з вище наведеного, можемо зробити висновок – РТС Mathcad одночасно надає кілька можливих шляхів розв'язку поставленої задачі. Ознайомившись із цими інструментами, здобувач, має змогу застосувати їх до різних по складності задач теоретичної механіки та різноманітних інженерних і математичних задач. Серед розглянутих способів, на наш погляд, найбільш перспективним є використання Solve Blocks, оскільки даний метод розв'язку систем рівнянь дозволяє працювати як із системами лінійних так і нелінійних рівнянь, і є простим у застосуванні та гнучким у налаштуванні.

Застосування спеціалізованих програм комп'ютерної математики, для розв'язку прикладних задач, є корисним та перспективним рішенням, особливо з точки зору підвищення ефективності засвоєння здобувачами матеріалу інженерних дисциплін, таких, як теоретична механіка.

Література

<https://www.mathcad.com/en/blogs/solving-systems-equations-mathcad>

22. Визначення характеристик міцності під час динамічних навантажень

Дмитро Майданюк, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

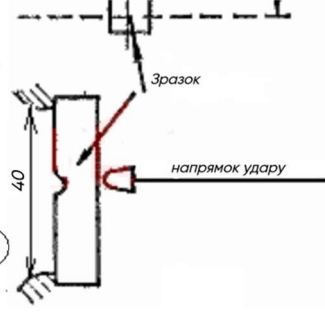
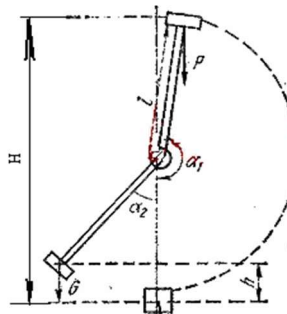
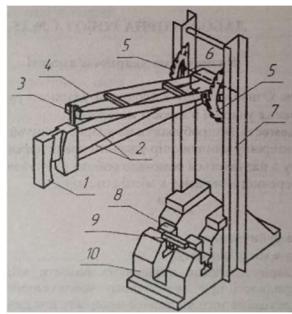


Рис.1 Схема маятнікового копра Рис.2 Схема навантаження Рис.3 Схема випробування

Вступ. Ударне навантаження навіть при короточасній дії може зробити деякі пластичні матеріали за статичного навантаження, крихкими. При повторно-змінних коливаннях вони зношуються, що призводить до різкого зниження їх характеристик міцності.

Матеріали і методи. Механічні випробування на удар є важливими для визначення ударної в'язкості матеріалів. Зазвичай вони проводяться на маятнікових копрах. Під час цих випробувань вимірюють ударну в'язкість, яка вказує на енергію удару, що розподіляється на робочу площу перерізу зразку. В результаті досліджень визначається повна робота, що затрачена під час удару до руйнування зразка і ударна в'язкість. Величина ударної в'язкості може варіюватися залежно від типу надрізу зразка: KCV, KCU або KCT для різних типів надрізів (U-, V- або T-подібних). Для крихких матеріалів, таких як інструментальні сталі, високоміцні чавуни з високою твердістю, використовують зразки з відшліфованою робочою поверхнею. Ударну в'язкість визначають під позначенням КС. Дана характеристика зазвичай вимірюється в джоулях на квадратний сантиметр (Дж/см²).

Результати: Ударна в'язкість залежить від структури та механічної поведінки матеріалу. Наприклад, дрібнозернисте та крупнозернисте залізо мають різну ударну в'язкість через відмінності у їхній структурі та властивостях при деформуванні та руйнуванні. Випробування на удар визначають здатність матеріалів витримувати динамічні навантаження через поглинання енергії удару пластичного деформування.

Вміст у сталі вуглецю	Термообробка			
	Відпалювання		закалювання	
	σв, МПа	KCV, Дж/см ²	σв, МПа	KCV, Дж/см ²
0.15-0.20	400-500	2.3	450-650	2.2
0.30-0.40	600-700	1.7	700-850	1.2
0.50-0.60	800-900	1.1	900-1050	0.6
0.70	950	0.8	1050	0.2

Висновки: При зниженні температури ударна в'язкість спочатку зменшується, досягаючи мінімуму при певній температурі, залишаючись в подальшому незмінною. Ці температури відомі як верхня та нижня температури крихкості. Поріг холодноламокості визначається типом кристалічної решітки, кількістю наявності домішок тощо. При цьому залежність спостерігається зворотня – чим нижче поріг холодноламокості, тим вище ударна в'язкість, тобто ударна в'язкість є функцією порогу холодноламокості.

23. Вплив дефектів на міцність зварних з'єднань

Дмитро Майданюк, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дефекти суттєво впливають на міцність зварних з'єднань та можуть спричинити передчасне руйнування конструкцій. Властивості матеріалів визначають пластичність зварного з'єднання та схильність до утворення тріщин, а конструкція з'єднання впливає на вид і навантажуваність такого з'єднання, схильність до утворення і розвитку тріщин, концентраторів напружень та залишкових напружень.

Матеріали і методи. В залежності від небезпеки зварні дефекти розділяють на дві групи: об'ємні і тріщиноподібні. Об'ємні дефекти не спричиняють особливого впливу робочу здатність з'єднань. Тріщиноподібні дефекти досить небезпечні. По значимості ці дефекти розділені на 3 групи на незначні, значні і критичні. До незначних було віднесено окремі пори включення та непровари, до значних – протяжні дефекти і до критичних тріщиноподібні. В більшості випадків вплив того чи іншого виду дефекту на безпечність роботи конструкції встановлювалась шляхом дослідження зразків. Було прийнято, що перед введенням зварної конструкції в експлуатацію необхідно перевіряти зовнішні дефекти згідно з технічними вимогами, які вказані у технічних умовах виробництва.

Результати: В ході проведених аналітичних і експериментальних досліджень було встановлено, що випуклість зварного з'єднання не знижує міцність його при статичних навантаженнях, однак сильно впливає на вібраційну міцність. Підрізи є небезпечними зовнішніми дефектами, недопустимими у конструкціях з динамічними навантаженнями. Було підтверджено що при статичних навантаженнях допустимо послаблення перерізу зварного шва не більше ніж на 5%. Напливи, які різко змінюють контури швів, створюють концентратори напружень, що може знизити міцність самої конструкції. Напливи великої довжини є неприпустимими, оскільки часто супроводжуються непроварами. Невеликі місцеві напливи дозволяється. Кратери, так само як і пропали, є неприпустимими дефектами і потребують виправлення, часто можуть бути початком розвитку тріщин. Для остаточної оцінки якості звареної сполуки необхідно враховувати допустимість внутрішніх дефектів. Тріщини є найнебезпечнішим дефектом зварних швів, оскільки створюють сильні концентратори напружень. Зазвичай виявлені тріщини потребують виправлення, оскільки за існуючими правилами контролю вони є неприпустимими. Непровари знижують працездатність зварного з'єднання через послаблення робочого перерізу та створення концентрації напруження у шві. У конструкціях, що працюють при статичному навантаженні, непровар величиною 10-15% товщини металу з'єднування, не суттєво впливає на її міцність. Однак у випадку циклічних навантажень він є небезпечним дефектом. Дрібні непровари при вібраціях можуть знизити міцність до 40%, великі - навіть до 75%. Розмір допустимих непроварів вказується в технічних умовах.

Висновки: Було встановлено, що пори та шлакові включення, які складають 5-10% площі перерізу зварного шва, майже не впливають на статичну міцність. Для конструкцій зі статичним навантаженням допускається пористість до 7%, а для тих, що діють при циклічних навантаженнях, - до 4-5%. Пори в ланцюгах або на краях шва мають більший вплив, ніж розкидані. Шлакові включення мають приблизно такий же вплив, як і газові пори. Великі газові або шлакові включення всередині шва погіршують його міцність ударному навантаженню більше, ніж дрібні пори на поверхні. Пористість робить шов менш щільним і менш пластичним.

24. Розроблення методики розрахунку інженерних конструкцій опорних колон

Дмитро Майданюк, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Отримати зрозумілу та корисну інформацію про розрахунок суцільних колон може виявитися непростим, особливо без поглиблених знань інженерної механіки.

Матеріали та методи. Для розрахунку параметрів колони використовується формула: $F = N / R_y$, де F – потрібна площа перерізу колони, N – навантаження, R_y – розрахунковий опір матеріалу, який можна знайти з таблиць.

При навантаженні колони виникає деформація, що створює додатковий ексцентриситет і згинальні моменти. Значення додаткових згинальних моментів внизу та в середній частині колони залежить від її методу закріплення. Поздовжній вигин у колоні важливо враховувати при розрахунках. Тому введення коефіцієнта поздовжнього вигину у зазначену формулу може спростити розрахунки.

Формула з використанням цього коефіцієнта виглядає наступним чином:

$$F = N / \varphi R$$

Значення φ завжди менше одиниці. Це означає, що поперечний переріз колони завжди буде більшим, ніж визначений за формулою $F = N / R_y$. Для попередніх розрахунків можна використовувати значення φ в межах 0,5...0,8. Значення φ залежить від марки сталі та гнучкості колони λ :

$$\lambda = l_{ef} / i,$$

де l_{ef} – розрахункова довжина колони. Розрахункова та реальна довжина колони – різні поняття. Це визначається способом закріплення кінців колони за допомогою коефіцієнта μ :

$$l_{ef} = \mu l$$

де, l – реальна довжина колони, см; μ – коефіцієнт, що враховує спосіб закріплення кінців колони. Значення коефіцієнта можна визначити за довідником.

Результати: Для розрахунку розрахункової довжини колони (l_{ef}), потрібно визначити коефіцієнт гнучкості (λ) та реальну довжину колони (l). Значення коефіцієнта гнучкості (λ) визначається як відношення розрахункової довжини (l_{ef}) до радіуса інерції перерізу колони (i).

Коефіцієнт μ враховує спосіб закріплення кінців колони. Для колон, що окремо стоять, зазвичай використовують значення $\mu=2$, для колон навісів – $\mu=1-2$, а для колон з жорстким кріпленням балок – $\mu=0,5-1$. Інші значення μ варіюються залежно від конкретних умов.

Отже, після визначення μ можна обчислити розрахункову довжину (l_{ef}) за формулою $l_{ef} = \mu l$. Радіус інерції перерізу колони

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}}$$

Розрахунок металевих колон, де I – момент інерції поперечного перерізу щодо однієї з осей, і тут починається найцікавіше, тому що в ході вирішення задачі ми якраз і повинні визначити необхідну площу перерізу колони F , але цього мало, виявляється, ми ще повинні знати значення моменту інерції. Так як ми не знаємо ні того, ні іншого, то розв'язання задачі виконується у кілька етапів.

Висновки: Щоб навантаження передавалося з мінімальним ексцентриситетом, в опорній частині стрижня робиться спеціальний майданчик. Якщо стрижень металевий, з прокатного профілю, то зазвичай достатньо приварити до нижньої його полиці шмат арматури.

25. Особливості використання транспортних систем у виробництві лікарських засобів

Дмитро Самойленко, Артем Житнецький,
Олександр Бородиня, Катерина Грінінг

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Використання конвеєрів у фармацевтичній промисловості є важливою складовою виробничого процесу, оскільки вони дозволяють автоматизувати та оптимізувати різні етапи виробництва лікарських засобів.

Матеріали і методи. Аналіз літературних джерел та систематизація виробничого досвіду.

Результати. На виробництві АФІ, зокрема, біотехнологічних заводах та тих, які виробляють основні та допоміжні і продукти для фармацевтичних підприємств, використовують всі типові види транспортувальних машин. Слід врахувати, що їх робота нормується частиною 2 GMP. Враховуючи невеликі обсяги виробництва порівняно з іншими галузями промисловості, на фармацевтичному виробництві складні транспортувальні системи використовуються рідко, зазвичай у пакувальних операціях. На транспортувальних системах між приміщеннями різного класу чистоти встановлюються шлюзи. Робота таких систем нормується нормами GMP.

На складах фармацевтичної продукції та у логістичних центрах використовуються складні транспортні системи, починаючи від стрічкових, пластинчастих, роликкових, спеціальних поворотних конвеєрів і закінчуючи кранами та робототехнічними комплексами. Робота складських та логістичних вузлів у фармацевтичній галузі нормується Належною практикою зберігання (Good Storage Practise — GSP) і Належною практикою дистрибуції (Good Distribution Practice — GDP).

Повітряні конвеєри використовують потік повітря для переміщення легких матеріалів, таких як таблетки чи капсули. Вони допомагають у виробництві, де потрібно дбати про дотримання стандартів чистоти та уникнення контакту з поверхнею конвеєра.

Пневматичні конвеєри використовують струмінь стиснутого повітря для переміщення легких матеріалів. Вони часто використовуються для транспортування порошків та інших дрібних матеріалів без ризику забруднення чи контамінації. Перевагами пневматичних конвеєрів є гнучкість системи, кращий рівень безпеки та легка автоматизація, а недоліками – більш високе споживання енергії та обмежена швидкість транспортування крихкого матеріалу.

Використання конвеєрів у фармацевтичній промисловості є актуальним не тільки для безпосереднього транспортування сировини, але й для автоматизації процесів та операцій, забезпечення чистоти продукції та високих стандартів якості згідно чинного стандарту належної виробничої практики.

Висновки. Використання конвеєрів у фармацевтичній промисловості дозволяє підвищити продуктивність, покращити якість та забезпечити безпеку виробничих процесів, зменшуючи людський фактор та знижуючи ризик помилок.

Література

1. Chapter Ten - Pneumatic conveyors. *Transporting Operations of Food Materials Within Food Factories*. 2023. P. 265–291.
2. Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., Губеня О.О., Стефанов С.В., Дамянова С.Т. (2024), Технологічне обладнання харчових виробництв: Навчальний посібник, Видавництво «Сталь», Київ.
3. Теличкун В.І., Гавва О.М., Теличкун Ю.С., Десик М.Г., Чепелюк О.М. (2017), Технологічні комплекси харчових виробництв, Видавництво «Сталь», Київ
4. A comparative study on design standards of screw conveyors in China, Germany and the USA – Part I: Theoretical calculation and quantitative analysis / Y. Tan et al. *Particuology*. 2022. No. 69. P. 61–76.

26. Дослідження і вдосконалення виконавчих механізмів укладального пристрою з метою зменшення енерговитрат

Дмитро Гаврилюк, Володимир Костін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Продуктивним підходом у поліпшенні функціональних характеристик укладальних пристроїв є модернізація їх конструкцій, причому досить ефективним підходом є введення в конструкцію укладальника системи відповідних пружинно-демпфувальних пристроїв, які на одних етапах руху робочих органів можуть накопичувати енергію, а на інших її вивільняють повертаючи в систему. Введення систем рекуперації енергії для зменшення витрат енергії на виконання робочих операцій дає можливість знизити потужності активних приводів і зменшити витрати енергії на переміщення вантажу. Особливо виправдовує себе такий підхід для машин які працюють циклічно виконуючи постійно ряд визначених операцій, серед яких є операції підйому та опускання масивів виробів.

Матеріали і методи. Досліджені системи для зменшення витрат енергії і зрівноваження ланок механізмів укладальних пристроїв та маніпуляторів. А саме, кінематичні схеми укладальників, в яких: сили ваги ланок сприймаються елементами кінематичних пар; схеми де зрівноважування ланок відбувається за допомогою коригування їх маси, при цьому центр мас ланки зміщується в центр кінематичної пари; зрівноважування сил ваги ланок маніпулятора за допомогою пружних розвантажувачів; схеми в яких використовуються збалансовані виконавчі механізми. В процесі дослідження використані методи кінематичного та силового аналізу.

Результати та обговорення. Проведено кінематичне та силове дослідження укладальника для склотарії з важільним механізмом переміщення масиву виробів. Досліджена найбільш розповсюджена схема згідно якої захватні елементи рухаються циклічно вздовж двох вертикальних прямолінійних ділянок та криволінійної ділянки з постійним радіусом кривизни. Отримані аналітичні залежності для визначення кінематичних характеристик та діючих сил для двох варіантів конструкції без, та із встановленою системою пружинного демпфірування та накопичення енергії на ділянках підйому та опускання захватної головки.

Висновки. Отримані аналітичні залежності дозволяють визначити кінематичні (переміщення, швидкості та прискорення захватних елементів), а також силові параметри (діючі сили та моменти, потужність приводу).

Доведена доцільність використання в таких конструкціях систем рекуперації енергії. Отримані залежності можна використати для розробки методик розрахунків, удосконалення існуючих конструкцій та розробки нових машин із зменшеною енергоємністю.

Література

1. Теорія механізмів і машин [Текст] : Підруч. / Я. Т. Кіницький. — К. : Наук. думка, 2002
2. Системи використання вторинних енергоматеріальних ресурсів підприємств АПК [Текст] : монографія / А. І. Соколенко, О. Ю. Шевченко, К. В. Васильківський та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : Кондор, 2023. — 268 с.

27. Структурно-параметричний синтез пакувальних машин для сипких харчових продуктів

Дмитро Скула, Олександр Запорожець, Сергій Токарчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Аналіз існуючого обладнання для пакування сипких і дрібно-штучних харчових продуктів, показав пріоритетність використання попереднього структурного аналізу для вибору дозувально-фасувальних систем пакувальних машин. **Методи досліджень.** Методи дослідження ґрунтуються на структурно-методологічному підході до оптимізованого синтезу пакувальної машини, а також на реологічних законах і чисельних методах. Об'єктом дослідження є приводи дозатора шибєрного типу у пакувальній машині. **Результати і обговорення.** Для пошуку парето-оптимальних варіантів математично задача формулюється як:

$$f_{ix} \rightarrow \min x \in D; D \subset R^n \quad i=1, k. \quad (1)$$

Прийняті припущення, якщо для двох точок $x', x'' \in D$ то виконується нерівність:

$$f_i(x') \leq f_i(x'') \quad (2)$$

для всіх $i \in 1: k$, за умови що, хоч би одна з нерівностей є суворою - точка x' має перевагу перед точкою x'' . Якщо ж для деякої точки $x_0 \in D$ не існує більше точок, які мають перевагу, то це - ефективне або парето-оптимальне рішення багатокритеріальної задачі. Тоді, множина із всіма ефективними розв'язками буде множиною Парето для векторного відображення f . Для ефективного розв'язку оптимальний проект для пакувальної машини із шибєрним дозувально-фасувальним модулем, потрібно шукати тільки серед складових множини Парето, в іншому випадку завжди знайдеться точка (розв'язок), яка матиме перевагу незалежно від розподілу пріоритетів і відносної важливості часткових критеріїв. Побудована діаграма Паретто (рис.1), візуалізує висновок - із точки зору встановлених критеріїв їм найбільшою мірою відповідають перший і третій варіанти привода ФММ - електропневматичний та електропневматичний.

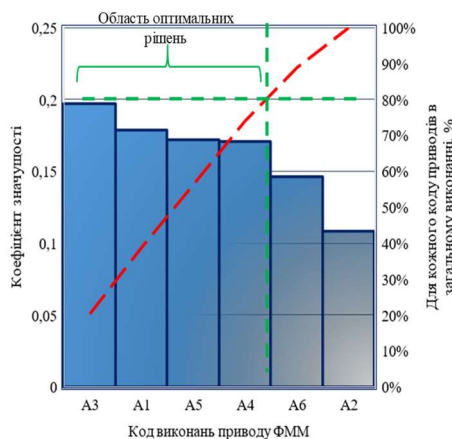


Рис. 1. Діаграма Паретто пошуку оптимального багатокритеріального розв'язку вибору варіантів виконання привода

Аналогічним чином можна оцінити інші найбільш раціональні варіанти приводів механізмів пакувальної машини.

методом Паретто. Розроблено підпрограму-таблицю ПП Excel для розв'язання задач оптимізаційного синтезу у напівавтоматизованому режимі.

Висновок. Проведено оптимізаційний синтез структури машини для пакування

Література

Gavva, O., Kryvoplias-Volodina, L., Blazhenko, S. Synthesis of a precision dosing system for liquid products based on electro-pneumatic complexes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologiess this link is disabled, 2021, 6(2-114), стр. 125–135. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.247187>

Section 15

Processes and apparatus of food productions

Chairperson – professor Oleksandr Shevchenko

Secretary – associate professor Yuliia Zaporozhets

Секція 15

Процеси та апарати харчових виробництв

Голова – професор Олександр Шевченко

Секретар – доцент Юлія Запорожець

1. Дослідження процесу осідання під дією гравітаційної сили

Вікторія Волокита¹, Тарас Мисюра²

¹ Спеціалізована школа I-III ступенів з поглибленим вивченням англійської мови № 92 імені Івана Франка міста Києва

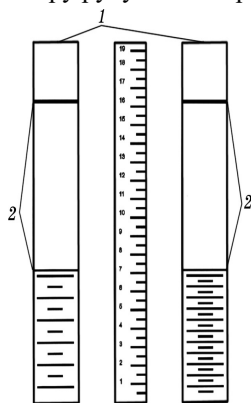
² Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Неоднорідні рідкі системи з більш-менш грубим подрібненням дисперсної фази розділяють під дією лише сили тяжіння. Відокремлення частинок від в'язкого середовища, в якому вони перебувають у завислому стані, під дією сили тяжіння називають відстоюванням або осіданням.

Розрахунковою величиною при визначенні розмірів і продуктивності відстійних апаратів є швидкість осідання.

Матеріали та методи. Лабораторна установка (рис.1).

Результати. Теоретичну швидкість осідання визначають із загального закону опору руху тіла в середовищі



$$G - A = R,$$

де G – сила тяжіння, яка діє на частинку кулястої форми в рідкому середовищі, Н; A – виштовхувальна сила, Н; R – сила опору середовища для частинок кулястої форми, Н,

$$G - A = \frac{\pi d^3}{6} g (\rho_1 - \rho_2); \quad R = \xi \frac{\pi d^2}{4} \frac{w_0^2}{2} \rho_2;$$

ξ – коефіцієнт опору середовища, який визначають дослідним шляхом; d – діаметр частинки, м; ρ_1 , ρ_2 – густина відповідно твердої частинки та середовища, кг/м³; w_0 – швидкість осідання, м/с.

Підставивши вирази для G і R у рівняння і зробивши перетворення, дістанемо:

$$w_0 = \sqrt{\frac{4gd(\rho_1 - \rho_2)}{3\xi\rho_2}}.$$

Рис.1.

Лабораторна установка

Коефіцієнт опору середовища ξ є функцією критерію Рейнольдса.

Дослідним шляхом встановлено:

а) для ламінарного режиму обтікання твердої частинки рідиною ($Re < 2,0$)

$$\xi = 24/Re;$$

б) у перехідній зоні обтікання частинок ($500 > Re > 2,0$)

$$\xi = 18,5/Re^{0,6};$$

в) для турбулентного режиму обтікання твердої частинки ($Re > 500$)

$$\xi = 0,44.$$

Щоб розрахувати швидкість осідання, треба знайти значення коефіцієнта ξ , який залежить від режиму обтікання частинки рідиною. Режим обтікання визначається критерієм Рейнольдса, з якого і розраховується швидкість осідання:

$$Re = w_0 d \rho_2 / \mu,$$

де μ – коефіцієнт динамічної в'язкості рідкої фази, Па · с.

Висновки. Для визначення швидкості осідання двома методами: за допомогою рівняння Стокса або за критерієм Архімеда.

2. Інтенсифікація виробництва інвертного цукрового сиропу з використанням роторно-пульсаційної обробки

Владислав Коломієць, Олександр Шевченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У харчовій промисловості роторно-пульсаційні апарати для створення емульсій як високої, так і низької в'язкості, таких як салатні заправки, соуси, сир, фруктові, овочеві та кисломолочні десерти, пюре, вершки. Роторно-пульсаційні апарати також використовуються для диспергування штучних підсолоджувачів і піноутворювачів у газованих безалкогольних напоях, для змішування рідин з дуже різною в'язкістю, для деагломерації та рівномірного диспергування наночастинок у рідинах, а також для суспендування дрібних бульбашок повітря.

Методи досліджень. Метою роботи є інтенсифікація процесу виробництва інвертного цукрового сиропу шляхом обробки водно-цукрового розчину в роторно-пульсаційному апараті. Використовували водні розчини хімічно чистої сахарози. Дослідження проводили на роторно-пульсаційному апараті в діапазоні швидкостей зсуву потоку від $20 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ до $50 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$. Визначення вмісту вуглеводів проводили методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ).

Результати і обговорення. Встановлено, що зі збільшенням тривалості процесу від 30 до 120 хвилин за швидкості зсуву потоку $20 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ кількість утвореного інвертного цукру зростала з 43 до 46% за $\text{pH} = 4,0$; з 51 до 57% за $\text{pH} = 3,5$; з 61 до 66% за $\text{pH} = 3,0$; з 69 до 71% за $\text{pH} = 2,5$ за температури 50°C . Підвищення температури до 80°C призвело до того, що зі збільшенням тривалості процесу з 30 до 120 хвилин за швидкості зсуву потоку $20 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ кількість утвореного інвертного цукру зросла з 53 до 58% за $\text{pH} = 4,0$; з 72 до 75% за $\text{pH} = 3,5$; з 98 до 100% за $\text{pH} = 3,0$. Підвищення температури до 90°C призвело до того, що зі збільшенням тривалості процесу з 30 до 120 хвилин за швидкості зсуву потоку $20 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ кількість утвореного інвертного цукру зросла з 98 до 100% за $\text{pH} 4,0$. Повна інверсія сахарози відбувалася при обробці розчину цукру за температури 80°C , $\text{pH} 3,0$ та швидкості зсуву потоку $20 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ протягом 30 хвилин. При швидкості потоку $50 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ практично вся сахароза гідролізувалася при $\text{pH} 3,5$, а тривалість процесу становила всього 5 хвилин за умов п'ятикратної обробки в роторно-пульсаційному апараті в циркуляційному режимі.

У сиропі, приготованому за запропонованою технологією при температурі 70°C і тривалості обробки 5 хвилин, вся сахароза в розчині була інвертована, а слідів гідроксиметилфурфурулу не виявлено.

Припускають, що на ділянці ланцюга сахарози виникають критичні напруження, і хімічні ковалентні зв'язки розриваються. Розрив цих зв'язків в процесі механохімічної деструкції відбувається по найбільш слабких з точки зору енергії зв'язках. В результаті механохімічного впливу на ділянку ланцюга сахарози (C–O–C) виникають критичні напруги і зв'язок розривається. Це призводить до утворення вільних радикалів. Один радикал приєднується до іона OH^- , а інший – до іона H^+ , утворюючи глюкозу і фруктозу.

Висновок. Використання обробки водно-цукрового розчину в роторно-пульсаційному апараті за запропонованою технологією дозволяє інтенсифікувати процес інверсії цукру, а саме скоротити тривалість інверсії зі 120 до 5 хвилин, та забезпечити практично повну інверсію сахарози без утворення гідроксиметилфурфурулу.

3. Аналіз сучасних теорій масопередачі

Клименко Максим, Зав'ялов Володимир, Тарас Мисюра

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Теорії масопередачі широко використовуються у технологічних харчових, біотехнологічних, фармацевтичних та багатьох інших виробництвах для розуміння кінетики складних процесів та явищ. Їх основою є різні моделі перенесення маси біля поверхні фазового контакту, але кожна з них лише відносно вдалі наближення до відповідного явища масоперенесення.

Матеріали і методи. Було використано аналіз сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури з даного питання, їх систематизація та узагальнення відповідно до тематики, а також теорії масопередачі: плівкова теорія Нернста, теорія проникності Хігбі, теорія Стабнікова (теорія оновлення поверхні контакту фаз).

Результати. Ефективність процесу масопередачі речовини залежить від кількості фаз та умов рівноваги температур, тиску, а також різниці хімічних потенціалів, де процес переходу речовини відбувається у напрямку зменшення її хімічного потенціалу; саме зміна хімічного потенціалу є головним рушійним важелем у процесі масопередачі. Розглядаючи плівкову теорію Нернста, припускають існування двох тонких концентраційних шарів біля межі поділу фаз і приймають умови рівноваги на границі поділу фаз. Але у цієї теорії є свої недоліки: коефіцієнт масовіддачі повинен лінійно залежати від коефіцієнта молекулярної дифузії, що в більшості випадків не підтверджується експериментально. Крім того, ця теорія не враховує гідродинамічної взаємодії між фазами, тривалості контакту і поверхневого натягу у цій взаємодії.

Розглядаючи теорію проникності Хігбі, вона зводиться до розгляду невеликого елемента середовища з однорідною концентрацією розчиненої речовини, яка за суворо визначений проміжок часу τ приводиться в контакт з поверхнею поділу фаз – відбувається зіткнення елементів фаз, які взаємодіють. Так, утворюється зона з швидкозмінними процесами нестационарної молекулярної дифузії. Однак у цієї теорії відсутній фактор, який зміг би довести безперервну дію цього процесу, а також ця теорія не може бути використана для визначення швидкості масопередачі.

Теорія проникності Хігбі стала основою для розвитку теорії оновлення поверхні контакту фаз В. М. Стабнікова. Суть теорії Стабнікова полягає у тому, що вирішальну роль у процесі масопередачі відіграє не загальна, а заново утворювана поверхня контакту фази з елементами, які ще не брали участь в дифузії. При цьому, плівкова теорія Нернста та теорія оновлення Стабнікова не суперечать одна одній, оскільки під час згасання турбулентних вихорів, що утворюються при перенесенні речовин на міжфазному поділі, відбувається заміщення його новим вихором, що продовжує омивати поверхню поділу фаз. Для детального вивчення цієї теорії та якісного використання її у технологічних процесах, на кафедрі процесів і апаратів харчових виробництв Національного університету харчових технологій продовжують проводитися дослідження та експерименти на основі теорії оновлення контакту фаз Стабнікова.

Висновки. Ствердження В.М. Стабнікова про оновлення поверхні контакту фаз становить важливий елемент у сучасній теорії масообміну. При цьому, поверхневий натяг, який виступає фізичним параметром, що визначає енергетичну гнучкість міжфазної поверхні для проникнення речовини, все більше використовується в технологічних розрахунках.

4. Оцінка ефективності методів екстрагування рослинних компонентів

Владислав Коломісць, Юлія Запорожець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Екстрагування рослинних компонентів є ключовим етапом у виробництві широкого спектру продуктів, від фармацевтичних препаратів до натуральних косметичних засобів та харчових добавок. Ефективність цього процесу напряму впливає на якість та кількість отриманих продуктів, а також на економічну доцільність виробництва.

У цьому дослідженні ми пропонуємо оцінити ефективність різних методів екстрагування рослинних компонентів, звертаючи увагу на їхню потужність, швидкість та витрати. Ми також розглянемо вплив різних чинників, таких як тип розчинника, температура та тривалість екстрагування, на результати процесу.

Наше дослідження спрямоване на виявлення найбільш ефективних методів екстрагування рослинних компонентів, що можуть бути використані у виробництві високоякісних та ефективних продуктів для різних галузей промисловості.

Матеріали і методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів екстрагування рослинної сировини.

Результати. Дослідження ефективності різних методів екстрагування рослинних компонентів підтвердило значний вплив на якість та кількість отриманих продуктів. У результаті аналізу було виявлено, що кожен метод має свої переваги та обмеження, і вибір оптимального методу екстрагування залежить від конкретних умов і вимог виробництва.

Наприклад, традиційні методи екстрагування, такі як мацерація та перкуляція, характеризуються простотою та низькими витратами, але можуть бути менш ефективними у вилученні деяких типів рослинних компонентів. З іншого боку, сучасні методи, такі як використання високотемпературних та високотискових умов, дозволяють досягти високої ефективності екстрагування, але можуть вимагати значних витрат енергії та спеціального обладнання.

Крім того, виявлено, що вибір розчинника також має велике значення для ефективності процесу екстрагування. Деякі розчинники можуть бути більш ефективними у вилученні певних класів сполук, тоді як інші можуть мати менший вплив на якість отриманого екстракту.

У загальному, результати дослідження підкреслюють необхідність об'єктивної оцінки різних методів екстрагування з урахуванням специфіки виробництва та вимог якості кінцевого продукту. Тільки такий підхід дозволить забезпечити оптимальний вибір методу екстрагування, що відповідає потребам конкретної промислової галузі або застосуванню рослинних компонентів.

Висновки. У результаті дослідження ефективності методів екстрагування рослинних компонентів було встановлено, що вибір оптимального методу залежить від типу рослинної сировини та цільових компонентів. Використання різних типів розчинників, контроль температури та тривалості екстрагування є ключовими факторами, що впливають на якість та вихід рослинних компонентів. Оптимізація цих параметрів дозволяє отримати ефективний та економічно доцільний процес екстрагування, що є важливим для виробництва якісних продуктів у різних галузях промисловості.

5. Вплив фракційності палигорськіта на ступінь вилучення небажаних домішок із сортівків за нормальних умов

Андрій Якименко, Людмила Мельник, Наталія Мельник
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для ефективного використання палигорськіта в очищенні водно-спиртових розчинів проведено дослідження по встановленню оптимальних умов проведення процесу адсорбції домішок із сортівків.

Матеріали та методи. Очищення сортівків об'ємом 100 мл палигорськітом фракції 1,0÷0,5 мм, 2,0÷1,0 мм, 3,0÷2,0 мм масою 4 г при нормальних умовах здійснювали в адсорбері динамічним способом. Отримані розчини аналізували на хроматографі. Покомпонентний склад очищеної сортівки порівнювали з вихідною, що дало можливість простежити динаміку сорбції небажаних домішок.

Результати та обговорення. Отримані експериментальні дані дали можливість порівняти адсорбційну спроможність палигорськіта різних фракцій: 1,0÷0,5 мм, 2,0÷1,0 мм, 3,0÷2,0 мм щодо небажаних домішок етилового спирту. Вміст альдегідів, естерів, вищих спиртів в очищених сортівках (C_p), у порівнянні з вихідним (C_0), наведені в таблиці.

Концентрація основних груп домішок (мг/дм³) в сортівках, очищених палигорськітом різної фракційності за нормальних умов

Назва домішок	Фракційність, мм					
	1,0÷0,5		2,0÷1,0		3,0÷2,0	
	Концентрації домішок					
	C ₀	C _p	C ₀	C _p	C ₀	C _p
Альдегіди	3,1	4,9	2,93	4,5	2,5	1,6
Естери	18	27	18	15,6	5,25	2,45
Вищі спирти	10,2	6,8	10,2	3,5	4,1	2,8

де C_0 – концентрація домішок у вихідній сортівці, мг/дм³; C_p - концентрація домішок у очищеній палигорськітом сортівці, мг/дм³.

Як видно з таблиці палигорськіт фракції 1,0÷0,5 мм адсорбує лише вищі спирти, збільшуючи при цьому кількість альдегідів та естерів. Природний мінерал фракції 2,0÷1,0 мм очищає сортівку від вищих спиртів та естерів. Палигорськіт фракції 3,0÷2,0 мм ефективно сорбує альдегіди, естери, вищі спирти, зменшуючи їх вміст із 2,5 до 1,6 мг/дм³, із 5,25 до 2,45 мг/дм³, із 4,1 до 2,8 мг/дм³, відповідно.

Висновок. Серед фракцій, які випускаються промисловістю, фракція палигорськіта 3,0÷2,0 мм виявила за нормальних умов максимальну адсорбційну спроможність щодо шкідливих домішок. Така фракція не спричиняє великого гідралічного опору в адсорбері, дає можливість регулювати швидкість адсорбційних процесів, а отже, і тривалість контакту сортівки з адсорбентом. Дуже важливо, що така фракція регенерується ефективніше, ніж дрібніша.

6. Оптимізація процесу сушіння рослинної сировини з урахуванням впливу різних методів та параметрів

Інна Колеснік, Тетяна Бурлака

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сушіння рослинної сировини відіграє ключову роль у забезпеченні її тривалого зберігання та подальшого використання в різноманітних галузях, таких як харчова, фармацевтична, косметична та інші. Оптимізація процесу сушіння є важливим завданням, оскільки вона визначає якість та тривалість збереження рослинної сировини, а також впливає на економічні показники виробництва.

Матеріали і методи. Матеріалами для огляду використовувалися публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень.

Результати. Оптимізація процесу сушіння рослинної сировини є необхідним етапом у виробництві, що впливає на якість, тривалість збереження та вартість кінцевого продукту. Ця теза зосереджена на дослідженні впливу різних методів сушіння та їх параметрів на якість та ефективність процесу.

Методи сушіння рослинної сировини можуть бути різноманітними, від традиційних, таких як сонячне або конвективне, до сучасних технологій, які використовуються в промислових масштабах, наприклад, вакуумне сушіння або заморожування. Кожен з цих методів має свої переваги та обмеження, що варто враховувати при виборі оптимального способу сушіння.

У той же час, параметри сушіння, такі як температура, вологість повітря, час сушіння та інші, можуть значно впливати на якість та кінцеві характеристики сушених матеріалів. Навіть дрібні зміни в цих параметрах можуть призвести до змін у структурі, кольору, смаку та хімічному складі сировини.

Отже, оптимізація процесу сушіння рослинної сировини вимагає комплексного підходу, що враховує як методи, так і параметри цього процесу. Наше дослідження спрямоване на вивчення взаємозв'язку між різними методами та їх параметрами, а також на розробку оптимальних стратегій сушіння, які забезпечать максимальну якість та ефективність виробництва.

Висновки. У цій роботі ми зосередимось на аналізі та оптимізації процесу сушіння рослинної сировини з урахуванням впливу різних методів та параметрів. Різні методи сушіння, такі як сонячне, конвективне, вакуумне та інші, мають свої переваги та недоліки і можуть впливати на якість та ефективність процесу сушіння. Крім того, різні параметри, такі як температура, вологість повітря, швидкість обігу тощо, також мають велике значення для досягнення оптимальних результатів.

Проведений у цій роботі аналіз дозволить отримати уявлення про найбільш ефективні методи та оптимальні параметри сушіння рослинної сировини з метою забезпечення максимальної якості продукту та економічної ефективності виробництва.

7. Математичне моделювання процесу механічного перемішування у рідкому середовищі

Надія Магден, Тарас Мисюра

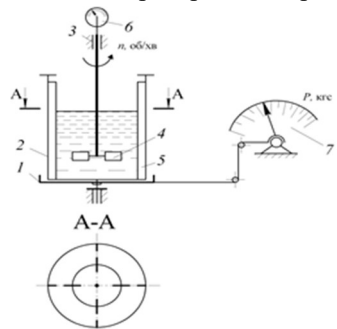
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для утворення косметичних та харчових емульсій, суспензій, для інтенсифікації тепло- та масообмінних процесів застосовують механічне перемішування в рідкому середовищі. Ефективність перемішування визначається витратою енергії на обертання мішалки, яка необхідна для досягнення потрібного технологічного результату. Моделювання цього процесу призведе до автоматизації проведення розрахунків.

Матеріали та методи. Лабораторна установка (рис.1), методи математичного моделювання, програма MathCAD.

Результати. Для усталеного режиму процес перемішування характеризується загальним критеріальним рівнянням:

$$Eu_m = f(Re_m, Fr_m),$$



де $Eu_m = N / (\rho n^3 d^5)$ – модифікований критерій Ейлера (критерій потужності); $Re_m = \rho n d^2 / \mu$ – модифікований критерій Рейнольдса для механічного перемішування; $Fr_m = n^2 d / g$ – модифікований критерій Фруда для перемішування; N – потужність на валу мішалки, Вт; ρ – густина рідини, кг/м³; n – частота обертання мішалки, с⁻¹; d – діаметр мішалки, м; g – прискорення вільного падіння, м/с².

В посудині встановлено відбивні перегородки, то всередині посудини на поверхні рідини не утворюється воронка. Тому її значенням можна знехтувати і тоді рівняння набуде вигляду

$$Eu_m = C Re_m^k$$

Розрахункове значення витрат енергії можна знайти за рівнянням

$$N_p = C \cdot Re_m^k \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d^5$$

В результаті математичної обробки була створена математична модель процесу перемішування і реалізована за допомогою математичного пакету MathCAD.

Висновки. Отримана і реалізована в середовищі MathCAD математична модель процесу механічного перемішування в рідкому середовищі дозволить оптимізувати розрахункову частину лабораторної роботи і можливість моделювання процесу.

Література

1. Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології: лабораторний практикум для студ. освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 161 "Хімічні технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. / уклад.: Т. Г. Мисюра, В. Л. Зав'ялов, Ю. В. Карлаш, Н. В. Попова, Ю. В. Запорожець; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2017. — 131 с.

8. Дослідження кривих сушіння груш терморадіаційно-конвективним енергопідведенням

Євгеній Лещенко, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із перспективних продуктів для сушіння є груші. Сушені груші – це дуже цінний поживний продукт, але, на жаль, їх виробництво в нашій країні незначне через складність і тривалість промислового виробництва, яке потребує багато ручної праці та спеціальних умов висушування.

Матеріали і методи. Сировиною для сушіння є груші Бера.

Результати. Попередня підготовка груш полягала у митті, різанні на кружальця товщиною 4...6 мм та бланшуванні у лимонній кислоті для попередження потемніння сировини. Сушіння груш відбувалось при температурах 40, 60, 80 і 100°C комбінованим способом – з терморадіаційним і конвективним енергопідведенням.

Груші дольками розміщували на сітчастий піддон, який встановлювали в сушильну камеру. Опромінення здійснювалось зверху і знизу продукту трубчастими «темними» ІЧ-генераторами з довжиною хвиль 2,0...4,0 мкм. Величина опроміненості інфрачервоних генераторів становила $E=8$ кВт/м². Відстань від інфрачервоних генераторів до продукту становила 15 см. Одночасно з опроміненням здійснювали конвективне підведення теплоти від зовнішнього тону потужністю 1 кВт, з швидкістю руху теплоносія 6 м/с. Побудовані за дослідними даними криві сушіння (рис. 1) показують зміни вологовмісту W^c в залежності від часу.

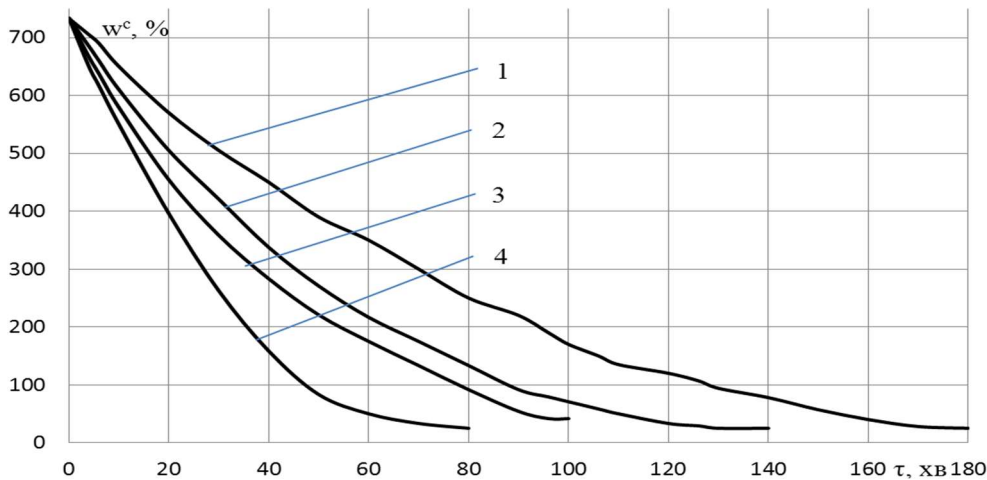


Рис. 1. Криві кінетики терморадіаційно-конвективного сушіння груш при температурах, °C: 1 – 40; 2 – 60; 3 – 80; 4 – 100

З рисунка видно, що із зростанням температури теплоносія тривалість процесу сушіння скорочується на незначну величину для досягнення кінцевої величини вологовмісту $W^c = 25$ %.

Висновок. На основі проведених досліджень встановлено закономірності кінетики терморадіаційно-конвективного сушіння дольок груш та здійснена їх математична обробка.

9. Моделювання ректифікаційної колони у режимі циклічної дистиляції

Діана Бондаренко, Олеся Бедрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Використання технології циклічної дистиляції значно покращує ефективність розділення компонентів у порівнянні із традиційною дистиляцією. Це дослідження дає перспективи розвитку масообмінних процесів.

Матеріали та методи. Робота включає теоретичні методи (математичне моделювання) дослідження ректифікаційної колони у циклічному режимі. Цей спосіб масообміну реалізується шляхом контрольованого руху фаз по тарілках колони, а висока ефективність шляхом створення умов гідродинамічного режиму ідеального витіснення по рідині та по парі. Нове конструктивне рішення тарілок створює оптимальні умови реалізації циклічної дистиляції, що ліквідує перемішування рідини на суміжних тарілках. Моделювання ректифікаційної колони проводилися для бінарної суміші етанол-вода при виробництві харчового спирту та біоetanолу. Мета моделювання - визначення залежності кількості тарілок від величини флегмового числа так, як флегмове число та відповідна кількість тарілок взаємозалежні величини [2].

Результати та обговорення. Для кількісного порівняння циклічного режиму з традиційним було проведено розрахунок двох режимів з однаковими вхідними даними. Результати показують, що підвищення ефективності розділення компонентів (при однаковій кількості пари та концентрації етанолу) для циклічної дистиляції виражається через зменшення енерговитрат або зменшення тарілок. Кількість теоретичних тарілок для циклічної дистиляції зменшується на 50% порівняно з традиційною дистиляцією, а при зниженні концентрації живлення до 3 % зменшується в 3,5 рази. Крім того, мінімальна витрата пари для відгінної колони, що працює в циклічному режимі, може становити до 20%. Зі збільшенням флегмового числа змінюється співвідношення кількості тарілок у відгінній та концентраційній частинах колони [1-2].

Застосування циклічної дистиляції швидко розширюється і на інші галузі: нафтопереробна, хімічна, нафтохімічна, фармацевтична, біопаливна та інші галузі.

Висновок. Моделювання ректифікаційної колони з використанням тарілок циклічної дистиляції показує значне зниження енергетичних витрат від числа флегми. Оптимальне флегмове число для циклічної дистиляції на 25% менше, ніж для традиційної при умовному об'ємі колони у 2,2 рази меншому для циклічної дистиляції. Економія пари при циклічній дистиляції змінюється в діапазоні від 0 до 30% залежно від кількості тарілок, яка зменшується у 2,6 – 1,5 рази. Крім того, циклічна дистиляція надає можливість усунення небажаних запахів біоetanолу.

Література

1. V. N. Maleta, O. Bedryk, A. Shevchenko, A. A. Kiss, Pilot-scale experimental studies on ethanol purification by cyclic stripping, *AIChE Journal*, 65, e16673, 2019.
2. Шевченко О. Ю., Бедрик О. В. Визначення оптимального числа флегми для ректифікаційної колони циклічної дистиляції та порівняння його із стаціонарним. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2020. Т. 26, № 1. С. 98–103.

**10. Вдосконалення існуючих методик теплогідродинамічних розрахунків
процесу теплообміну в тепломасообмінних апаратах
з безпосереднім контактом фаз**

Ольга Орендарчук, Вікторія Санига, Володимир Бондар

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Провівши теоретичне та експериментальне дослідження процесу конденсації пари з парогазової суміші на поверхні циліндричного вільностікаючого струменя рідини та встановивши межу початку диспергування струменя, рекомендується в методику розрахунків тепломасообмінних апаратів з безпосереднім контактом фаз вводити перевірку умови суцільності струменя.

Матеріали та методи. Теоретично та експериментально проводилось теплогідрравлічне дослідження процесу конденсації водяної пари з парогазової суміші на циліндричному вільностікаючому струмені води за протитечійного руху парової фази в діапазоні змін параметрів потоків характерних для харчової промисловості.

Результати та обговорення. Одним із шляхів зменшення вартості теплообмінного обладнання, підвищення його енергоефективності в харчовій промисловості є використання тепломасообмінних апаратів із безпосереднім контактом фаз. Але на даний момент часу дослідження теплообміну та гідродинамічні дослідження процесів конденсації пари на струменях рідини, що витікають через циліндричні розподільчі пристрої, в діапазоні змін параметрів характерних для теплообмінних апаратів харчової промисловості практично не проводились. А всі існуючі методики розрахунків теплообміну рекомендується використовувати тільки для суцільних струменів рідини. Також не проводилось дослідження для визначення меж існування суцільної структури струменів та відсутні напівемпіричні залежності для розрахунку граничних гідродинамічних режимів під час конденсації водяної пари на циліндричних вільностікаючих струменях води. Тому проведення гідродинамічного дослідження для визначення меж використання основних методик розрахунків тепломасообмінних апаратів з безпосереднім контактом фаз досить важливе. Проведення комплексного дослідження відбувалося на кафедрі ТЕХТ НУХТ. Під час проведення експерименту досліджувався процес конденсації водяної пари на поверхні циліндричного струменя рідини. Було встановлено, що зі зміною параметрів потоків рідини та водяної пари наступав момент початку руйнування струменя. Провівши статистичне оброблення результатів експериментального дослідження була знайдена напівемпірична залежність, яка дозволить визначити висоту початку диспергування струменя, а отримані результати використовувати в теплогідрравлічних розрахунках для встановлення меж існування суцільності струменя, а відповідно і меж використання існуючих методик розрахунків.

Висновки Отримані результати гідродинамічного дослідження процесу конденсації пари на циліндричному струмені рідини дозволять встановити межі використання існуючих методик розрахунку та вдосконалити вже існуючі. Отримані результати рекомендується використовувати під час проєктування тепломасообмінних апаратів з безпосереднім контактом фаз.

11. Математичне моделювання процесу нагрівання води у пластинчастому теплообміннику

Оксана Зеленська, Тарас Мисюра

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основною задачею пластинчастого теплообмінника є передача тепло від гарячого середовища до холодного середовища через гофровані пластини, такі як: сталеві, мідні, графітові або титанові пластини. Гарячий і холодний шари рухаються на зустріч один одному. Моделювання цього процесу призведе до автоматизації проведення розрахунків.

Матеріали та методи. Лабораторна установка (рис.1), методи математичного моделювання, програма MathCAD.

Результати. Пластинчасті теплообмінники передають теплову енергію від одного середовища до іншого через гофровані пластини. Процес теплообміну відбувається без змішування середовищ. Кожна робоча пластина теплообмінника омивається робочою рідиною: з одного боку, охолоджуючою рідиною, з іншого боку, нагріваючою рідиною. Перша (початкова) і остання (кінцева) пластини не беруть участі в процесі теплообміну. Торцеві пластини зазвичай глухі (без отворів). У більшості випадків середовища рухаються назустріч один одному в направленому потоці.

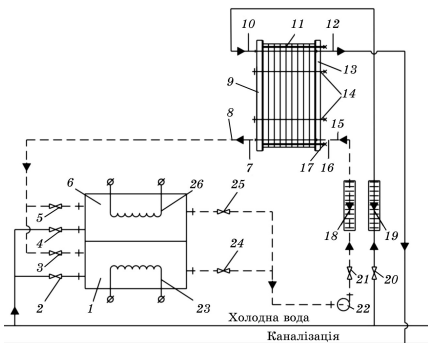


Рис.1. Лабораторна установка

У робочому положенні пластини прилягають одна до одної і утворюють вузький паз. Для забезпечення герметичності потоку на передній стороні кожної пластини в спеціальні пази встановлені гумові прокладки. Два з чотирьох отворів у пластині дозволяють теплоносіям входити і виходити з каналів. Решта два отвори додатково ізолювані невеликими контурами прокладок для запобігання змішування середовищ. Дренажні канали передбачені для запобігання змішуванню середовищ у разі пошкодження одного з невеликих контурів прокладок.

При побудові математичної моделі даного апарата були використані основні залежності процесу теплообміну, складений тепловий баланс установки та використано основне рівняння теплопередачі. Також був використаний загальний підхід до визначення рушійної сили процесу з побудовою графіку температурного напору процесу.

В результаті перевірного розрахунку теплообмінника було знайдено коефіцієнт використання поверхні, що дозволив охарактеризувати правильність експлуатації даної установки.

Висновки. Отримана і реалізована в середовищі MathCAD математична модель процесу нагрівання рідини дозволить оптимізувати розрахункову частину лабораторної роботи і можливість моделювання процесу.

Література

1. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум [Текст] : навч. посіб. / І. Ф. Малежик, П. М. Немирович, В. Л. Зав'ялов та ін.; за ред. І. Ф. Малежика; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. — Київ: НУХТ, 2016. — 246 с.

12. Фазові переходи в технологіях виробництва продуктів харчування

Інна Колеснік, Олександр Шевченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Перспективи відновлення низькотемпературних теплових ресурсів за допомогою новітніх технічних можливостей широко відображені як в загальних положеннях термодинаміки, так і при вирішенні окремих технологічних завдань. Динаміка використання теплових насосів досягає рівня галузей промисловості. Однак у кожному конкретному випадку слід вирішувати проблему фазових переходів робочих середовищ на рівні параметрів витраченої теплової енергії та температурних режимів теплових потоків на виході з системи.

Методи досліджень. Енергоємні процеси досліджуються з точки зору використання їх потенціалу як ізоентальпії в сушарках, ферментаторах, теплових насосах і вакуум-сушарках в їх класичному виконанні. Методи дослідження базуються на принципах технічної термодинаміки. Поєднання цих об'єктів стосуються можливості створення на їх основі замкнутих енергоматеріальних контурів шляхом доповнення їх компенсаційними процесами.

Результати і обговорення. Воду та водяну пару можна віднести до найбільш поширених робочих рідин та середовищ у харчових технологіях. Вода досить дешева, неагресивна до матеріалів технологічного обладнання і через фазові переходи в циклах природних колообігів відновлює свої властивості. При цьому фазові переходи випаровування та конденсації водяної пари притаманні більшості виробництв. Однак перелік використовуваних середовищ логічно доповнюється іншими речовинами, задіяними в холодильних установках, теплових насосах, у виробництві спирту, зріджених газів, в процесах кристалізації, сушіння.

Аналіз ізоентальпійних процесів сушіння привів до висновку, що доцільно підтримувати загальний потенціал парогазової суміші в замкнутому контурі, але з тією особливістю, що потенціал сушіння середовища буде поновлюваним. Оскільки вилучення парової фракції можливе лише шляхом її конденсації, яка здійснюється за допомогою теплового насоса, енергетичний потенціал в ньому повертається газовому потоку під час його проходження через конденсатор.

Показано, що така система реалізує завдання сушіння зернової маси, транспортування парогазової суміші, сушіння газової фракції та повернення їй енергетичного потенціалу. Контур теплового насоса в цій системі відіграє регулюючу роль по відношенню до контуру парогазової суміші, а процес компенсації покладено на компресор теплового насоса.

Показано, що термодинамічні властивості фазових переходів відповідають ізобарно-ізотермічному процесу, що має принаймні дві переваги з точки зору інтересів утилізації та регенерації енергії.

По-перше, в результаті фазового переходу ентальпія парової фракції приблизно в 5 разів перевищує ентальпію рідкої фракції.

По-друге, температура парової або газової фази може бути змінена шляхом механічного або термічного стиснення, в тому числі для зміни температур фазових переходів. Наслідком таких перетворень є можливість мінімізувати витрати первинних енергоресурсів на процеси випаровування.

Висновок. Частково гідролізовані зразки білка мали вищий вміст білка, світліший колір, нижчий ступінь денатурації та кращі функціональні властивості порівняно з традиційними білковими ізолятами.

13. Дослідження енергетичних і якісних характеристик груш після терморадіаційно-конвективного сушіння

Вероніка Шпіліна, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Енергетичні і якісні характеристики висушених продуктів є вирішальними факторами в виборі раціональних режимів промислового висушування.

Матеріали і методи. Сировиною для сушіння є груші Бера. Методи визначення фізико – хімічних показників базувались на визначенні кольоровості та вмісту цукрів в сушених грушах.

Результати. Аналіз всіх зразків терморадіаційно-конвективного сушіння груш Бера показує, що при 40 °С сушіння груш недоцільно проводити, оскільки температура невисока і тривалості процесу більше 3 годин і як наслідок, зростання енерговитрат і окиснення сушених груш. При 60 °С процес проходить швидше, але при 80 °С процес займає менше часу і груші мають найсвітліше забарвлення з усіх зразків. При 100 °С процес сушіння проходить швидко, але якість груш дуже низька, оскільки відбувається побуріння груш внаслідок карамелізації цукрів. Згідно даних показника кольоровості, встановлено що при температурі 80 °С терморадіаційно-конвективного сушіння має найнижче значення (0,017), що відповідає найкращій якості, та можна її рекомендувати для промислового виробництва. Встановлена залежність витрат енергії від температури повітря в камері сушарки при терморадіаційно-конвективному енергопідведенні (рис. 1) і показано порівняння при оптимальній температурі різних методах енергопідведення.

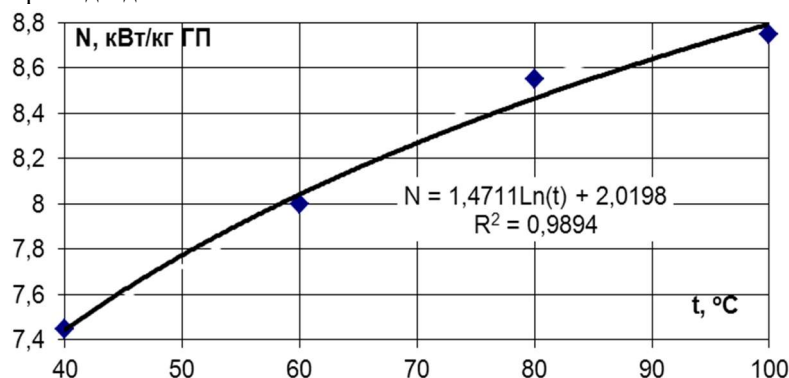


Рис. 1. Вплив температури повітря в камері терморадіаційно-конвективного сушіння на витрату енергії на 1 кг сухих груш

З рис. 1 встановлено, що збільшення температури повітря в камері терморадіаційно-конвективного сушіння призводить до зростання витрат енергії на 1 кг сухих груш Бера з 7,45 до 8,75 кВт/ кг готового продукту.

Висновок. Груші Бера висушені при терморадіаційно-конвективному сушінні з температурою повітря в камері 80 °С мали найкращі органолептичні (зовнішній вигляд) і фізико-хімічні показники і дану температуру доцільно рекомендувати для застосування.

14. Дослідження масообмінних характеристик ферментера за сульфітною методикою

Тетяна Мельник, Тетяна Топіха, Володимир Зав'ялов, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сульфітний метод є важливим інструментом для експериментального оцінювання масообмінних характеристик ферментерів. Він базується на реакції окиснення сульфіту натрію за наявності каталізатора - іонів міді або кобальту. Даний метод дозволяє точно визначити швидкість абсорбції кисню, що є ключовим параметром в процесах біотехнології.

Матеріали і методи. Сушильна шафа, магнітна мішалка, бюретки для титрування, мірні колби, конічні колби, піпетки, колби з притертими пробками, часові скельця або чашки Петрі, склянки з нижнім тубусом для гіпосульфіту, склянки темні для розчину йоду, лійки, терези аналітичні, штативи, секундомір, розчин сульфіту натрію, розчин гіпосульфіту натрію, розчин йоду, розчин сірчаною кислотою міді, розчин крохмалю, розчин йодиду калію, розчин біхромату калію.

Результати. Для проведення експерименту спочатку підготовлювались розчини йоду, гіпосульфіту та каталізатора, включаючи приготування робочих розчинів сульфіту натрію, сульфату міді, крохмалю, стабілізацію температури на рівні $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ та внесення каталізатора у встановленому відношенні. Після цього відбиралась проба без аерації через 2 хвилини, після чого налаштовувався режим перемішування та аерації відповідно до вимог експерименту. Протягом визначеного часу відбиралися наступні проби для аналізу, які титруються тричі. Після отримання результатів титрування обчислювалися середнє арифметичне, яке вказує на середній об'єм гіпосульфіту натрію, використаного на титрування кожної проби.

У експериментальній установці, що складалася з циліндричного апарата з віброперемішувальним пристроєм, температура контролювалася за допомогою змійовикового теплообмінника, підключеного до термостата. Регулювання витрати газу проводилося за допомогою кранів і ротаметра. Апарат також був оснащений електродвигуном вібратора для плавного регулювання частоти коливань, виливним краном та патрубком для заповнення рідиною і випускання газу.

Опрацювання результатів роботи включало розрахунок сульфітного числа, а також ККД використання кисню за заданих значень інтенсивності перемішування та аерації, оскільки сульфітне число не дає конкретного уявлення про повноту використання кисню повітря, що подається у ферментер. На основі цих даних будувався графік залежності ККД аерації та сульфітного числа від інтенсивності перемішування та аерації для подальшого аналізу впливу цих параметрів на процес.

Висновок. Отримані результати оцінення масообміну у ферментері за свідчать про ефективність використання даного методу. Експеримент показав, що контрольоване регулювання інтенсивності перемішування та аерації сприяє покращенню масообмінних процесів у ферментері. Дані, отримані внаслідок дослідів, дозволили побудувати графік залежності ККД аерації та сульфітного числа від інтенсивності перемішування та аерації, що сприяє подальшому аналізу впливу цих параметрів на процес.

15. Інноваційні методи сушіння для збереження біологічно активних речовин у рослинній сировині

Елеонора Суперека, Тетяна Бурлака

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У світі постійного розвитку та пошуку нових технологій виробництва та збереження продуктів, важливою стає проблема збереження біологічно активних речовин у рослинній сировині під час процесу сушіння. Ця проблема набуває особливого значення у зв'язку з розширенням використання рослинної сировини у харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості, де збереження корисних властивостей стає критичним фактором.

Інноваційні методи сушіння стають ключовим інструментом у збереженні біологічно активних речовин у рослинній сировині. Ці методи включають в себе використання новітніх технологій, що дозволяють забезпечити оптимальні умови сушіння для збереження максимальної кількості корисних сполук.

У цій роботі ми дослідимо різноманітність інноваційних методів сушіння та їхній вплив на збереження біологічно активних речовин у рослинній сировині. Розглянемо переваги та обмеження кожного методу, а також визначимо оптимальні стратегії сушіння, які дозволять максимально зберегти корисні властивості рослинних матеріалів.

Матеріали і методи. Матеріалами для огляду використовувалися публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень.

Результати. Дослідження показало, що інноваційні методи сушіння мають значний потенціал у збереженні біологічно активних речовин у рослинній сировині. Зокрема, застосування новітніх технологій, таких як вакуумне сушіння, ультразвукове сушіння та інших, дозволяє зменшити втрату корисних сполук та забезпечити збереження їхньої біологічної активності.

Перевагою цих методів є можливість контролювати температуру та тиск, що дозволяє зменшити руйнівний вплив високих температур на біологічно активні речовини. Крім того, застосування інноваційних методів сушіння може значно збільшити швидкість сушіння та знизити витрати енергії.

Результати також показали, що ефективність інноваційних методів сушіння може бути залежна від конкретного типу рослинної сировини та її складу. Деякі методи можуть бути більш ефективними для певних видів рослин, тоді як інші можуть бути менш ефективними.

Висновки. Наше дослідження підтвердило великий потенціал інноваційних методів сушіння для збереження біологічно активних речовин у рослинній сировині.

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що інноваційні методи сушіння є перспективним напрямком у виробництві рослинних продуктів. Вони дозволяють покращити якість та зберегти біологічно активні речовини, що робить їх особливо цінними для використання у харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості.

З огляду на ці переваги, рекомендується подальше дослідження і впровадження інноваційних методів сушіння у виробництво рослинних продуктів. Це дозволить не лише підвищити конкурентоспроможність виробників, але й забезпечити споживачів здоровою та якісною продукцією, що має високу біологічну цінність.

16. Екстрактори з віброперемішувальними пристроями

Діана Бондаренко, Вікторія Сапіга, Юлія Запорожець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні методи екстракції займають важливе місце в багатьох сферах промисловості, від фармації до харчової промисловості. Один із найбільш перспективних напрямів у цьому контексті – використання екстракторів з віброперемішувальними пристроями.

Матеріали та методи. Матеріалами для огляду використовувалися публікації вітчизняних і зарубіжних авторів.

Результати. Віброперемішувальні пристрої, завдяки своїй ефективності та точності, відіграють ключову роль у забезпеченні оптимального процесу екстракції. Вони сприяють інтенсифікації процесу, забезпечуючи кращу розчинність речовин та збільшення виходу корисних компонентів з сировини. Вплив віброперемішувальних пристроїв на ефективність екстракції полягає у їх здатності покращувати процес видалення корисних компонентів з сировини.

Застосування екстракторів з віброперемішувальними пристроями має кілька переваг у порівнянні з іншими методами екстракції: Віброперемішувальні пристрої забезпечують швидше та ефективніше змішування, поліпшуючи контакт між компонентами; їх використання скорочує час екстракції завдяки інтенсивному змішуванню; ефективне змішування дозволяє зменшити витрати реагентів, що економить ресурси; легко регульовані, дозволяючи оптимізувати умови екстракції для максимального виходу та якості продукту; вони можуть бути використані в різних галузях промисловості, що робить їх універсальними.

Основними недоліками є ненадійність ланцюгової системи кріплення; можливість роботи апарата для систем рідина-рідина та газ-рідина.

Віброперемішування як метод інтенсифікації процесів екстракції базується на використанні механічних вібраційних рухів для покращення змішування компонентів сировини та розчинника або екстрагента. Цей процес стимулює рух частинок сировини, що призводить до покращення контакту між ними та розчинником, що, в свою чергу, сприяє більш ефективному виділенню корисних компонентів з сировини. Таким чином, віброперемішування допомагає прискорити процес екстракції шляхом покращення масообміну між фазами та забезпеченням оптимальних умов для виділення корисних речовин.

Сучасні тенденції в розвитку екстракторів з віброперемішувальними пристроями включають інтеграцію з іншими технологіями, такими як ультразвукова або мікрохвильова обробка, для створення більш ефективних систем екстракції. Також спостерігається зростання зацікавленості виробників у вдосконаленні систем автоматизації та контролю процесів. Постійні зусилля спрямовані на підвищення ефективності, швидкості та адаптабельності екстракторів до різноманітних умов та типів сировини.

Висновки. Отже, екстрактори з віброперемішувальними пристроями є потужним інструментом для підвищення ефективності та якості процесів екстракції в промисловості. Їх застосування вирішує численні виклики, що стоять перед виробниками фармацевтичних та харчових продуктів, та відкриває нові можливості для покращення виробничих процесів.

17. Моделювання процесу випарювання на двокорпусній випарній установці

Надія Магден, Оксана Зеленська, Тарас Мисюра,
Наталія Попова, Володимир Зав'ялов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Моделювання проведено для дослідження процесу випарювання на двокорпусній випарній установці, що проводиться під час лабораторної роботи з процесів і апаратів харчових виробництв.

Матеріали та методи. Дослідження процесу випарювання виконано на лабораторній установці (рис.1) при виконанні лабораторної роботи з дисципліни «Процеси і апарати хімічних виробництв», використані методи математичного моделювання та програма MathCAD.

Результати та обговорення. Випарюванням називають процес концентрування розчинів нелетких речовин внаслідок видалення розчинника у вигляді пари під час кипіння.

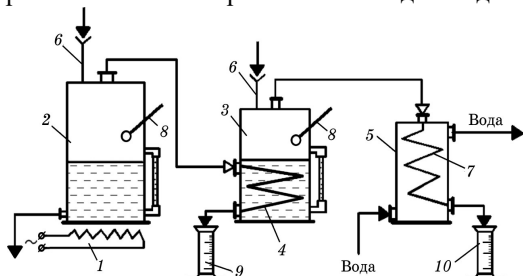


Рис.1. Лабораторна установка

Процес випарювання характеризується тим, що в процесі кипіння розчину у пару переходить лише чистий розчинник. У промисловості здебільшого випарюють водні розчини різноманітних речовин, тобто видаляють воду у вигляді водяної пари, яку називають вторинною.

Найчастіше з розчину видаляють лише частину розчинника, оскільки у

ви-парних апаратах, які традиційно використовують у харчовій промисловості, упарений розчин залишається в рідкому стані. Випарювання здійснюють під атмосферним тиском або при розрідженні. У першому випадку вторинна пара відводиться в атмосферу, в другому – в конденсатор, де внаслідок конденсації вторинної пари в апараті створюється розрідження.

При побудові математичної моделі даного апарата були використані основні залежності процесу теплообміну, складений матеріальний та тепловий баланси установки та застосовано основне рівняння теплопередачі. Також був використаний загальний підхід до визначення рушійної сили процесу з побудовою графіку температурного напору процесу для двох етапів проведення процесу періодичної дії.

Висновок. В результаті перевірконого розрахунку випарної установки було розраховано коефіцієнти теплопередачі для періодів нагрівання та випарювання розчину з другого корпусу, що дозволив охарактеризувати правильність проведення процесу та порівняння основних характеристик обох періодів.

Література.

1. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум [Текст] : навч. посіб. / І. Ф. Малежик, П. М. Немирович, В. Л. Зав'ялов та ін.; за ред. І. Ф. Малежика; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. — Київ: НУХТ, 2016. — 246 с.
2. Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології: лабораторний практикум для студ. освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 161 "Хімічні технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. / уклад.: Т. Г. Мисюра, В. Л. Зав'ялов, Ю. В. Карлаш, Н. В. Попова, Ю. В. Запорожець; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2017. — 131 с.

18. Використання сучасних технологій у вилученні активних речовин з рослин

Аліна Колтун, Юлія Запорожець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасному світі, де зростає попит на натуральні та ефективні рослинні продукти, важливим стає розвиток технологій, які дозволяють ефективно вилучати активні речовини з рослинної сировини. Використання таких технологій стає ключовим фактором у виробництві продуктів харчової, фармацевтичної та косметичної промисловості, а також у сфері фітотерапії та натуральної медицини.

Сучасні технології у вилученні активних речовин з рослин включають в себе різноманітні методи та процеси, які дозволяють максимально використовувати корисні властивості рослинних матеріалів. Вони базуються на передових наукових дослідженнях та інженерних розробках, спрямованих на оптимізацію та підвищення ефективності процесів екстракції.

У цьому дослідженні ми пропонуємо розглянути різні аспекти використання сучасних технологій у вилученні активних речовин з рослинної сировини. Ми дослідимо передові методи екстракції, використання новітніх обладнання та технологічні інновації, що спрямовані на підвищення виходу та якості отриманих екстрактів.

Мета нашого дослідження - визначити потенціал та переваги сучасних технологій у вилученні активних речовин з рослин, а також визначити можливі шляхи їхнього подальшого вдосконалення та впровадження в практику виробництва.

Матеріали і методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів екстрагування рослинної сировини.

Результати. Дослідження ефективності використання сучасних технологій у вилученні активних речовин з рослинної сировини продемонструвало значний прогрес у цій області. Застосування передових методів екстракції, новітнього обладнання та технологічних інновацій дозволило досягти підвищення виходу та якості отриманих екстрактів.

Також було виявлено, що сучасні технології у вилученні активних речовин з рослин дозволяють знизити вплив на навколишнє середовище та забезпечити більш екологічно чистий процес виробництва. Отже, результати дослідження підтверджують високий потенціал сучасних технологій у вилученні активних речовин з рослин та їхню значущість для виробництва якісних та ефективних рослинних продуктів. Подальші дослідження та впровадження нових розробок у практику виробництва можуть сприяти подальшому розвитку цієї області та забезпечити споживачів продуктами з високою біологічною активністю та екологічною чистотою.

Висновки. Використання сучасних технологій у вилученні активних речовин з рослинної сировини є перспективним напрямом, що відкриває широкі можливості для підвищення ефективності та якості отриманих продуктів. Дослідження підтверджують, що застосування передових методів екстракції, новітнього обладнання та технологічних інновацій сприяє підвищенню виходу активних речовин і збереженню їхньої біологічної активності. Подальший розвиток та впровадження таких технологій можуть забезпечити виробництво якісних та екологічно чистих рослинних продуктів, що відповідають вимогам сучасного ринку та сприяють збереженню природних ресурсів.

19. Використання циклічної дистиляції при отриманні етанолу харчової якості

Ольга Орендарчук, Олеся Бедрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З усіх наявних методів інтенсифікації масообміну увагу до себе привертає циклічна дистиляція. Основною вимогою до реалізації процесу є забезпечення відсутності перемішування рідини на суміжних тарілках при переточі рідини з тарілки на тарілку. Циклічний режим роботи призводить до таких переваг, як: збільшення пропускної здатності колони, зниження енерговитрат та краща ефективність розділення.

Матеріали та методи. Перші промислові дистиляційні колони з циклічним режимом роботи були встановлені на українських спиртових виробництвах. Колони концентрації домішок (ККД) відомі як гідроселекційні колони, призначені покращити якість етанолу та додатково збільшити його вихід на 3 – 4%. Вихідна суміш (бражка) має близько 200 видів різних домішок і завдання колони ККД полягає в очищенні етанолу від головних та частково проміжних домішок. Удосконалення роботи ККД було спрямоване на створення в колоні оптимальних умов та вилучення домішок головного і проміжного характерів [1].

Результати та обговорення. Головна фракція в обсязі близько 5 – 7% від продуктивності заводу перероблялася в додатковій гідроселекційній колоні в циклічному режимі з метою збільшення виходу спирту на 3 – 4%. Впровадження циклічної дистиляції підтвердило всі теоретичні прогнози підвищення ефективності розділення та дало чудові результати. 15 дистиляційних тарілок у циклічному режимі роботи були кращими за роздільною здатністю та продуктивністю, ніж 50 традиційних тарілок. При цьому якість харчового етанолу зросла за рахунок очищення найбільш забруднених погонів у додатковій колоні [1-2].

В результаті моделювання виявлено наявність зон підвищеної концентрації етанолу. Зони можуть перебувати у відгінній або у концентраційній частині колони, наявність таких зон перешкоджає видаленню домішок. Ми назвали їх «концентраційними бар'єрами». Присутність концентраційних бар'єрів у колоні залежить від концентрації живлення та кількості води, що подається на гідроселекцію. Тим не менш, можна усунути такі концентраційні бар'єри зробивши перерозподіл гідроселекційної води між верхньою частиною колони та живленням.

Результати доводять можливість створення оптимальних умов для видалення головних та проміжних домішок при будь-якій заданій концентрації етанолу за рахунок вирівнювання концентрації етанолу водою по висоті колони [2].

Висновок. Розроблена модель розподілу концентрації етанолу по тарілках колони реалізована на промисловій колоні концентрації домішок. За результатами хроматографічного аналізу дистиляту та кубової рідини колони, домішки головного та проміжного характерів були сконцентровані у верхній частині колони (включаючи бензальдегід та фенілетанол). Кубова рідина була звільнена від усіх домішок.

Література

1. V. N. Maleta, O. Bedryk, A. Shevchenko, A. A. Kiss, Pilot-scale experimental studies on ethanol purification by cyclic stripping, *AIChE Journal*, 65, e16673, 2019.
2. Шевченко О. Ю., Бедрик О. В., Малета В. М. Моделювання розподілу процентного складу етанолу по тарілках колони концентрації домішок. *Харчова промисловість*. 2019. № 26. С. 89–96.

20. Відновлення адсорбційних властивостей палигорськіту

Андрій Якименко, Людмила Мельник, Наталія Мельник
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У процесі очищення водно-спиртових розчинів поверхня палигорськіту заповнюється адсорбованими домішками, внаслідок чого адсорбційна властивість мінералу погіршується.

Матеріали та методи. Ефективність регенерації перевіряли співставленням адсорбційних властивостей палигорськіта до та після регенерації парою та діоксидом вуглецю.

Таблиця 1 – Властивості палигорськіта до та після регенерації перегрітою водяною парою та вуглекислим газом

Назва адсорбента	Ємність по NaOH, мг-екв/г	Ємність по 0,1 н HCl, мг-екв/г	Ws, см ³ /г	Ax, мг/г
Палигорськіт (вихідний)	0,23	0,4	0,342	182,5
Палигорськіт після адсорбції домішок із сортів	1,0	0,2	0,426	128
Палигорськіт після регенерації перегрітою водяною парою	1,0	0,4	0,375	125
Палигорськіт після регенерації CO ₂	1,0	0,6	0,414	120
Палигорськіт після 10-кратної регенерації перегрітою водяною парою	1,0	0,4	0,375	125

де Ws – загальний об'єм пор палигорськіта, Ax – адсорбційна ємність по метиленово-блакитному барвнику

Результати та обговорення. Аналізуючи результати, наведені в табл.1, можна зробити висновок, що після регенерації палигорськіта перегрітою водяною парою чи діоксидом вуглецю, його адсорбційна спроможність, загальний об'єм пор та адсорбційна ємність по метиленово-блакитному барвнику дещо знижується, а ємність по HCl підвищується. Можливо, що внаслідок регенерації зменшується об'єм пор адсорбента, проте підвищується активність поверхні, виходячи зі змін об'ємної ємності.

Таблиця 2 – Кількість адсорбованих альдегідів (мг/дм³) із водно-спиртового розчину, концентрацією 40 % об.

Назва адсорбента	C ₀	C _p	C ₀ - C _p
Палигорськіт (вихідний)	2,09	1,09	1,0
Палигорськіт, регенерований перегрітою парою	2,09	0,85	1,24
Палигорськіт, регенерований CO ₂	2,09	1,70	0,39

де C₀ – початковий вміст альдегідів у водно-спиртовому розчині, мг/дм³; C_p – вміст альдегідів у водно-спиртовому розчині після адсорбції, мг/дм³.

Висновок. Вміст альдегідів в очищених палигорськітом водно-спиртових розчинах зменшується. Особливо ефективно адсорбується альдегіди палигорськітом, регенерованим перегрітою водяною парою. Кількість сорбованих альдегідів досягає 30-40%.

21. Вибір та обґрунтування оптимальної конструкції вібротранспортувального пристрою

Наталія Вільцова, Вікторія Сапіга, Володимир Бондар

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ефективне використання екстракційної техніки залежить від конструктивних параметрів їх робочих органів. У випадку застосування екстрактора з вібротурбулізуючою транспортувально-перемішувальною системою такими параметрами, що визначають продуктивність апарата, є кількість транспортувальних елементів та висота гнучких патрубків тощо.

Матеріали та методи. Публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень.

Результати. Отримані результати свідчать про те, що суттєве збільшення продуктивності вібраційного екстрактора спостерігається для тарілок з транспортувальними елементами у кількості від 10 до 16, а подальше збільшення їх кількості до значного збільшення продуктивності не призводить. Крім того, будь-які отвори у робочих органах апаратів є концентраторами напружень, тому необхідно шукати раціональні співвідношення між кількістю отворів, міцністю робочих органів та продуктивністю апарата. Враховуючи вище сказане найбільш раціональним є використання вібраційно-транспортувального пристрою з 16 транспортувальними елементами.

Аналізуючи отримані залежності (рис.1) можна відзначити, що пікові значення продуктивності вібраційного екстрактора, в діапазоні частот від 1 до 4 Гц, спостерігаються при співвідношеннях висоти до діаметра гнучких патрубків та діаметра гнучких патрубків до діаметра транспортувальних елементів рівним 2,25 та 1,5 відповідно, а раціональні значення

вказаних співвідношень знаходяться в межах 1,5-3 та 2-3 відповідно. Крім того, на даному проміжку спостерігається значне падіння рівня поздовжнього перемішування, що покращує гідродинамічну обстановку в апараті.

Висновки. Оптимальний вибір конструкції вібротранспортувального пристрою вимагає зваження на технічні характеристики матеріалу та потреби у продуктивності та енергоефективності. Важливо також враховувати надійність, зручність обслуговування та безпеку експлуатації, щоб забезпечити стабільну та безперебійну роботу пристрою в умовах його застосування. Обрана конструкція повинна відповідати специфіці завдання та забезпечувати оптимальну ефективність та довговічність системи транспортування.

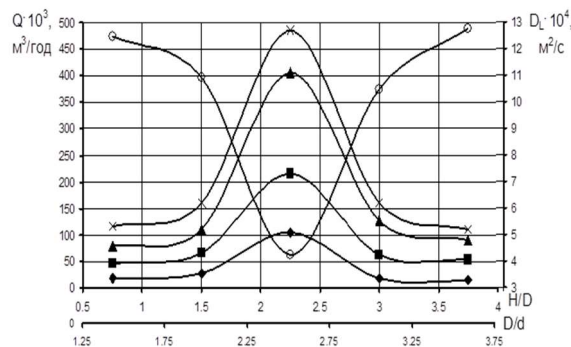


Рис.1. Залежність продуктивності віброекстрактора та рівня поздовжнього перемішування від співвідношення висоти до діаметра гнучких патрубків та діаметра гнучких патрубків до діаметра транспортувальних елементів: $\blacklozenge$ – $f=1$ Гц; $\blacksquare$ – $f=2$ Гц; $\blacktriangle$ – $f=3$ Гц; $\times$ – $f=4$ Гц; $\ominus$ – $f=D_v$

22. Моделювання та синтез систем інтенсивного масообміну

Елеонора Суперека, Олександр Шевченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Інтенсивний масообмін рідких, газорідних або твердих середовищ є важливою складовою багатьох хімічних, харчових і мікробіологічних технологій. Доповнення масообмінних процесів хімічними реакціями, деструкцією або синтезом речовин, зміна хімічних, термодинамічних і гідродинамічних параметрів в кінцевому результаті визначають швидкість цільових процесів і продуктивність технологічних апаратів. Ці взаємозв'язки відображаються на їх геометрії, загальному об'ємі, тривалості процесу тощо.

Методи досліджень. Проаналізовано фізичні основи методів і способів інтенсифікації процесів у рідких і газорідних системах та феноменологічні узагальнення, що базуються на відомих законах природи з математичною формалізацією взаємозв'язків між геометричними, кінематичними та гідродинамічними параметрами.

Результати і обговорення. В роботі показано можливість синтезу інерційних полів за рахунок змінних геометричних параметрів трубопроводів, а саме площі поперечного перерізу, а також за рахунок чергування криволінійних і прямолінійних ділянок та траєкторій змінної кривизни.

Узагальнене представлення фактору інтенсифікації масообмінних процесів пов'язане з силовими діями у вигляді наслідків перерозподілу тиску в результаті перерозподілу потенціалу кінетичної та потенційної енергії.

Показано можливості варіювання величин силових впливів за рахунок комбінацій гравітаційного поля та інерційних полів різної орієнтації і частоти дії, в тому числі з можливістю відтворення динамічних поштовхів в зонах зміни знаків радіусів кривизни.

Синтез інерційних полів у таких системах досягається за рахунок таких факторів, як змінна швидкість потоку або зміна напрямку потоку. Поєднання цих двох факторів є більш ефективним.

Енергетичне забезпечення інтенсифікації масообміну відноситься до початкових умов створення потоку, а загальний позитивний результат забезпечується точною локалізацією процесів.

Висновок. Аналіз особливостей масообмінних процесів у рідких та газорідних системах і потоках дозволяє відзначити наступне: узагальнене представлення фактора інтенсифікації масообмінних процесів пов'язане з силовими діями як наслідком перерозподілу між потенційною та кінетичною енергіями у вигляді змінного тиску; у створенні змінного тиску важливе значення мають характеристики сукупності потенційних гравітаційних полів та штучно створених інерційних полів; переходи від криволінійних до прямолінійних ділянок потоку супроводжуються явищами м'яких динамічних ударів; фактором інтенсифікації масообмінних процесів є геометрія трубопроводу зі змінною площею поперечного перерізу; витіснення потоків криволінійними ділянками оцінюється як фактор інтенсифікації масообмінних процесів, а змінні радіуси кривизни означають реалізацію безперервно діючих впливів сил інерції з проявами динамічних ударів в зонах зміни знаків радіусів кривизни.

23. Використання ефекту Марангоні для збільшення інтенсивності міжфазної турбулентності

Анастасія Сахневич, Вікторія Самойленко, Володимир Зав'ялов, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій

Вступ. Вивчення інтенсивності міжфазної турбулентності в різноманітних технологічних процесах є актуальним і важливим завданням. Це дає можливості для інтенсифікації технологічних процесів, зменшення витрат енергії, підвищення продуктивності та створення екологічно чистих та ефективних технологій.

Матеріали і методи. Лабораторна турбінна мішалка, контрольний комбінований прилад КЛІ-115, потенціометр, тахометр, водяний розчин сульфиту натрію Na_2SO_3 1 моль/л, етанол. Огляд та аналіз літературних джерел, що включають статті та монографії.

Результати. Міжфазна турбулентність виникає, коли взаємодіють дві фази, швидкість руху яких відрізняється за величиною і напрямком. Для збільшення інтенсивності міжфазної турбулентності, використовують ефект Марангоні – вплив за допомогою ПАР. Варто зауважити що, вплив ПАР може бути і негативним, залежно від характеру системи і ПАР. Потрібний підбір ПАР відбувається в кожному конкретному випадку для оброблюваних позитивних і негативних систем. Застосування ефекту Марангоні може підвищити турбулентність в областях контакту, сприяючи ефективнішому змішуванню та розподілу газів у ферментаційному середовищі. Це поліпшує умови для життєдіяльності мікроорганізмів та збільшує вихід продукту. Ефект був перевірений на лабораторній турбінній мішалці відкритого типу з відбивними перегородками. Оцінювання ефективності абсорбції під час комбінованої дії на робочу систему турбулентних потоків рідини, генерованих перемішувальним пристроєм та ефекту Марангоні за рахунок змінення поверхневого натягу ПАР здійснювалось за спеціальною методикою з розрахунком просторово-часових характеристик процесу. У модельну рідину (воду) додавали розчин сульфиту натрію для видалення розчиненого кисню і далі встановлювався певний режим перемішування, визначений частотою обертання мішалки. Такий фіксований режим забезпечував самоаерацію робочого середовища. Для встановлення дії на абсорбцію кисню ефекту Марангоні додавалась певна кількість етанолу. Реєстрація концентрації розчиненого кисню здійснювалась за допомогою датчика розчиненого кисню за побудованою S-подібною кривою насичення, що описується моделлю $\ln[(C_p - C_1)/(C_p - C_2)] = K_v(\tau_2 - \tau_1)$, де C_1 і C_2 – відповідно концентрації кисню в рідині, що відповідають моментам часу τ_1 і τ_2 . Інерційність датчика, зумовлену наявністю мембрани та перехідними процесами у вимірювальній системі, здійснювали визначенням його розбіжної характеристики. За тангенсом кута нахилу прямої $\ln(C_p - C) = f(\tau)$, що характеризує швидкість зміни одиничного явища сорбції кисню, визначали час релаксації процесу, оберненою величиною до якого є об'ємний коефіцієнт масопередачі K_v . Було встановлено, що при всіх рівних умовах роботи апарата вищі фізичні абсорбційні характеристики були для умов з перемішування робочого середовища з додаванням ПАР.

Висновки. Підтверджено, що ефект Марангоні сприяє підвищенню турбулентності в зоні контакту фаз, сприяючи ефективнішому змішуванню та розподілу газів у рідинному середовищі за рахунок інтенсивних турбулентних локальних пульсацій та зміни поверхневого натягу бульбашок повітря, що призводить до їх руйнації та утворення нових поверхонь контакту фаз.

24. Роль розчинників у процесі екстрагування рослинної сировини

Інна Колеснік, Юлія Запорожець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес екстрагування рослинної сировини є важливим етапом у виробництві різноманітних продуктів, починаючи від фармацевтичних препаратів і закінчуючи харчовими добавками та натуральною косметикою. Один із ключових факторів, що впливає на результативність та якість цього процесу, - це використання розчинників.

Розчинники відіграють вирішальну роль у процесі екстрагування, допомагаючи вилучити біологічно активні речовини з рослинної сировини. Вони здатні розщеплювати клітинні стінки рослин і розчиняти цінні сполуки, що дозволяє ефективно виділяти їх для подальшого використання. Крім того, розчинники допомагають підтримувати оптимальні умови для процесу екстрагування, такі як температура та реакційний середовище.

У цьому дослідженні ми спробуємо розглянути різні аспекти ролі розчинників у процесі екстрагування рослинної сировини. Ми зосередимось на їхньому впливі на вибір методу екстрагування, якість та кількість отриманих екстрактів, а також на їхньому впливі на екологічність та економічність процесу. Розуміння ролі розчинників допоможе нам знаходити оптимальні рішення для підвищення ефективності та якості екстрагування рослинних

Матеріали і методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів екстрагування рослинної сировини.

Результати. Дослідження ролі розчинників у процесі екстрагування рослинної сировини підтвердило їхню вирішальну значимість для вилучення біологічно активних речовин. Використання розчинників дозволяє ефективно розщеплювати клітинні стінки рослин та розчиняти корисні сполуки, що сприяє збільшенню виходу екстрактів та збереженню їхньої біологічної активності.

Результати дослідження також підтвердили, що вибір оптимального розчинника має велике значення для ефективності процесу екстрагування. Різні розчинники можуть мати різний вплив на якість та кількість отриманих екстрактів, тому важливо враховувати їхні особливості при виборі методу екстрагування.

Крім того, дослідження підтвердило, що використання екологічно чистих розчинників може сприяти зменшенню негативного впливу процесу екстрагування на навколишнє середовище. Це стає важливим аспектом у контексті підвищення уваги до сталого розвитку та збереження природних ресурсів.

Отже, результати дослідження підкреслюють важливість вивчення ролі розчинників у процесі екстрагування рослинної сировини та їхнього впливу на ефективність та якість отриманих екстрактів. Врахування цих факторів допоможе вдосконалити технології екстракції та забезпечити виробництво якісних та екологічно чистих рослинних продуктів.

Висновки. Дослідження ролі розчинників у процесі екстрагування рослинної сировини підтвердило їхню ключову значимість для ефективного виділення біологічно активних речовин. Вибір оптимального розчинника впливає на якість та кількість отриманих екстрактів, а також на екологічність процесу. Врахування ролі розчинників допоможе вдосконалити технології екстракції та забезпечити виробництво якісних та екологічно чистих рослинних продуктів.

25. Вплив методів сушіння на якість та фітокомпоненти рослинних порошків

Наталія Вільцова, Тетяна Бурлака

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес сушіння рослинної сировини є важливим етапом у виготовленні рослинних порошків, які використовуються у багатьох галузях промисловості, включаючи харчову, фармацевтичну та косметичну. Якість та склад цих порошків напряму залежать від методів сушіння, які застосовуються під час їх виробництва.

У цій роботі ми дослідимо вплив різних методів сушіння на якість та фітокомпоненти рослинних порошків. Зазначимо, що фітокомпоненти - це біологічно активні речовини, які містяться в рослинах і мають корисні властивості для здоров'я.

Правильний вибір методу сушіння може вплинути на збереження цих фітокомпонентів та забезпечити максимально можливу якість порошків. Таким чином, ця тема має велике значення як для виробників, що прагнуть досягти високої якості своєї продукції, так і для споживачів, які мають певні очікування щодо корисних властивостей рослинних порошків, які вони вживають.

Матеріали і методи. Матеріалами для огляду використовувалися публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень.

Результати. Дослідження показало, що методи сушіння мають значний вплив на якість та фітокомпоненти рослинних порошків. У результаті застосування різних методів сушіння може відбуватися зміна вмісту та стабільності біологічно активних речовин у порошках.

Зокрема, деякі методи сушіння, такі як вакуумне сушіння або заморожування, дозволяють зберегти більшу кількість фітокомпонентів у порошку, оскільки вони дозволяють уникнути впливу високих температур на рослинну сировину. З іншого боку, традиційні методи сушіння, такі як конвективне сушіння або сушіння на сонці, можуть призводити до втрати певних фітокомпонентів через високу температуру або тривалість процесу.

Додатково, виявлено, що не лише метод сушіння, але й параметри цього процесу, такі як температура, час сушіння, вологість повітря та інші, також мають важливий вплив на якість та фітокомпоненти рослинних порошків. Навіть незначні зміни у цих параметрах можуть призвести до змін у складі та вмісті біологічно активних речовин у порошках.

Отже, враховуючи ці результати, важливо обирати оптимальний метод сушіння та контролювати параметри процесу з метою забезпечення максимального збереження фітокомпонентів у рослинних порошках. Це допоможе забезпечити якість та корисні властивості порошків для подальшого використання у виробництві харчових, фармацевтичних та косметичних продуктів.

Висновки. Наше дослідження підтвердило значний вплив методів сушіння на якість та збереження фітокомпонентів у рослинних порошках. Результати свідчать про необхідність обирати оптимальний метод сушіння та контролювати параметри процесу з метою забезпечення максимального збереження корисних речовин у кінцевому продукті. Для забезпечення максимальної корисності рослинних порошків важливо враховувати не лише вибір методу сушіння, але й контролювати умови процесу з метою забезпечення максимального збереження фітокомпонентів. Це допоможе виробникам і споживачам отримувати продукти високої якості, що мають великий потенціал для збереження здоров'я та покращення якості життя.

26. Очищення водно-спиртових розчинів комбінованим сорбентом

Андрій Якименко, Людмила Мельник, Наталія Мельник
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для підвищення ефективності дії адсорбентів в очищенні водно-спиртових розчинів використовують суміші різних за природою поверхні дисперсних частинок.

Матеріали та методи. Для дослідження було взято комбінований сорбент, що складався із палигорськита фракції $3,0 \div 2,0$ мм та активного вугілля БАВ-А у співвідношеннях 90:10, 70:30, 50:50. Отримані результати представлені в таблиці.

Результати та обговорення.

Вміст домішок (мг/дм³) у водно-спиртових розчинах, очищених палигорськітом і комбінованими сорбентами

Адсорбенти	Концентрація адсорбованих домішок спирту, (мг/дм ³)					
	Альдегіди		Естери		Вищі спирти	
	C ₀	C _p	C ₀	C _p	C ₀	C _p
Палигорськіт	2,43	1,81	4,9	3,02	4,03	2,74
Активне вугілля БАВ-А	2,43	2,03	4,9	3,4	4,03	3,5
Палигорськіт і БАВ-А у співвідношенні 90:10	2,43	1,22	4,9	2,42	4,03	1,25
Палигорськіт і БАВ-А у співвідношенні 70:30	2,43	1,15	4,9	2,4	4,03	1,2
Палигорськіт і БАВ-А у співвідношенні 50:50	2,43	1,02	4,9	2,12	4,03	1,1

де C₀ – початкова концентрація домішок у водно-спиртовому розчині, C_p – рівноважна концентрація домішок у водно-спиртовому розчині після адсорбційного очищення.

Найкращі результати отримані при використанні комбінованого сорбенту, що складається із палигорськиту та активного вугілля БАВ-А у співвідношенні 90:10. При цьому спостерігалось зменшення вмісту домішок етилового спирту в очищеному водно-спиртовому розчині, його якісні показники були високими, що підтвердили результати дегустаційної оцінки (9,4 бали).

Висновок. З метою економії активного вугілля доцільно використовувати комбіновані сорбенти, що складаються із 10% АВ і 90% палигорськиту.

У промислових умовах комбінований сорбент краще розміщувати в окремих, послідовно з'єднаних адсорберах, спочатку адсорбер з палигорськітом, а потім – з АВ, що зручно під час регенерації обох сорбентів.

27. Моделювання рецептури суміші для приготування млинців картопляних шляхом додавання сухих білих грибів

Дар'я Мала, Наталія Попова, Тарас Мисюра

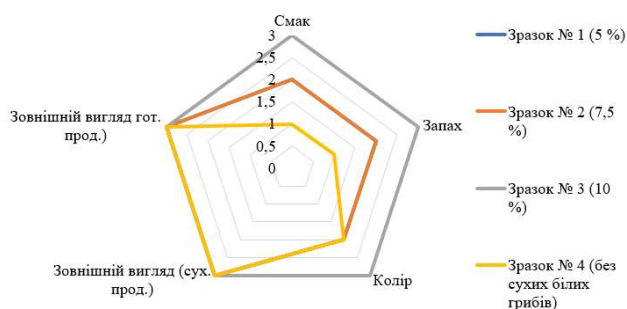
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Використання овочевої сировини (картопля сушена, борошно пшеничне, білі гриби, цибуля сушена, сіль кухонна, перець чорний мелений) для виробництва суміші для приготування млинців картопляних з грибами є досить актуальним способом розширення існуючого асортименту харчоконцентратів.

Матеріали та методи. Під час дослідження використовувались такі методи: збір, аналіз та інтерпретація даних та методи математичного моделювання та оптимізації. Для чіткого відображення органолептичної оцінки досліджуваних зразків було використано метод побудови багатокутника якості, який дає можливість оцінити показники досліджуваних зразків та побачити їх переваги та слабкі місця

Результати та обговорення. Для підбору кількості дозування сухих білих грибів та дослідження органолептичних показників було взято 3 зразки продукту із таким вмістом сухих білих грибів: 1 зразок – суміш для приготування картопляних млинців із додаванням 5 % сухих білих грибів (картоплі сушеної 62,45 %); 2 зразок – суміш для приготування картопляних млинців із додаванням 7,5 % сухих білих грибів (картоплі сушеної 59,95 %); 3 зразок – суміш для приготування картопляних млинців із додаванням 10 % сухих білих грибів (картоплі сушеної 57,45 %); 4 зразок – суміш для приготування картопляних млинців без додавання грибів (картоплі сушеної 67,45 %). Решта суміші має наступний склад: - борошно пшеничне – 28,0 %, - цибуля сушена – 3,0 %, - сіль кухонна – 1,5 %, - перець чорний мелений – 0,05 %.

Було проведено дегустаційні оцінки та розрахована кваліметрична оцінка якості суміші для приготування млинців картопляних з грибами.



Результати оцінювання якості виробів за допомогою «багатокутника якості» наведено на рис.

Найкращим зразком визначено зразок № 3 з додаванням 10 % сухих білих грибів, оскільки він мав виразний смак і запах грибів, суміш була однотонна, світло-коричнева, зовнішній

вигляд однорідна, порошкоподібна суміш. Млинці після приготування були пухкими, мали пористу поверхню.

Висновок. Розроблено 4 зразки суміші для приготування картопляних млинців з грибами. Дозування здійснювалось в інтервалі від 5 до 10 % з кроком 2,5 %. Розроблено контрольний зразок з аналогічних інгредієнтів в однакових умовах, проте в контрольному зразку дозування грибів сухих не здійснювалось. Проведено органолептичну оцінку розроблених зразків і встановлено, що при дозуванні 10 % смак і запах грибів відчувається чітко. Розраховано розрахункову харчову цінність розроблених зразків. Завдяки проведеним розрахункам, визначено оптимальне дозування білих сухих грибів, що становить 9,75 %.

28. Дослідження терморадіаційно-конвективного сушіння яблучних і виноградних вичавок

Олексій Григорович, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У процесі консервування яблучного соку віджимається до 20% соку, який на більшості виробничих підприємств є відходом виробництва. Ці продукти можна зневоднювати і використовувати як добавки в різних сферах харчового виробництва, особливо у виробництві хліба. Для зневоднення яблучних вичавок найбільш придатною з енергетичної точки зору є сушіння інфрачервоним випромінюванням, що дозволяє збільшити термін зберігання і поліпшити якість продукту.

Матеріали і методи. Сировиною для сушіння є яблучні вичавки, виноградні вичавки.

Результати. До складу яблучних та виноградних вичавок входять: шкурки яблук та винограду, насіння і м'якоть, яка включає в себе сухий залишок вуглеводів та мінеральних речовин та утворена деформованими тканинами рослинних клітин. Ця група компонентів утворює систему, яка має капілярну структуру і колоїдну за своєю природою. Ця група компонентів утворює систему, яка має капілярно-пористу структуру, а за природою є колоїдним тілом.

Шкірки яблук і винограду, як елемент покривного шару плоду, є стійкою до механічних деформацій. До її складу в значній кількості належать епідермальні клітини з осмотично зв'язаною вологою, яка не класифікується як вільна волога, а являє собою розчин пектинових речовин. Наявність періоду сталої швидкості зневоднення яблучних вичавок при $W^c = 500\%$, пояснюється зміною виду механізму внутрішнього вологоперенесення в шкурках та м'якоті, який, пов'язаний із видом форми зв'язку води в вичавках із твердим скелетом. Осмотично зв'язану вологу у поверхневому шарі вичавок називають структурною вологою, оскільки вона міститься в структурі клітин. Даному виду води відповідає мала кількість енергії зв'язку з твердим скелетом. Осмотично утримувана вода вичавок в процесі сушіння дифундує через стінки клітин за рахунок різниці концентрацій рідини всередині і зовні клітини.

Для сушіння відбиралися наважки зразків масою 100 г і формувалася прошарок товщиною 8...12 мм на легкому сітчастому піддоні. Вимірювання температури здійснювалось за допомогою трьох мідь – константанових термопар по висоті шару зразка: у центрі та на відстані 1 мм від верхньої і нижньої поверхонь шару вичавок. Окремим термодатчиком вимірювалась температура повітря в сушильній камері і вона була екранована від прямого попадання на неї інфрачервоного випромінювання.

В усій серії проведених дослідів початковий вологовміст W_n^c знаходився в межах $W_n^c = 500\%$, що по вологості W відповідало $W = 83\%$, температура в шарі на відстані 1 мм від верхньої поверхні зразка досить висока. Процес сушіння завершувався при досягненні зразком вологовмісту $W_k^c = 13\%$, що відповідає кінцевому стандартному значенню сухого продукту.

Висновок. На основі проведених досліджень встановлено та математично оброблено закономірності терморадіаційно-конвекційного сушіння яблучних і виноградних вичавок.

29. Циклічна дистиляція – новий конкурент в ефективності розділення рідин

Аліна Колтун, Олеся Бедрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Теорія процесу циклічної дистиляції була розроблена протягом кількох десятиліть інженерної діяльності. Не зважаючи на те, що багато фахівців вважають традиційну дистиляцію зрілим напрямом, циклічна дистиляція виділяється як новий конкурент у розділенні рідини завдяки іншому способу мислення при контакті рідкої та парової фаз.

Матеріали та методи. На відмінну від традиційної дистиляції, циклічна дистиляція використовує роздільний рух фаз, який може бути досягнутий за допомогою спеціальних внутрішніх елементів. Один робочий цикл складається з двох ключових частин: період потоку пари (коли потік пари, що піднімається, перешкоджає потоку рідини вниз), за яким слідує період потоку рідини (коли рідина тече вниз по колоні, падаючи під дією тяжіння, спочатку в шлюзову камеру, а потім переміщається на нижню тарілку).

Результати та обговорення. Циклічний режим роботи призводить до великих економічних переваг: на 20-50% нижчі інвестиційні витрати (завдяки меншій висоті колони; меншому діаметру колони; меншій площі теплообмінників; менше сталевих конструкцій); на 20-35% менше споживання енергетичних витрат (завдяки високій ефективності масообміну; зниження швидкості рефлюксу); покращення якості продукції; збільшення виходу продукту; підвищена стабільність процесу.

До технологічних переваг циклічної дистиляції можна віднести: ефективність масообміну; скорочення часу перебування рідини в колоні та рівномірне розподілення рідини по тарілках; можливість контролювати кількість рідини на тарілці та час реакції; ефективність сепарації не залежить від діаметра колони, що забезпечує легке промислове масштабування; розміщення будь-якого типу упаковки між тарілками додатково підвищує ефективність масообміну; перепад тиску в колоні не залежить від навантаження рідини в колоні, оскільки кількість рідини на тарілках постійна, змінюється лише частота циклів; швидкість пари в колоні зазвичай становить 0,2-20 м/с, оскільки вона залежить від тиску в колоні; робота залишається стабільною та ефективною при зміні концентрації ключових компонентів.

До цих пір циклічна дистиляція використовувалася в основному в харчовій промисловості, але діапазон застосування розширюється на інші сфери з потенційним використанням, такі як: нафтопереробка, хімічна, нафтохімічна, фармацевтична, біопаливна та ін. Крім того, циклічна дистиляція відкриває нові можливості, застосовуючи однакові принципи циклічного режиму роботи для інших інтенсифікованих процесів, таких як каталітична дистиляція (CD) або колона з розділяючою стінкою (DWC). На сьогоднішній день технологія циклічної дистиляції працює в гідроселекційних, ректифікаційних, сивушних, метанольних, колонах кінцевої очистки з перегородкою діаметром від 400 до 1700 мм.

Висновки. Циклічна дистиляція може значно покращити процес розділення рідини, забезпечуючи ключові переваги, такі як: зменшення потреби в енергії, менші капітальні витрати, підвищена пропускна здатність колони та краща продуктивність розділення. Окремий рух фаз також забезпечує більше ступенів свободи, що сприяє хорошему контролю процесу і проста експлуатація.

30. Розробка високопродуктивного віброекстрактора з протитечійною транспортувальною системою для переробки хмельової сировини

Елеонора Суперека, Вікторія Сапіга

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вивчення існуючих способів екстрагування та його апаратурного оформлення свідчить про їх низьку ефективність при переробці рослинної сировини з високим ступенем подрібнення. Тому для раціонального ведення процесу екстрагування доцільно застосовувати нетрадиційні способи в основі яких лежить створення турбулізуючих потоків.

Матеріали та методи. Публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень.

Результати. За результатами досліджень гідродинаміки та масообміну при віброекстрагуванні запропоновано конструкцію зразка апарата, який складається з вертикальної циліндричної колони, нижня частина якої з'єднана з вертикальною трубою, що закінчується завантажувальною лійкою. Для забезпечення рівномірної подачі хмелю із завантажувального пристрою в колону і для запобігання утворення не фільтруючого шару в завантажувальному пристрої необхідно встановити шнековий пристрій, котрий прискорить подачу хмельових шишок в колону. В середині колони розташований вібротранспортувальний пристрій, який складається з двох систем штоків з закріпленими на них поперечними переділками (тарілками). Штоки з'єднані з віброприводом за допомогою якого вони разом з тарілками здійснюють зустрічний зворотно-поступальний рух. Для видалення твердої фази у верхній частині закріплено лоток.

Основним вузлом вібротранспортувальної системи, що визначає продуктивність апарата, являється тарілка, яка являє собою диск, виготовлений з листової сталі з бортом висотою. Тарілка оснащена однаправленими елементами, які мають різний гідравлічний опір руху через них середовища у взаємно протилежних напрямках і розташованими таким чином, що гідравлічний опір руху середовища у бік вивантаження твердої фази менше, а також протилежно направленими ним аналогічними елементами, закритими фільтруючими випуклими сітками, встановленими на стороні меншого гідравлічного опору елементів. З боку більшого гідравлічного опору відкритих елементів встановлено патрубки, що можуть змінювати свою форму під дією потоків рідини при роботі апарата.

Протитечійне транспортування фаз відбувається наступним чином. При русі тарілки вниз суспензія витискається через відкриті транспортуючі елементи і потрапляє всередину гнучких патрубків, які набувають при цьому правильної встановленої форми і перепускають тверду фазу за їх межі. При виході з патрубка відбувається подальше розширення факела суспензії і тверді частинки рухаються за межі патрубка. При русі тарілки вверх гнучкий патрубок втрачає свою утворену висхідним потоком форму і зникається, створюючи гідравлічний опір перетоку твердої фази у зворотному напрямі.

Висновки. Розробка високопродуктивного віброекстрактора з протитечійною транспортувальною системою для переробки хмельової сировини є актуальною задачею в сфері харчової промисловості. Потрібно удосконалювати систему транспортування з урахуванням високої продуктивності, щоб забезпечити безперебійну роботу та зменшити втрати сировини.

31. Застосування кавітаційного механізму в процесах переробки насіння олійних і зернобобових культур

Богдан Целень¹, Георгій Іваницький², Любов Гоженко¹,
Наталія Радченко¹, Анна Недбайло¹

1 – Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Україна

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

Вступ. Виробництво якісних продуктів харчування є основним завданням харчової промисловості. Застосування фізичних механізмів у апаратах визначає інтенсивність процесів, якість продукції, ефективність виробництва.

Матеріали і методи. Об'єкти досліджень: насіння льону ціле та розмелене, екструдат бобів сої. Вміст сухих речовин визначено згідно ДСТУ 7804:2015, крохмалю – згідно ДСТУ 4953:2008, кислотність – згідно ГОСТ 10844-74, кількість білка – нефелометричним методом. Реологічні властивості сумішей досліджено за допомогою ротаційного віскозиметра «Реотест-2». Мікроструктуру зразків досліджено на світловому мікроскопі Axio Imager Z1m виробництва Carl Zeiss.

Результати. Дослідження впливу механізмів методу дискретно-імпульсного введення енергії на процеси переробки насіння олійних і зернобобових культур проведено паралельно в диспергаторах ударного та кавітаційного типу, розроблених в ІТТФ НАН України. Визначено гідромодуль 1:7, температуру оброблюваного середовища 30 °С. У якості екстрагенту використано воду. Для екструдату сої та розмеленого льону показники кількості виходу сухих речовин після обробки в диспергаторі кавітаційного типу вищі приблизно на 5,8 та 7,5 % відповідно у порівнянні з диспергатором ударного типу. Для цілого насіння льону цей показник вищий на 2 %. Вихід білка з розмеленого та цілого насіння льону після обробки у кавітаційному диспергаторі також вищий на 1,8 і 2 % відповідно і залежить від тривалості обробки, досягаючи максимального значення після 8 хв обробки. Проведені реологічні дослідження показали, що всі отримані суміші мають властивості неньютонівської рідини. Встановлено, що для екстракту цілого льону характерні властивості псевдопластичної рідини. Така ж реологічна властивість притаманна і обробленим сумішам розмеленого льону. Принципово інші реологічні властивості спостерігались у суміші екструдату бобів сої з цілим насінням льону, що вказало на характеристику бінгамовської в'язкопластичної рідини. При тривалості обробки 5, 10 та 15 хвилин кінцеве напруження дорівнює відповідно 5, 11 і 28 Па. Для всіх сумішей, досліджених в роботі, проявляється неньютонівський характер в'язкості більш чітко зі збільшенням тривалості обробки.

В результаті проведених досліджень напрацьовано дослідну партію лляного екстракту для збагачення рецептури хліба. З додаванням одержаного лляного екстракту за відповідно підбраною рецептурою у спеціалізованій лабораторії випечено хліб. Результати тестування випеченого продукту показали задовільну органолептичну оцінку якості. Технологія переробки насіння зернобобових і олійних культур потребує максимального збереження термолабільних біоактивних компонентів, що досягається при невисоких температурах в апаратах із застосуванням методу дискретно-імпульсного введення енергії.

Висновки. Максимально можливий вихід біологічно активних компонентів з дослідної сировини досягнуто при впливі кавітаційних ефектів. Одержані показники для насіння зернобобових і олійних культур мають вагоме практичне значення.

Section 16

Physical and mathematical principles of technological processes

Секція 16

Фізико-математичні основи технологічних процесів

16.1.

Physics

Chairperson – associate professor Svitlana Litvynchuk
Secretary – associate professor Mykhailo Lazarenko

16.1.

Фізика

Голова – доцент Світлана Літвинчук
Секретар – доцент Михайло Лазаренко

1. Застосування законів механіки у технологічних процесах харчових виробництв

Вікторія Ватуля, Софія Драка, Світлана Літвинчук, Володимир Носенко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вивчення основних законів механіки дозволяє глибоко зрозуміти сутність технологічних процесів харчових виробництв, надає можливість оптимізувати деякі з них та забезпечити підвищення якості готової продукції.

Матеріали і методи. У роботі розглянуто основні кінематичні, динамічні та енергетичні характеристики різних видів механічних рухів [1]. Наведено приклади використання деяких механічних пристроїв, які застосовуються у харчовій промисловості.

Результати. Аналізуючи технологічні процеси, пов'язані з *кінематичними характеристиками* рухомих харчових середовищ, необхідно добре розуміти такі поняття як шлях, швидкість, прискорення. Наприклад, на харчовому виробництві зазначеними фізичними величинами характеризується процес транспортування сировини та готових виробів на транспортерах, візках, машинах (особливо при розгляді обертального руху тіл). Такі поняття як кут повороту, кутова швидкість та кутове прискорення необхідні при розрахунку роботи електродвигунів, машин та апаратів харчової промисловості. Важливими є *динамічні характеристики*, що включають поняття маси тіла, густини, природи діючих сил, моменту інерції, моменту імпульсу, моменту сили. При виробництві продуктів харчування інженери-технологи повинні добре розумітися на даних поняттях. Це, наприклад, маса сировини та продуктів, густина тіста, молока, різних олій тощо. Під час виробництва харчових продуктів різні інгредієнти змішуються, перетворюючись у нові продукти (закон збереження маси вимагає, щоб маса всіх інгредієнтів, використаних у процесі, була рівною масі кінцевого продукту). При замішуванні тіста або розчинів, пакування, перемішування виробів тощо для характеристики різних технологічних машин використовуються поняття моменту сили (крутильний момент, момент на валу, гальмуючий момент). Принцип роботи всіляких центробіжних машин, сепараторів, гомогенізаторів пов'язаний із глибоким розумінням руху тіл в неінерціальних системах відліку. Ці пристрої застосовуються у цукровій промисловості (для центрифугування утфелів), у молочній (для знежирення молока з одночасним очищенням від забруднення), у борошномельно-круп'яній (для очищення борошна після помелу) тощо. Для розрахунків технологічних процесів та при оцінці ефективності роботи обладнання використовуються *енергетичні характеристики*, які включають поняття роботи, потужності, енергії, коефіцієнта корисної дії. При подрібненні харчових продуктів у дробилках та млинах (наприклад, подрібнення какао-бобів, кісток тощо) застосовуються закони збереження енергії та імпульсу.

Висновки. Таким чином, вивчення фундаментальних законів механіки та їх глибокий аналіз на прикладах роботи різного технологічного устаткування безумовно дасть можливість суттєво удосконалювати технологічні процеси.

Література

1. Фізика для харчових технологій (змістовий модуль 1. Фізичні основи механіки, молекулярної фізики та термодинаміки) [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навч. / С.І. Літвинчук, В.Є. Носенко, Г.І. Шатковська, І.В. Гуцало, В.В. Вишняк; за заг. ред. С.І. Літвинчук. – К.: НУХТ, 2021. – 245 с.

2. Роль знань з молекулярної фізики та термодинаміки в професії інженера-технолога харчового виробництва

Анна Волчаста, Микола Крижанівський, Вікторія Орендарчук,
Світлана Літвинчук, Вододимир Носенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Кожен інженер будь-якого профілю, зокрема харчового, має так оволодіти фізикою, щоб бути спроможним застосувати її досягнення у своїй безпосередній роботі за спеціальністю. Зокрема, знання з молекулярної фізики та термодинаміки мають ключове значення для інженера-технолога в галузі харчового виробництва.

Матеріали і методи. У роботі розглянуто параметри та характеристики технологічних процесів з точки зору знань основ молекулярної фізики та термодинаміки [1].

Результати. Термодинамічні параметри (температура, об'єм, тиск) є складовою частиною всіх технологічних режимів виробництва харчових продуктів. Зокрема, при сушінні овочів та фруктів, випіканні хліба та його сушінні на сухарі, визначенні часу готовності хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів, напоїв, м'ясо-молочних продуктів тощо температура є найважливішим параметром. Тиск пари визначає його тепловіддачу, тиск визначає і температуру кипіння води, розчинів. Існує залежність температури кипіння від тиску, яку застосовують у вакуум-апаратах, пастеризаторах, стерилізаторах тощо.

Поняття теплоємності та теплопровідності у харчовій промисловості використовуються при розрахунках температури виробів, напівфабрикатів, сумішей. Без поняття кількості теплоти не можна записати жодний тепловий баланс, необхідний при розрахунках технологічних процесів.

Оборотні та необоротні процеси також мають місце у харчовій промисловості при виробництві помадок, шоколадних та інших мас, при цьому їх структура руйнується, яка з часом відновлюється.

Обов'язково при кип'ятінні розчинів, наприклад цукрових, інженер-технолог має враховувати існування залежності між величиною кристала та температурою кристалізації. При виробництві карамелі відбувається перехід цукру із кристалічного стану в аморфний, а у аморфному стані (в залежності від температури) маса може бути рідкою, пластичною та твердою.

Для характеристики технологічних режимів виробництва та оцінки якості готової продукції використовують поняття відносної та рівноважної вологості. Відносна вологість є істотною характеристикою готових сухих продуктів та досить важливою у сушильних апаратах.

Висновки. Розуміння молекулярної фізики та термодинаміки допомагає інженерам-технологам у харчовому виробництві розробляти та вдосконалювати технології, контролювати якість продукції та забезпечувати ефективність виробничих процесів.

Література

1. Фізика для харчових технологій (змістовий модуль 1. Фізичні основи механіки, молекулярної фізики та термодинаміки) [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навч. / С.І. Літвинчук, В.С. Носенко, Г.І. Шатковська, І.В. Гуцало, В.В. Вишняк; за заг. ред. С.І. Літвинчук. – К.: НУХТ, 2021. – 245 с.

3. Застосування явищ перенесення у технологіях харчових виробництв

Арсеній Семишкурний, Ксенія Атаманська, Марія Литовченко,
Світлана Літвинчук, Вододимир Носенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Інженер-технолог харчового виробництва має володіти чималими знаннями. Це стосується і фізики для харчових технологій, зокрема, розумінню сутності явищ перенесення, оскільки вони впливають на багато аспектів виробництва та якості продуктів, а також відіграють важливу роль у цій професії [1].

Матеріали і методи. У роботі розглянуто явища перенесення (дифузію, теплопровідність та в'язкість), які застосовуються у технологіях харчових виробництв.

Результати. Явища перенесення лежать в основі майже усіх технологічних процесів будь-якої галузі харчової промисловості. Дифузія, теплопровідність та в'язкість описуються відповідними законами (Фіка, Ньютона і Фур'є) та застосовуються при розрахунках технологічних режимів обробки харчових продуктів. До цих законів входять відповідні коефіцієнти дифузії, теплопровідності та в'язкості. Тому існує залежність зазначених коефіцієнтів від відповідних параметрів, яка використовується для регулювання інтенсивності технологічних процесів, їх тривалості.

Явище дифузії відбувається, наприклад, при екстрагуванні хмелю під час його кип'ятіння у пивному суслі, при розчиненні цукру та інших речовин при виробництві соків, при внесенні харчових домішок у розчин. Розуміння явищ дифузії та масообміну також дозволяє інженерам-технологам удосконалювати процеси видалення вологи та неприємних ароматів з продуктів, оптимізувати процеси їх зберігання. Тобто знання про масоперенесення важливе при проектуванні та оптимізації процесів, пов'язаних із перемішуванням речовин під час виготовлення харчової продукції, для аерації тощо.

Закон теплопровідності використовують при розрахунках теплового балансу будь-якого технологічного процесу у відповідних установках. Без знання коефіцієнта теплопровідності стінок теплових установок неможливо підрахувати втрати і товщину теплоізоляції, і, в кінці-кінців, температуру виробів. Тобто розуміння явищ теплопередачі дозволяє інженерам-технологам ефективно проектувати та використовувати обладнання для нагріву, охолодження, пастеризації, стерилізації та інших процесів теплової обробки харчових продуктів.

В'язкість є основною характеристикою структурно-механічних властивостей різних харчових продуктів, розчинів, вологих матеріалів. Вона має суттєвий вплив на перебіг технологічних процесів (транспортування, дозування, формування тощо) та якість готових виробів. Всі такі продукти повинні мати стандартну в'язкість, на яку впливають зовнішні параметри, що можуть призвести до погіршення якісних показників.

Висновки. Знання про явища перенесення дозволяють інженерам-технологам оптимізувати процеси розподілу та змішування різних інгредієнтів, що використовуються у виробництві харчових продуктів.

Література

1. Фізика для харчових технологій (змістовий модуль 1. Фізичні основи механіки, молекулярної фізики та термодинаміки) [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навч. / С.І. Літвинчук, В.Є. Носенко, Г.І. Шатковська, І.В. Гуцало, В.В. Вишняк; за заг. ред. С.І. Літвинчук. – К.: НУХТ, 2021. – 245 с.

4. Використання оптичних методів у технологічних процесах харчових виробництв

Марія Страшинська, Іван Дюбакін, Світлана Літвинчук, Вододимир Носенко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оптичні методи є важливим інструментом у технологічних процесах харчових виробництв. Вони використовуються на етапі контролю якості сировини, при сортуванні, маркуванні та ідентифікації готових продуктів.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень стали харчові продукти (фрукти, овочі, яйця тощо). Для визначення їх якості використовували різні оптичні методи (інфрачервона, імпедансна спектроскопія, рентгенівська флуоресценція та інші).

Результати. Існує декілька способів використання оптичних методів у технологічних процесах харчових виробництв. Зокрема:

1) *Візуальний контроль якості продуктів* (для цього використовуватися оптичні методи, такі як відеокамери та системи візуального контролю, вони можуть автоматично виявляти дефекти та недоліки у продукції, наприклад, розтріскування шкаралупи яйця, пошкодження упаковки або етикеток на ній, неоднорідності у формі чи колірі продукту, а це дозволяє вчасно виявляти та видаляти неякісну продукцію).

2) *Сортування та відбірання продуктів* (оптичні сортувальні системи можуть автоматично відсіювати непридатні або дефектні продукти, такі як фрукти з пошкодженнями або овочі з відмітними ознаками пересихання, відсортовувати їх, забезпечуючи відповідність стандартам, за розміром, кольором, формою або іншими характеристиками. Наприклад, сортувальні системи, що працюють на основі оптики, можуть виокремлювати недозрілі кавуни).

3) *Вимірювання параметрів продуктів* (оптичні датчики можуть вимірювати різні параметри продуктів, такі як розмір, форма, вага, колір, яскравість, прозорість тощо. Ці дані можуть використовуватися для контролю процесу виробництва та підтримки стабільності якості продукції).

4) *Виявлення чужорідних об'єктів / контамінантів* (оптичні методи інфрачервоної спектроскопії або рентгенівської флуоресценції можуть використовуватися для виявлення чужорідних об'єктів у харчових продуктах, якими є металеві або скляні частки, фрагменти пакувального матеріалу, інші небажані предмети або хімічні забруднення. Це допомагає уникнути небажаних контамінантів у продуктах харчування та забезпечує безпеку споживачів).

5) *Вимірювання температури, вологості та хімічного складу продуктів* (оптичні термометри та вологоміри можуть використовуватися для безконтактного вимірювання температури та вологості продуктів, що дозволяє контролювати та регулювати умови зберігання та виробництва. А оптичні методи, наприклад, спектроскопія або імпедансна спектроскопія, можуть використовуватися для безконтактного контролю вмісту вологи та хімічного складу продуктів).

6) *Маркування та ідентифікація продуктів* (оптичні мітки, такі як QR-коди або штрих-коди, можуть використовуватися для маркування та ідентифікації харчових продуктів, що дозволяє відстежувати їхню історію виробництва та постачання, а також забезпечується зручність для споживачів при отриманні інформації про продукт).

Висновки. Загалом оптичні методи можуть значно покращити якість та ефективність технологічних процесів у харчовому виробництві, забезпечуючи високу точність контролю та підтримуючи високий рівень якості продукції.

5. Формування екологічної культури в процесі вивчення фізики

Дмитро Лаврега, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фізика (як природнича наука) грає важливу роль у формуванні екологічної культури, оскільки ця дисципліна дозволяє здобувачам освіти зрозуміти основні принципи та закони природи, які лежать в основі функціонування навколишнього середовища [1].

Матеріали і методи. Формування екологічної культури молоді в душі бережливого ставлення до природи повинно стати невід'ємним компонентом навчального процесу, бо розв'язати екологічні проблеми та зберегти природу для нащадків під силу тільки людям з високим рівнем екологічної культури і високим почуттям відповідальності за результати своєї діяльності в природі.

Результати. У багатьох місцях світу вплив людини на природу став настільки інтенсивним, що порушилась її динамічна рівновага. Науково-технічні досягнення поставили людство перед такими глобальними екологічними проблемами, як забруднення навколишнього середовища, повітряного басейну та океанів, виснаження природних ресурсів, зміна клімату і руйнування природних комплексів.

За сучасним визначенням «екологічне виховання – це система виховних заходів, спрямованих на формування у членів суспільства екологічної культури, гуманності науково обгрунтованого відношення до природи, як до вищої національної і загальнолюдської цінності» [2]. Кінцевою метою цього процесу повинно стати попередження необоротних змін у природі і збереження всієї різноманітності рослинного і тваринного світу. Показником високого рівня екологічної культури людини є її активна діяльність з охорони природи.

Передумовами формування екологічних і природоохоронних переконань є:

- здійснення пізнавальної діяльності щодо засвоєння екологічних знань на теоретичному рівні;
- особиста значимість навчального екологічного матеріалу;
- забезпечення в процесі засвоєння екологічних знань творчого рівня пізнавальної активності людей.

Визначення передумов формування екологічних переконань дає змогу розглянути можливості їх методичного забезпечення в процесі вивчення фізики. Аналіз виділених передумов свідчить про те, що дві з них пов'язані з навчальною діяльністю молоді і характером її організації, а третя – особиста значимість екологічного матеріалу – із змістом екологічної інформації.

Висновки. Формуванню екологічної культури в процесі вивчення фізики сприяють практичні та лабораторні заняття, а також навчальні конференції, круглі столи, дискусії, узагальнюючі семінари проблемного характеру.

Література

1. Фізика: курс лекцій для здобувачів освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 162, 101 освіт.-проф. програми "Біотехнології: фармацевтична, промислова, харчова, природоохоронна", "Екологія та екоменеджмент" ден. та заоч. форм навч. / М. В. Лазаренко, С. І. Літвинчук ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2020. – 328 с.
2. Теорія і практика екологічної освіти: навч. посіб. для студентів денної форми навчання, за напрямом підготовки: 101 «Екологія» / уклад.: М. М. Дяченко-Богун, В. В. Оніпко, В. І. Іщенко. – Полтава, 2019. – 85 с.

6. Вологість повітря та її вплив на живі організми

Анна Сонько, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вологість повітря – це важливий фактор навколишнього середовища, який впливає на всі живі організми (тобто на здоров'я та самопочуття людей, тварин і рослин) [1]. Підтримка оптимальної вологості повітря в приміщеннях та на робочих місцях може допомогти зберегти здоров'я і підвищити працездатність людей [2].

Матеріали і методи. Дана робота розглядає вологість повітря. Вона визначається кількістю водяної пари в повітрі і може варіюватися від 0% (абсолютно сухе повітря) до 100% (насичене повітря).

Результати. Розглянемо вплив вологості на живі організми та основні проблеми, пов'язані з нею:

- низька вологість уповільнює фотосинтез *рослин*, може призвести до засихання та їх загибелі, а висока вологість – це сприятливе середовище для загнивання коренів, розвитку грибкових захворювань;

- низька вологість призводить до втрати води у *тварин*, це спонукає зневоднення та порушення терморегуляції, а висока вологість ускладнює дихання й призводить до перегріву та знесилення тварин;

- низька вологість у *людини* викликає сухість шкіри, слизових оболонок, подразнення очей, дихальні проблеми, а висока вологість призводить до відчуття задиху, пітливості, виникає ризик теплового удару.

Важливо відмітити, що вплив вологості на живі організми може варіюватися залежно від виду, віку, стану здоров'я та інших факторів. Для людей оптимальна вологість повітря становить 40-60 %, для більшості рослин: 50-70 %, для тварин: залежить від виду, але зазвичай 50-70 %.

Підтримка оптимальної вологості повітря в приміщеннях та на робочих місцях може допомогти зберегти здоров'я, підвищити працездатність та створити комфортні умови для людського життя. Особливо у дітей та людей похилого віку, необхідно звертати увагу на ознаки зневоднення та перегріву, що можуть бути викликані недотриманням необхідної вологості приміщень. Для життєдіяльності тварин та рослин також варто створювати оптимальні умови існування й, зважаючи на їхні потреби, обов'язково підтримувати оптимальну вологість повітря. Для цього можна використовувати зволожувачі та осушувачі повітря, періодично провітрювати приміщення.

Висновки. Низька та висока вологість можуть негативно впливати на живі організми, тому її необхідно вчасно контролювати та дотримуватися оптимальних значень.

Література

1. Постоюк О., Лазаренко М. Вплив вологості на біологічні об'єкти// Матеріали 87 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 15–16 квітня 2021 р. – Київ: НУХТ. – Ч.2. – С. 131.
2. <https://consumerhm.gov.ua/956-mikroklimat-ta-jogo-vpliv-na-pratsezdtnist-lyudini#:~:text=Порушення%20меж%20теплового%20режиму%20приміщення,біль%2C%20зниження%20уваги%20та%20працездатності>

7. The use of microwaves in food technology

Oleksandr Tsiupryk, Maksym Bagliuk, Sofiia Polubenska,
Svitlana Litvynchuk, Nataliya Medvid'

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Microwaves are widely used in food technologies due to their potential for rapid, efficient and uniform heating of products. This leads to an intensification of technological processes.

Materials and methods. In this work, the research materials were various food products (fruits, vegetables, meat, canned foods, bread, cookies, crackers, juices, sauces) that were processed using microwaves.

Results and discussion. Microwave ovens are used for heating and baking various types of food products, such as bread, cookies, crackers, etc. This method can be fast and efficient, since microwaves penetrate deep into the product and heat it from the inside. Microwave heating promotes the processes of defrosting and blanching products [1]. Microwave technology can be used for sterilization and pasteurization of food products such as juices, sauces, canned foods, etc. It allows to reduce processing time and preserve more vitamins and nutrients compared to traditional methods. With the help of microwaves, it is also possible to obtain new types of food products with improved quality. Microwave processing of liquid and paste-like products allows to increase their shelf life, activate extraction processes [2]. Microwave drying is used to remove moisture from food products such as fruits, vegetables, meat, etc. In particular, experimental studies conducted at NUFT showed that microwave heating accelerates the drying of rapeseed and leads to a microstructure of the seed favorable for oil extraction. The parameters that determined the effect of microwaves on oil yield were: microwave power, pretreatment duration, and initial seed moisture content [3].

The practice of using microwave heating equipment has shown that the processing time of products is reduced tenfold compared to traditional methods; process cycle times are reduced 20-65 times; raw material mass losses are reduced from 3-10% to 0.5%; production floor space is saved 3-5 times; the volume and weight of industrial equipment is reduced 2-4 times; the maintenance staff is reduced by 20-25%; electricity costs are reduced by 25-50%, etc. [2].

Conclusions. Overall, the use of microwaves in food technology allows to increase productivity, ensure product quality and safety, as well as reduce energy and time costs.

References

1. The working principle of a microwave oven / Victoria Kavun, Mykhailo Lazarenko // 89 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April, 3-7, 2023. Book of abstract. Part 2. NUFT, Kyiv. – P. 167.
2. Microwave heating: food processing technologies / Yeva Sokol, Yevheniia Vlasyuk, Svitlana Litvynchuk // 89 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April, 3-7, 2023. Book of abstract. Part 2. NUFT, Kyiv. – P. 160.
3. Using of microwave pretreatment in oil seed processing / Kateryna Guluk, Iryna Sedova, Juliya Merculova, Tamara Nosenko, Svitlana Litvynchuk, Volodymyr Nosenko // 89 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April, 3-7, 2023. Book of abstract. Part 2. NUFT, Kyiv. – P. 156.

8. Characteristic of physical methods used for milk analysis

Maksym Kranin, Daria Pylypenko, Svitlana Litvynchuk, Volodymyr Nosenko
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The physical methods used to analyse milk, play a key role in the quality control of dairy products. Using this methods, different kinds of parameters can be determined (chemical composition, nutrient concentration).

Materials and methods. The research material is milk. Methods used for research: ultrasonic, electrical, optical (light), etc.

Results and discussion. Physical methods help determine various physical properties of milk like viscosity, surface tension, colloidal stability and allow measuring density, electrical conductivity, refractive index (which can be used to determine the concentration of solids in milk), etc. These parameters can indicate changes in milk quality or the presence of impurities.

Various methods are used for milk analysis. Let us look at the main ones.

Ultrasonic analysis method is based on measuring velocity of propagation of ultrasonic vibrations depending on the temperature and milk composition (mass fractions of fat and skimmed milk solids).

Electrical analysis methods are based on using dielcometric or conductometric measurement methods. With dielcometric method we determine dependence of the dielectric constant of milk on its fat content and the conductometric method takes into account the difference in electrical conductivity between fat and milk plasma.

The infrared (IR) spectroscopy is ground on the partial absorption of IR radiation by milk components at specific wavelengths. IR analysers for monitoring milk composition work in the range of 2500-12000 nm. Thus, the maximum absorption of fat is observed at 3500 and 5730 nm, protein - 6460 nm, lactose - 9600 nm, water - 4420 nm.

Spectrophotometric method is hinge on definition ratio of absorption values at 280 and 260 nm.

It allows determining the protein mass fraction in a fairly low range (up to 0.5 %). But because of high price of equipment and lack of standardised methods, it is rarely used in practice.

The refractometric method is found on determining the difference in the refractive index of a light beam after it passes through milk and the protein-free whey obtained from it under the same measurement conditions. The method is quite simple and takes no more than 30 minutes to determine the mass fraction of protein, but in comparison with arbitration method, the deviation in protein mass fraction can reach up to 0.4%.

The photometric method is based on the dependence of optical density on milk fat content, and it is important to meet certain requirements: light is scattered only by fat globules that are the same size or very small; the thickness of the milk layer being analysed and its temperature do not change.

The nephelometric method is ground on the dependence of the scattered light flux on the fat content of milk.

The fluorescence method is build on measuring the fluorescence intensity of the fat phase of milk when it is irradiated with light.

Conclusions. Physical methods help producers of dairy products to control milk quality and safety indicators on the different stages of production (from raw material supply to finished product packaging).

16.2.

Higher mathematics

Chairperson – professor Ivan Yuryk

Secretary – associate professor Oleksii Zinkevych

16.2.

Вища математика

Голова – професор Іван Юрик

Секретар – доцент Олексій Зінкевич

1. Можар Володимир Іванович перший завідувач кафедри вищої математики

Євгенія Кушніренко, Іван Юрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Можар Володимир Іванович народився 06.07.1901р. в с. Березівка Коростишівського району на Житомирщині в селянській заможній українській сім'ї. Тут він 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 Всеукраїнської Академії Наук (ВУАН) під керівництвом академіка М. Кравчука і М. Крилова. Вже тоді він займався вирішенням диференціальних інтегральних рівнянь теорії пружності, використовуючи в основному методи теорії функції комплексної змінної. Цій тематиці наукових досліджень були присвячені і подальші його роботи. Під час навчання в аспірантурі, він активно викладав на кафедрі вищої математики КПІ.

Маючи високу професійну математичну підготовку і досвід педагогічної роботи Володимир Іванович став організатором кафедри математики Київського інституту цукрової промисловості (тепер – НУХТ), в цьому йому допомагали талановиті математики ВУАН.

Під керівництвом В. І. Можара за період з 1930 по 1936 р. р. кафедра підготувала і видала посібники:

1. М. Кравчук, П. Касяненко, С. Кулик, В. Можар, О. Смогоржевський. Вища математика. Посібник для студентів і самоосвіти. У трьох частинах. К.: Вид-во ВУАН, 1934. – ч.1. – 407с.

2. М. Кравчук, В. Можар. Диференціальні рівняння та їх застосування в природознавстві й техніці. К.: Вид-во ВУАН, 1934. – 184с.

Це була перша математична література високого рівня видана українською мовою педагогами нашого навчального закладу. Публікація цих посібників стала визначною подією в українському математичному освітньому просторі.

В період 1934-35 рр. в Радянському Союзі почалася активна і жорстока битва з «українським націоналізмом» і вихід підготовленого курсу вищої математики для технологічних інститутів у двох томах було припинено. Така ж доля дісталася і II та III томам посібника М. Кравчука та ін. Написані посібники визнавались «націоналістичними» і піддавались нищівній критиці саме за українську термінологію і українську наукову мову.

В. І. Можар належав до інтелектуальної творчої еліти українського народу. Він вільно володів декількома іноземними мовами, в тому числі англійською, німецькою, французькою. Проте в стінах рідного інституту завжди відстоював велич мови свого народу, читав лекції з математики та доповіді українською мовою.

Володимир Іванович багато зробив для створення українського математичного словника. Всі наукові і методичні праці були надруковані рідною для нього мовою. 17.11.1935 йому була присуджена вчена ступінь кандидата фізико-математичних наук, а 23.02.1935р. у 33-х річному віці він був затверджений в званні професора по кафедрі математики.

Паралельно з фундаментальними дослідженнями і методичною роботою кафедра математики на чолі з Можаром В.І. плідно співпрацювала зі спеціалістами в галузі харчових технологій, про що свідчать видані в той час статті.

Володимир Іванович приділяв велику увагу науковій роботі студентів. На кафедрі математики була розроблена чітка концепція і детальна програма науково-дослідної роботи зі студентами.

Науково-методичну значущість, важливість та актуальність для того і, навіть, теперішнього часу доповіді професора Можара «Про наукову роботу студентів» важко переоцінити. «...Примітивізація науки, емпіризм, догматичність та рецептурність у викладанні знижують науково-педагогічний авторитет вищої школи...», - говорив професор Можар.

Всі, хто знали Можара В.І., відзначали, що він був блискучим лектором, талановитим педагогом, чуйним до людей і користувався великою повагою своїх колег і студентів.

В. І. Можар продовжував і далі плідно працювати над докторською дисертацією. За свідченням рідних в кінці квітня 1937р. він виїхав до Москви для доповіді своєї дисертаційної роботи на науковому семінарі.

27.11.1937р. був заарештований органами НКВС за несправедливим звинуваченням, як активний учасник націонал-фашистської терористичної організації. Через декілька днів був переданий до м. Києва. Відразу був проведений детальний обшук в його київській квартирі. Було знайдено 2 книги М. Хвильового, 2 книги Винниченка і інше. Саме ця література була використана як головний доказ причетності Володимира Івановича до ворожої організації.

Абсолютно всі звинувачення Володимир Іванович відхиляв, проте не приховував того, що просування українізації в його інституті було недостатнім і математику це не подобалося. Також він заявляв, що швидкість колективізації на селі дуже перебільшена. Одним з доказів його вини було приведення даних про членство та організацію товариства «Просвіта» в школах Житомира в 1917-18 роках.

На початку жовтня 1937 р. справу Можара В.І. було передано на розгляд трійки при Київському обласному управлінні НКВС, яка винесла йому вирок – розстріл. Вирок було виконано опівночі 9 листопада 1937 року.

Так, на злеті розквіту життєвих і творчих сил, на тридцять сьомому році життя обірвалася діяльність талановитого математика, визначного педагога, першого завідувача кафедри вищої математики професора Володимира Івановича Можара. Місце його могили на сьогоднішній день не відоме. 03.08.1956 року справу було переглянуто і Володимир Іванович був повністю реабілітований.

Багато добрих справ для студентів, для математиків, для вищої школи зробив професор В. І. Можар. Слава Богу, що прийшов час і все це втілюється в практику сьогоднішнього дня.

Сьогодні кафедра вищої математики НУХТ носить ім'я професора Можара Володимира Івановича, а студентам, які досягли значних успіхів в математиці, надається стипендія імені професора В.І. Можара.

Література.

1. Мартиненко М.А., Васянович В.Я. Творче надбання та укорочене життя професора В. І. Можара. Матеріали конференції 26–27 червня 2001 р., К.: УДУХТ, 2001. – с. 1–7.

2. Циганкова Г. А., Юрик І.І. Перший завідувач кафедри вищої математики професор В.І. Можар Матеріали Міжнародної конференції 21–22 червня 2018 р., К.: НУХТ, 2018. – с. 6–7.

2. Застосування формули Дюамеля до задач електротехніки і теорії автоматичного регулювання

Олекій Григорович, Іван Юрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Методи операційного числення дозволяють успішно розрахувати будь-які процеси в складних електричних колах при довільній зовнішній напрузі. Ці методи, які вперше запропонував О.Хевісайд, виявились настільки зручними для застосування, що в більшості курсів електротехніки і теорії автоматичного регулювання займають одне із центральних місць.

Матеріали і методи. Нехай до електричного кола, в яке послідовно включені самоіндукція L , опір R і ємність C з початковим струмом $i(0) = 0$ і зарядом $Q(0) = 0$, прикладена електрорушійна сила $e(t)$. Диференціальне рівняння для такого кола буде:

$$L \frac{di}{dt} + Ri + Q/C = e(t) \quad (1)$$

Оскільки $dQ/dt = i$, $Q(0) = 0$, то $Q = \int_0^t i dt$. Рівняння (1) приймає вигляд

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int_0^t i dt = e(t).$$

Нехай $i(t) \div I(p)$, $e(t) \div E(p)$, тоді рівняння кола в операторному виді буде

$$LpI(p) + RI(p) + (Cp)^{-1} I(p) = E(p).$$

Звідси

$$I(p) = E(p) / (R + Lp + (Cp)^{-1}).$$

$Z(p) = R + Lp + (Cp)^{-1}$ називається *операторним опором контура*.

Результати і обговорення. Тоді останню формулу можна записати у вигляді $I(p) = E(p)/Z(p)$, яке називається *операторною формулою закону Ома*.

Користуючись теоремою обернення, знаходимо $i(t)$.

Велику роль при розрахунку електричних кіл грає формула Дюамеля.

Нехай $e_1(t) = 1$. Тоді $E_1(p) = 1/p$ і $I_1(p) = 1/(pR + Lp^2 + C^{-1}) \div i_1(t)$.

Якщо в контур тепер включити довільну напругу $e(t)$, то за формулою

$$\text{Дюамеля } I(p) \div i(t) = \int_0^t i_1'(\tau) e(t - \tau) d\tau \text{ або } i(t) = e(0)i_1(t) + \int_0^t e'(\tau)i_1(t - \tau) d\tau.$$

Висновок. Таким чином, ми можемо розрахувати коло, не знаючи його параметрів, якщо тільки нам вдалось експериментально одержати струм $i_1(t)$, тобто реакцію кола на одиничну напругу.

Література

1. Мартиненко М.А., Юрик І.І. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення – К: Видавн. Дім «Слово» 2019. – 295 с. (перевидання)
2. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. –К. Либідь", 2017, - 656 с.

3. Анзаци і редукція нелінійних рівнянь реакції-дифузії

Вікторія Білоус, Тетяна Баранник

Полтавський національний педагогічний університет ім. В.Г. Короленка,
 Полтава, Україна

Вступ. Абсолютна більшість математичних моделей фізики, біології та інших природничих наук, а також економіки, фінансової математики тощо, формулюється з використанням диференціальних рівнянь. Тому невід'ємною складовою частиною згаданих наук є дослідження спеціальних класів диференціальних рівнянь і побудова їх точних розв'язків.

Матеріали та методи. Методи класичного групового аналізу і умовних симетрій дозволяють знаходити спеціальні підстановки (анзаци), що редукують досліджуване рівняння до більш простого вигляду, чи навіть знаходити явні розв'язки. Відзначимо, що умовно-симетрійний підхід включає в себе пошук розв'язків нелінійних визначальних рівнянь, які в багатьох випадках не простіші, ніж рівняння, симетрія яких досліджується. Тому в окремих випадках пошук анзаци є більш простою і ефективною процедурою, ніж пошук умовних симетрій.

Результати і обговорення. Процеси теплопровідності і реакції-дифузії описуються рівняннями вигляду

$$u_t - u_{xx} = f(u),$$

де $u = u(t, x)$, $u_t = \frac{\partial u}{\partial t}$, $u_{xx} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$. Важливими конкретними випадками цього рівняння є рівняння Фішера, Ньюела-Вайтхедта, Хакслі, Фітцхью-Нагумо.

Розглянемо рівняння теплопровідності зі степеневу нелінійністю

$$u_t - u_{xx} = -\lambda u^n, \quad \lambda = \frac{2(n+1)}{(n-1)^2}. \quad (1)$$

Для знаходження розв'язків рівняння (1) використаємо анзац [1]

$$u = \left(\frac{z_x}{z} \right)^{\frac{2}{n-1}} \quad (2)$$

Відзначимо, що рівняння (1) не є єдиним нелінійним рівнянням теплопровідності, яке може бути редуковане до трьох-лінійної форми за допомогою анзацу (2). Загальне рівняння типу Колмогорова-Петровського-Піскунова (КПП), яке допускає таку процедуру, має вигляд

$$(n-1)^2(u_t - u_{xx}) = -2(n+1)u^n + 2\lambda_1(n-1)u + 2\lambda_2(n-1)u^{\frac{n+1}{2}} + 2\lambda_3(n-1)u^{\frac{3-n}{2}} + 2\lambda_4(n-1)u^{2-n}, \quad (3)$$

де $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ — довільні сталі.

Підстановка (2) перетворює рівняння (3) в рівняння

$$z[(n-1)(z_x z_{xt} - z_x z_{xxx} - \lambda_3 z z_x - \lambda_4 z^2) + (n-3)z_{xx}^2] = z_x^2[(n-1)(z_t + \lambda_1 z + \lambda_2 z_x) - (n+3)z_{xx}]. \quad (4)$$

Висновки. Підстановку (2) можна використати для досить широкого класу рівнянь (3). Редукція рівняння (4) досягається, якщо прирівняти до нуля обидві частини рівняння. В результаті ми отримуємо систему рівнянь, одне з яких лінійне, а друге — звичайне диференціальне рівняння. Деякі точні розв'язки рівняння (4) знайдено в роботі [1].

Література

1. Nikitin A.G., Barannyk T.A. (2004), Solitary wave and other solutions for nonlinear heat equations, *Central European Journal of Mathematic*, 2(5), pp. 840-858.

4. Елементи теорії множин в реляційних базах даних SQL

Олександр Прохоренко, Павло Коляденко, Юлія Васютинська
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Питання отримання відфільтрованої інформації в базах даних SQL є одним з актуальних на сучасному етапі розвитку інформаційних технологій.

Матеріали і методи. Дослідимо використання логічних операторів теорії множин, які є в SQL для отримання необхідних даних з таблиць.

Результати і обговорення. З точки зору теорії множин, можна розглядати кожну таблицю в SQL (рис.1) як множину, що складається з певних кортежів. Технічно результатом кожного запиту є нова таблиця, і ми опрацюватимемо її так само, як і звичайну таблицю.

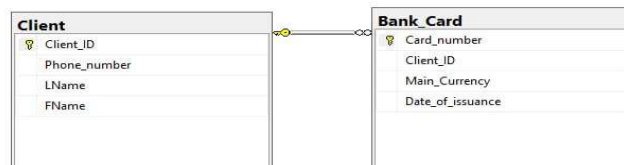


Рис. 1. Таблиці як множини

У SQL є 3 важливі оператори – UNION (оператор OR, об'єднання), INTERSECT (оператор AND, перетин) і EXCEPT (оператор $\setminus$, різниця, крім). Вони повертають результат, який можна пов'язати з дією операторів із теорії множин.

Для прикладу, використаємо таблицю Bank_Card (рис. 2), яка містить інформацію про номери банківських карток, назву валюти, унікальний номер власника і відфільтруємо дані за допомогою оператора OR за критерієм наявності заощаджень в валюті EUR та USD. Результат запиту показано на рис.3.

Select * from Bank_Card

Card_number	Client_ID	Main_Currency	Date_of_issuance
4149987609568765	2	EUR	2019-07-19
414998765677632	2	UAH	2016-05-10
4149987656764321	5	EUR	2019-03-20
5168432123456786	4	USD	2018-12-30
5168755632247654	3	UAH	2020-01-12
5168765990871234	40	USD	2020-01-09
5168765990871432	47	EUR	2015-10-04
5168765990871442	48	USD	2016-11-05
5168765990875690	37	USD	2020-01-03
5168798767899875	1	USD	2018-03-21
51689876654321557	6	UAH	2018-04-21

Рис. 2. Таблиця Bank_Card

select * from Bank_Card where Main_Currency='EUR' or Main_Currency='USD';

Card_number	Client_ID	Main_Currency	Date_of_issuance
4149987609568765	2	EUR	2019-07-19
4149987656764321	5	EUR	2019-03-20
5168432123456786	4	USD	2018-12-30
5168765990871234	40	USD	2020-01-09
5168765990871432	47	EUR	2015-10-04
5168765990871442	48	USD	2016-11-05
5168765990875690	37	USD	2020-01-03
5168798767899875	1	USD	2018-03-21

Рис. 3. Результат використання оператора OR

Висновки. Отже, логічні оператори в SQL є важливим інструментом для створення ефективних та точних запитів до баз даних, дозволяючи зручно фільтрувати та вибирати необхідні дані для подальшого аналізу та обробки.

Література.

1. Сайт для вивчення SQL, Теорія множин в SQL: веб-сайт. URL: <https://www.sqlshack.com/learn-sql-set-theory/> (дата звернення: 27.02.2024).

5. Реклама – рушійна сила торгівлі

Богдан Тимошенко, Юлія Васютинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нехай підприємство реалізує продукцію на ринку. Про дану продукцію в момент часу t з числа потенційних покупців N знає лише x покупців. Для прискорення та збільшення збуту продукції було використано різні види реклами.

Матеріали і методи. Після реклами можна припустити, що швидкість зміни кількості покупців пропорційна, як кількості покупців, які знають про товар, так і кількості покупців, які про нього ще не знають.

Складемо диференціальне рівняння для кількості покупців. Які знають про товар, що з'явився на ринку за умови, що час відраховується з моменту виходу реклами, коли про товар дізналося N/g ($g > 1$) покупців.

Результати і обговорення. Використовуючи механічний зміст похідної швидкість зміни кількості покупців $x(t)$, які знають про товар, дорівнює $\frac{dx}{dt}$.

За умовою задачі складемо диференціальне рівняння

$$\frac{dx}{dt} = kx(N - x),$$

звідки $\frac{dx}{x(N - x)} = kdt$, де k - коефіцієнт пропорційності.

Отримали диференціальне рівняння з відокремленими змінними, що має розв'язки

$$\frac{1}{N} \ln \frac{x}{N - x} = kt + C, \text{ звідки } x = \frac{N}{1 + \alpha e^{-Nkt}}.$$

В результаті розв'язком диференціального рівняння є функція, що визначає рівняння логістичної кривої, в якій $\alpha = \frac{1}{A}$, $A = e^{C_1}$, $C_1 = NC$, C довільна змінна.

Використавши додаткову умову (початкові умови), можна знайти довільну сталу C

$$C = \frac{1}{N} \ln \frac{g}{g - 1}.$$

Висновки. Аналізуючи розв'язок диференціального рівняння можна визначити, що кількість покупців, які знають про товар, не може рости до нескінченності, а має певну межу насичення, вище якої піднятися не можна. Тобто на певному етапі збільшення реклами не приводить до збільшення кількості покупців. Така ситуація є свідченням про те, що підприємство має зберегти свої позиції на ринку і планувати нові товари.

Література.

1. Акулов М.Г., Тютюніков І.Є., Куперштейн Л.М., Ткаченко М.І. Моделювання економічної динаміки / Навч. посібник. Під ред. М.Г. Акулова – Вінниця.: ВФЕУ, 2017. — 310 с.
2. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник / За ред. О. Т. Івашука. – Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. – 704 с.

6. Математична модель хімічної реакції в гомогенній системі

Злата Гарницька, Олексій Зінкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із основних законів теорії швидкостей хімічних реакцій є закон діючих мас, згідно з яким *швидкість хімічної реакції при сталій температурі пропорційна добутку концентрацій речовин, що беруть участь в даній час у реакції*. Швидкість, з якою утворюється нова речовина, називається *швидкістю реакції*.

Матеріали і методи. Для гомогенних (однорідних) процесів, які здійснюються без зміни об'єму, швидкість хімічної реакції визначається як зміна концентрацій реагуючих речовин чи продуктів реакції за одиницю часу. Концентрація речовин у процесі реакції весь час змінюється, а це впливає на її швидкість, тому слід розглядати миттєву швидкість реакції, тобто швидкість у даний момент часу. Для гомогенних реакцій – це похідна концентрації за часом.

Результати і обговорення. Розглянемо задачу. Дві рідких хімічних речовини A і B , об'ємом a і b літрів відповідно в процесі хімічної реакції утворюють нову рідку хімічну речовину C . Вважаючи, що температура в процесі реакції не змінюється, а також (як приклад) що із кожних двох об'ємів речовини A і одного об'єму речовини B утворюється три об'єми речовини C . Визначити кількість речовини C в довільний момент часу t , якщо за час t_0 годин її утвориться c л.

Розв'язання. Позначимо через $x(t)$ – об'єм речовини C , що утворився на момент часу t . Із умови задачі випливає, що до моменту часу t в хімічну реакцію вступило $(2/3)x$ і $(1/3)x$ відповідно літри речовин A і B . Тоді на момент часу t залишилось $a - (2/3)x$ літрів A і $b - (1/3)x$ літрів B . Відповідно до закону діючих мас приходимо до диференційного рівняння $dx/dt = K(a - (2/3)x)(b - (1/3)x)$ або $dx/dt = k(3a - 2x)(3b - x)$ при заданих умовах $x(0) = 0$, $x(t_0) = c$, де $k = 2K/9$.

Інтегруємо рівняння, маємо $(3b - x)/((3/2)a - x) = e^{(3/2)(2b-a)kt + D}$, де $D \in \mathbb{R}$. Із початкової умови $x(0) = 0$ маємо $D = \ln(2b/a)$. Отже,

$$(3b - x)/((3/2)a - x) = (2b/a)e^{(3/2)(2b-a)kt}.$$

Оскільки $x(t_0) = c$, знаходимо

$$k = (2/(3(2b - a)t_0)) \ln((3b - c)/(2(3a - 2c))).$$

$$\text{Отже, } (3b - x)/((3/2)a - x) = (2b/a)((3b - c)/(2(3a - 2c)))^{t/t_0} \quad \text{або}$$

$$x(t) = \left(6a((3b - c)/(2(3a - 2c)))^{t/t_0} - 3b \right) / \left(4((3b - c)/(2(3a - 2c)))^{t/t_0} - 1 \right).$$

Висновки. Змінна $x(t)$ перетворюється в нескінченність при $4((3b - c)/(2(3a - 2c)))^{t/t_0} = 1$, $t = t_0 \log_{(3b-c)/(2(3a-2c))}(1/4)$.

При $(3b - c)/(2(3a - 2c)) > 1$, $t < 0$. Процес хімічної реакції розглядається лише при $t \geq 0$. Отже, $0 < (3b - c)/(2(3a - 2c)) < 1$.

7. Логарифмічний метод розв'язання лінійних диференціальних рівнянь першого порядку

Діана Сміян, Олексій Зінкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При дослідженні різноманітних процесів та явищ, що містять елементи руху, часто користуються математичними моделями у вигляді лінійних диференціальних рівнянь. Тому актуальним до розгляду методи їх розв'язання. Одним із способів розв'язання лінійних а також рівняння Бернуллі є логарифмічний метод.

Матеріали і методи. Суть логарифмічного методу полягає в використанні властивостей логарифмів і властивості додавання похідних.

Результати і обговорення. Розглянемо метод на прикладі лінійного рівняння

$$y' + p(x)y = q(x).$$

Його можна перетворити до вигляду:

$$y'/y + p(x) = q(x)/y, \quad y'/y + \left(\int p(x)dx\right)' = q(x)/y, \quad (\ln y)' + \left(\ln e^{\int p(x)dx}\right)' = q(x)/y,$$

$$\left(\ln\left(ye^{\int p(x)dx}\right)\right)' = q(x)/y, \quad \left(ye^{\int p(x)dx}\right)' / ye^{\int p(x)dx} = q(x)/y,$$

$$\left(ye^{\int p(x)dx}\right)' = q(x)e^{\int p(x)dx}, \quad \int \left(ye^{\int p(x)dx}\right)' dx = \int q(x)e^{\int p(x)dx} dx,$$

$$ye^{\int p(x)dx} = \int q(x)e^{\int p(x)dx} dx + C.$$

Отже, $y = e^{-\int p(x)dx} \left(\int q(x)e^{\int p(x)dx} dx + C\right)$, $C \in R$ – загальний розв'язок рівняння.

Приклад. Розв'язати рівняння $y' + y \operatorname{tg} x = \cos x$.

Розв'язання. Виконаємо аналогічні перетворення.

$$y'/y + \operatorname{tg} x = \cos x / y, \quad y'/y + \left(\int \operatorname{tg} x dx\right)' = \cos x / y, \quad (\ln y)' + \left(\ln e^{\int \operatorname{tg} x dx}\right)' = \cos x / y,$$

$$\left(\ln\left(ye^{\int \operatorname{tg} x dx}\right)\right)' = \cos x / y. \quad \text{В подальшому використаємо } e^{\int \operatorname{tg} x dx} = e^{-\ln(\cos x)} = 1/\cos x.$$

$$\left(\ln(y/\cos x)\right)' = \cos x / y, \quad (y/\cos x)' / (y/\cos x) = \cos x / y,$$

$$\left((y/\cos x)\right)' = (y/\cos x)(\cos x / y),$$

$$\left((y/\cos x)\right)' = 1, \quad \int \left((y/\cos x)\right)' dx = \int dx, \quad (y/\cos x) = x + C.$$

Отже, $y = (x + C)\cos x$, $C \in R$ – загальний розв'язок рівняння.

Висновки. Аналогічно можна знайти розв'язок рівняння Бернуллі

$$y' + p(x)y = q(x)y^\alpha, \quad \text{де } \alpha \in R, \alpha \neq 0, \alpha \neq 1.$$

На етапі розв'язування необхідно зробити заміну $z = ye^{\int p(x)dx}$ і використати

$$z' = \left(z^{(1-\alpha)}\right)' / \left((1-\alpha)z^{-\alpha}\right).$$

По іншому рівняння Бернуллі можна спочатку звести до лінійного і в подальшому скористатися зазначеним методом.

8. Застосування диференціальних рівнянь для визначення концентрації вуглекислого газу в приміщенні

Іван Дюбакін, Володимир Листопад

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Математичний опис технологічних процесів часто приводить до рівнянь, що зв'язують незалежні змінні, шукану функцію і похідні або диференціали цієї функції. Мета дослідження – показати застосування математичних моделей для вирішення технологічних проблем.

Матеріали та методи. У лабораторії, об'єм приміщення якої 100 м³, встановлено 2 вентилятори, кожний з яких подає за хвилину 5 м³ чистого повітря, що містить 0,01 % вуглекислого газу. Початкова місткість вуглекислого газу у приміщенні 0,2%. Визначити місткість вуглекислого газу в 1м³ після двогодинної роботи 4 лабораторних установок, кожна з яких виділяє за хвилину 0,25м³ повітря з 5% вуглекислого газу.

Результати і обговорення. Нехай місткість вуглекислого газу в 1м³ повітря в момент часу t (хв) становить $x(t)$. Середня швидкість зміни концентрації дорівнює відношенню приросту dx вуглекислого газу до відповідного приросту часу dt . Зрозуміло, що dx визначається вуглекислим газом:

$$1) \text{ яка виділяється від лабораторних установок } - \frac{0,25 \cdot 4 \cdot 0,05}{100} \Delta t = \frac{0,05}{100} \Delta t$$

$$2) \text{ що вводиться вентиляторами на кожний кубометр } - \frac{2 \cdot 5 \cdot 0,0001}{100} \Delta t = \frac{0,001}{100} \Delta t$$

$$3) \text{ яка виводиться завдяки роботі вентиляторів } - \frac{2 \cdot 5 \cdot x \cdot \Delta t}{100} = \frac{10x}{100} \Delta t$$

$$\text{Тоді } \Delta x = \frac{0,5 + 0,01 - 10}{100} \Delta t \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0,00051x - 0,1x$$

Перейшовши до границі в останній рівності за умови, $\Delta t \rightarrow 0$, отримаємо

$$\frac{dx}{dt} = x'(t) = 0,00051 - 0,1x \Leftrightarrow x' + 0,1x = 0,00051$$

Маємо лінійне диференціальне рівняння. Використовуючи підстановку $x = uv$, $x' = u'v + v'u$ та позначення $p = 0,1$ і $q = 0,00051$, знаходимо:

$$u'v + v'u + puv = q \Leftrightarrow u'v + u(v' + pv) = q. \text{ Покладемо } v' + pv = 0 \Rightarrow v = e^{-pt}.$$

$$\text{Тоді } u'e^{-p} = q \Rightarrow \frac{du}{dt} = e^{pt}q \Rightarrow du = e^{pt}qdt \Rightarrow u = \frac{q}{p}e^{pt} + C, x = \left(\frac{q}{p}e^{pt} + C\right)e^{-pt}$$

$$C)e^{-pt} = \frac{q}{p} + Ce^{-pt} = 0,0051 + Ce^{-0,1t}$$

Визначимо сталу C . Згідно з умовою задачі, $x = 0,002$, коли $t = 0$. Тому $0,002 = 0,0051 + C \Leftrightarrow C = -0,0031$. Тоді $x = 0,0051 - 0,0031e^{-0,1t}$. Якщо $t = 2$ год = 120 хв, то $x \approx 0,0051$, тобто $x \approx 0,5\%$, оскільки другий доданок дуже малий.

$$\text{Отже, кількість вуглекислого газу в } 1 \text{ м}^3 \text{ (концентрація) збільшиться в } \frac{0,0051}{0,002} =$$

$2,55 \approx 2,6$ і в подальшому практично не змінюватиметься завдяки роботі вентиляторів.

Висновки. На основі запропонованої математичної моделі можна побудувати модель для визначення кількості вентиляторів та їх оптимального часу роботи для досягнення безпечного рівня вуглекислого газу у різних приміщеннях (виробничих, навчальних тощо).

9. Застосування диференціальних рівнянь в теорії коливань

Марія Старшинська, Володимир Листопад

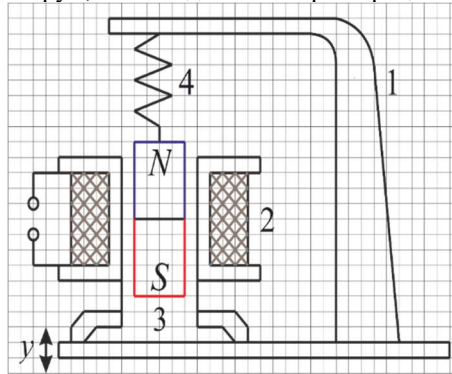
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Володимир Шоха

ВСП «Фаховий коледж мистецтв та дизайну КНУТД», Київ, Україна

Вступ. На рисунку зображено схему вібрографа – приладу для реєстрації коливань.

Матеріали і методи. На жорсткій станині 1 приладу закріплена котушка 2, осердям якої є магніт 3, підвішений на пружині 4. При русі магніту всередині котушки в ній виникає електричний струм, який подається на реєстраційний прилад.



Вважаючи, що магніт 3 має масу m , а пружина 4 – жорсткість k , скласти диференціальне рівняння руху магніту та визначити, за якої умови викривлення запису коливання будуть мінімальними (прилад записує вертикальні коливання основи, які відбуваються за законом $y = y_0 \sin \omega t$).

Результати і обговорення. При русі станини вібрографа за законом $y = y_0 \sin \omega t$ магніт здійснює коливання, які описуються диференціальним рівнянням $my_1'' = -k(y_1 - y)$ (1), де y і y_1 – переміщення верхнього та нижнього кінців пружини; різниця $y_1 - y$ – величина розтягу пружини, або величина зміщення магніту відносно котушки. Позначимо $z = y_1 - y$ (2), тоді $y_1'' = z'' + y'' = z'' - y_0 \omega^2 \sin \omega t$ (3). Підставляючи в рівняння (3) значення y із рівняння (1) та враховуючи (2), отримаємо диференціальне рівняння малих вимушених коливань $z'' + p_0^2 z = y_0 \omega^2 \sin \omega t$, де $p_0^2 = k/m$.

Розв'язок отриманого рівняння має вигляд $z = \frac{y_0}{p_0^2/\omega^2 - 1} \sin \omega t$.

Висновки. Найменші викривлення коливань, очевидно, відбуваються при умові $p_0^2 \ll \omega^2$. Тоді $z \approx -y_0 \sin \omega t$. Знак «мінус» показує, що коливання магніту відносно коливань станини протилежні по фазі, тобто магніт в цьому випадку залишається нерухомим в просторі.

10. Аналіз харчової добавки аспартаму у продуктах харчування

Остап Мазур¹, Олег Мазур²

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

2 — Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Підготовлені розчини для визначення кількості аспартаму в харчових продуктах та аналіз концентрації аспартаму в продуктах.

Матеріали та методи. Для дослідження нам знадобився спектрофотометр, для визначення довжини хвилі УФ, колонка з нержавіючої сталі, розчини і консерванти, які змішуватимуться з аспартамом.

Результати та обговорення. До підсолоджувачів відносять харчові добавки, які використовуються з метою надання солодкого смаку продуктам харчування. Вони бувають натуральні й синтетичні. Синтетичні підсолоджувачі представлені аспартамом (Е 951). Аспартам як підсолоджуюча речовина не викликає побічних дій, але у зв'язку з вмістом фенілаланіну він протипоказаний хворим на фенілкетонурію. Встановлена ФАО/ВООЗ для аспартаму величина допустимого добового споживання складає 40 мг/кг маси тіла. Ідентифікація й кількісне визначення замінника цукру здійснювалося також методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ).

Визначення аспартама. Умови ВЕРХ: Колонка з нержавіючої сталі, довжина – 150 мм, діаметр – 4,6 мм. Нерухома фаза (сорбент) – кромасил 100 С18, подрібнення – 5 мкм. Рухома фаза: 5,6 г фосфорнокислого калію однозаміщеного безводного (KH_2PO_4) розчиняють в 820 см³ бідистильованої води, доводять рН до 4,3 додаванням фосфорної кислоти, після чого додають 180 дм³ ацетонітрилу. Суміш дегазують на роторному випарнику. Стандарт аспартаму концентрацією – 1 мг/см³. Швидкість потоку – 0,8 см³/хв.

Детектування. Спектрофотометр, довжина хвилі УФ 255 нм, шкала 0,5 AUFS. Перед роботою нову колонку необхідно перевести на зворотньофазний режим роботи. Для цього колонку промивають 40 см³ ізопропанолу, потім 80 см³ деіонізованої води, після чого врівноважують колонку рухомою фазою до стабільної нульової лінії. Час утримання аспартаму – $6,2 \pm 0,05$ хв. Обробка хроматографічних даних за програмою Мультихром для Windows версія 1.39. Стандартний зразок і випробовувану пробу хроматографують не менш трьох разів. Відносна похибка методики $\pm 5\%$.

Висновок. Головним критерієм використання харчових добавок повинна бути їх безпечність, і навіть при тривалому зберіганні та споживанні вони не повинні загрожувати здоров'ю людини. Харчові добавки повинні застосовуватися в мінімальних кількостях, достатніх для досягнення бажаного ефекту, але не вищих за встановлені МДР.

Література.

1. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технології харчових виробництв: навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с.

2. Дубініна А.А., Малюк Л.П., Селютіна Г.А., Шапорова Т.М., Кононенко Л.В., Науменко В.А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення. – К.: ВД "Професіонал", 2007. – 384 с.

3. Пономарьов П.Х., Сирохман І.В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини. Навчальний посібник. – К.: Лібра, 1999. – 272 с.

11. Розв'язок задачі за допомогою графів

Анна Котвицька, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Графи - це сукупність вершин між якими є зв'язки, такі як дуги або ребра. Графи використовуються в різних галузях, наприклад в математиці, інформатиці, біології, хімії, археології.

Матеріали та методи. За допомогою граф можна з легкістю розв'язати деякі задачі, розв'язання яких без використання граф зайняло б немало часу.

Результати і обговорення. Давайте розглянемо типову задачу і спробуємо її розв'язати. Задача: Є група людей з 10 чоловік. Чи може бути так, що одна людина дружить із 9 людьми, ще одна із вісьмома людьми, одна із сімома, дві людини із чотирьома, три людини із трьома, одна із двома і одна лише із однією людиною? Розв'язання: Якщо не використовувати графи, то нам знадобиться трохи часу для того, щоб наприклад розписати всіх людей, припустити хто з ким може дружити і в кінці кінців вияснити, чи може таке бути чи ні. Але за допомогою граф ми з легкістю можемо швидко це зробити. Для цього ми беремо 10 точок і розташовуємо для зручності по колу. Таким чином ми бачимо що відповідь до задачі буде позитивна –

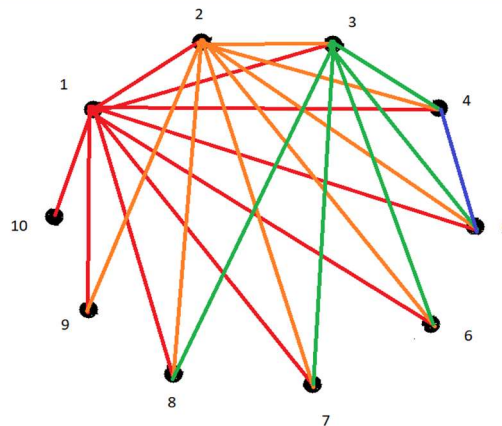


Рис. 1 — Приклад графу на 10 вершин

таке може бути. Для перевірки ми можемо взяти будь яку точку (людину) і прослідкувати скільки від неї виходить ліній, ми бачимо що з однієї точки виходить 9 ліній, з другої точки виходить 8 ліній, з третьої 7, з 4 і 5 виходить по 4 лінії, з 6 7 8 виходить по 3 лінії, з 9 виходить дві лінії і з 10 точки виходить одна лінія. Це повністю відповідає нашій умові задачі. Кожна точка це людина. І з'єднуємо послідовно відповідно до умови задачі.

Висновок. Отже, графи мають важливе значення в нашому житті, в будь-якій сфері діяльності.

Література.

1. Lowell W. Beineke, Characterizations of Derived Graphs, Journal of Combinatorial Theory, 9 (1970), 129–135.
2. P. Erdos, C. Ko, R. Rado, Intersection theorems for systems of finite sets, Quarterly Journal of Mathematics Oxford Ser. II 12 (1961) 313–318.

12. Графи в нашому житті

Юлія Кошельник, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метод графів є дуже часто використовується у сучасному житті. Графи є корисними тому, що є зручними. Зазвичай їх використовують у математиці, біології, фізиці, хімії, медицині, мистецтві, спорті, техніці, транспорті і тд.

Матеріали та методи. Кожен з видів граф має своє призначення у різних галузях.

Видів графів є 4, і між собою вони різні за особливостями. Тому певна можливість роботи з кожним з них, підходить для виконання тих чи інших функцій у тій чи іншій галузі.

Результати і обговорення. З орієнтовними графами можна працювати в сфері програмування або, навіть, у вивченні історії. У роботі з системами використання орієнтовного графа дозволяє більш ефективно моделювати, аналізувати та оптимізувати їхнє функціонування, зменшуючи неоднозначність та сприяючи використанню спеціалізованих алгоритмів. В історії орієнтований граф використовують для створення родового дерева, бо цей вид граф дозволяє більш точно відображати спадковість та взаємовідносини.

Мультиграфи найбільше використовуються в транспортних та соціальних мережах. Мультиграфи є корисним інструментом для моделювання складних систем, де існують багатоваріантні зв'язки між об'єктами. Тому у роботі з транспортними та соціальними мережами вони стануть у нагоді, оскільки може існувати декілька маршрутів між двома пунктами, так само, як і в соціальних мережах, між користувачами можуть бути різні зв'язки, такі як: друзі, родина або співробітники.

Прості графи застосовують в інженерії та різних галузях науки. Прості графи відіграють важливу роль в інженерії та науці завдяки своїй простоті, ефективності та зрозумілості, що робить їх корисним інструментом для моделювання та аналізу різних систем та процесів.

Висновок. Граф – це засіб, який на практичному рівні впроваджується та використовується у багатьох сферах життя. У кожного графа є своя особливість та певне призначення залежно від поставленої задачі

Література. 1. Андерсон Д.А. Дискретная математика и комбинаторика. М.: Вильямс, 2003.- 960 с

2. Бондаренко М.Ф., Білоус Н.В., Руткас А.Г. Комп'ютерна дискретна математика: Підручник. - Харків, 2004. - 480 с.

3. Kenneth H. Rosen Discrete Mathematics and Its Applications 2002 by McGrawHill Science, 928 p.

4. О. Оре. Теория графов. М.: Наука, 1980, 336 с.

5. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978, - 432 с.

13. Застосування множин у різних дисциплінах

Надія Тимошенко, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Множина — одне з найважливіших понять сучасної математики, і не тільки. Поняття множини введено аксіоматично як сукупність певних об'єктів довільної природи, і тому множину не можна означити застосовуючи інші означені поняття.

Матеріали та методи. Розглянемо тему використання множин у таких дисциплінах як: математика, комп'ютерні науки, економіка та фінанси, біологія та медицина, лінгвістика та мовознавство, управління ресурсами та оптимізація процесів, психологія та соціологія, педагогіка.

Результати і обговорення. Математика: Множини використовуються для вивчення та моделювання різноманітних математичних об'єктів, таких як числа, геометричні фігури, функції тощо. За допомогою множин вирішуються багато завдань у логіці, теорії ймовірності, комбінаториці тощо.

Комп'ютерні науки: Вони використовуються для пошуку, сортування, фільтрації та обробки даних в програмах. У мовах програмування існують спеціальні типи даних для представлення множин та вбудовані функції для роботи з ними. Множини використовують для зберігання унікальних елементів у великому обсязі даних для швидкого пошуку та виключення дублікатів.

Економіка та фінанси: Множини використовуються для класифікації товарів, клієнтів, фінансових інструментів тощо. Вони допомагають аналізувати ринкові тенденції, прогнозувати попит та пропозицію, оцінювати ризики та робити інвестиційні рішення.

Біологія та медицина: В генетиці для класифікації генетичних груп та аналізу взаємодії генів. У медичних дослідженнях для класифікації пацієнтів за різними характеристиками та симптомами.

Лінгвістика та мовознавство: Вони допомагають вивчати мовні групи, діалекти, мовні структури та їх взаємодію. Множини використовуються для класифікації лінгвістичних одиниць, таких як слова, фрази.

Управління ресурсами та оптимізація процесів: У логістиці для оптимізації маршрутів та розподілу ресурсів. У виробництві для планування виробничих потоків та розподілу робочої сили.

Психологія та соціологія: Множини використовуються для класифікації та категоризації різних груп людей, характеристик, явищ та процесів. Вони допомагають вивчати соціальні та психологічні зв'язки, розвиток та динаміку соціальних груп, менталітетів тощо.

Педагогіка: У психології для дослідження розвитку та виховання дітей за різними методиками та підходами.

Висновок. Множини це універсальне поняття, широко застосоване у різних галузях, без яких не обійтися в теорії і на практиці. Особливо множини застосовуються в математиці, де множини є одним з найважливіших математичних узагальнень.

Література. 1. Tymchyshyn R., Volkov O., Gospodarchuk O., Bogachuk Yu. Modern Approaches to Computer Vision. Control systems and computers. 2018. № 6. P. 46-73.
2. Kohonen T. Self-Organizing Maps, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2001.

14. Приклад задачі з використанням графів

Ярослав Гуров, Дмитро Мироненко, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним з найпопулярніших інструментів для дослідження є теорія графів. Графи дозволяють нам моделювати та аналізувати різноманітні структури, включаючи соціальні мережі, мережі Інтернету, біологічні мережі та багато інших. Є 20 міст, кожне з них з'єднане з іншими принаймні 14 дорогами. Довести, що є 4 міста, з'єднані дорогами кожне з кожним.

Матеріали та методи. Ця задача є класичним прикладом застосування теорії графів. Ми можемо представити цю задачу як граф, де вершини - це міста, а ребра - дороги між ними. Першим кроком є представлення задачі у вигляді графа, де вершини представляють міста, а ребра - дороги між ними. Це дозволяє нам використовувати математичні інструменти теорії графів для аналізу задачі. Ми аналізуємо ступені вершин графа, що відповідають кількості доріг, що з'єднують кожне місто з іншими. Це дозволяє нам використовувати умову задачі, що кожне місто з'єднане принаймні з 14 іншими містами. На останньому етапі ми перевіряємо, чи виконується умова задачі для нашого графа. Якщо вона виконується, то ми можемо зробити висновок, що є 4 міста, з'єднані дорогами кожне з кожним.

Результати і обговорення. Задачу можна вирішити за допомогою теорії графів, де міста представлені вузлами, а дороги - ребрами. У такому випадку, граф буде невагомим інструментом для аналізу зв'язків між містами та їхніми можливостями взаємодії.

Для розв'язання цієї задачі використовують концепцію повного графа, де кожне місто з'єднане з кожним іншим безпосередньо дорогою. Це допомагає зберегти повноту та універсальність досліджуваного графа.

Враховуючи умову задачі про існування 14 доріг, які з'єднують кожне місто з кожним іншим, ми можемо скористатися властивістю повного графа, що кожен вузол з'єднаний з $(n-1)$ ребрами, де n - кількість вузлів.

Таким чином, якщо ми маємо 20 міст, кожне з яких з'єднане з 19 іншими, то можна визначити, що всього існує $C(20, 4) = 4845$ способів обрати 4 міста з 20. Ми також знаємо, що існує $20 * 14 = 280$ ребер. Задачу можна вирішити за допомогою теорії графів, де міста представлені вузлами, а дороги - ребрами. У такому випадку, граф буде невагомим інструментом для аналізу зв'язків між містами та їхніми можливостями взаємодії.

Висновок. Таким чином, використовуючи теорему про дружні міста в графах, ми можемо довести, що серед 20 міст є 4 міста, кожне з яких з'єднане дорогами з кожним. Це підтверджує нашу початкову гіпотезу.

15. Множинне доведення теорем: основні поняття та приклади

Аліна Снігур, Олег Мазур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Теорія доведення (доказів) є розділом математичної логіки, який представляє докази у вигляді формальних математичних об'єктів, здійснюючи їх аналіз за допомогою математичних методів.

Матеріали та методи. Доведення множин, операції над множинами, теореми та їх доведення.

Результати і обговорення. Основні поняття:

1. Множинні операції: Основними множинними операціями є об'єднання ($A \cup B$), перетин ($A \cap B$) та різниця ($A \setminus B$) множин. Ці операції використовуються для створення нових множин на основі вхідних множин.

2. Декартовий добуток: Декартовий добуток двох множин A та B (позначається як $A \times B$) - це множина всіх упорядкованих пар (a, b) , де a належить A , а b належить B . Ця операція використовується для побудови нових множинних об'єктів.

3. Підмножини: Множина A є підмножиною множини B (позначається як $A \subseteq B$), якщо кожен елемент A також є елементом B .

Приклади множинного доведення теорем:

1. Теорема про об'єднання підмножин: Нехай A , B та C - множини. Тоді якщо $A \subseteq B$ та $A \subseteq C$, то $A \subseteq (B \cup C)$.

Доведення: Нехай x - довільний елемент множини A . Оскільки $A \subseteq B$, то x також належить до множини B . Аналогічно, оскільки $A \subseteq C$, то x належить до множини C . Отже, x належить до об'єднання множин B та C , тобто $A \subseteq (B \cup C)$.

2. Теорема про перетин підмножин: Нехай A , B та C - множини. Тоді якщо $A \subseteq B$ та $A \subseteq C$, то $A \subseteq (B \cap C)$.

Доведення: Нехай x - довільний елемент множини A . Оскільки $A \subseteq B$, то x також належить до множини B . Аналогічно, оскільки $A \subseteq C$, то x належить до множини C . Отже, x належить до перетину множин B та C , тобто $A \subseteq (B \cap C)$.

Висновок. Множинне доведення теорем є важливим інструментом у математичному дослідженні, що дозволяє застосовувати множинні операції для логічного виведення результатів. Цей підхід дозволяє математикам робити висновки про властивості множин та їх відношення за допомогою формальних методів.

Література.

2. Триус Ю.В. Проблеми і перспективи вищої математичної освіти / Ю.В.Триус, М.Л.Баакланова // Дидактика математики: проблеми і дослідження. – 2005. – вип. 23

4. Хом'юк І. В. Модернізація структури та змісту курсу вищої математики на засадах компетентнісного підходу / І. В. Хом'юк // Сучасна освіта та інтеграційні процеси: збірник наукових праць міжнародної науково-методичної конференції, 22-23 листопада 2017 року, м. Краматорськ, / під заг. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук., проф. – Краматорськ : ДГМА, 2017. – С. 215-218.

16. Визначення типу кривих, використовуючи елементи лінійної алгебри

Юлія Сауткіна, Оксана Мулява

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Лінії другого порядку зустрічаються в явищах навколишнього світу: по еліпсу рухаються планети Сонячної системи, по гіперболі або параболі — комети. Траєкторія руху тіла, кинутого під кутом до горизонту є параболою.

Методи досліджень. Огляд та аналіз літературних джерел методів аналітичної геометрії для встановлення типу кривих другого порядку та побудови їх графіків.

Результати і обговорення. Рівняння кривої другого порядку має вигляд:

$$a_{11}x^2 + 2a_{12}xy + a_{22}y^2 + 2a_{13}x + 2a_{23}y + a_{33} = 0,$$

де хоча б один з коефіцієнтів a_{11} , a_{12} , a_{22} відмінний від нуля.

Щоб встановити тип кривої другого порядку, можна використати функції (інваріанти) від коефіцієнтів загального рівняння, які не змінюються при будь-яких перетвореннях декартової прямокутної системи координат (паралельне перенесення, поворот):

$$I_1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}, I_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}, I_3 = a_{11} + a_{22}, I_4 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}.$$

Для дійсного еліпса: $I_2 \neq 0$, $I_1 > 0$, $I_3 \cdot I_2 < 0$. Для гіперболи: $I_2 \neq 0$, $I_1 < 0$. Для параболі: $I_2 = 0$, $I_1 = 0$. Інваріанта I_4 використовується для виродженої кривої параболічного типу (пара дійсних або уявних паралельних прямих).

Висновок. Щоб встановити тип кривої другого порядку за його загальним рівнянням, не приводячи його до канонічного вигляду, достатньо використати інваріанти його рівняння.

Література

1. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/f948e9ce-0973-4456-967f-6f958fb7f35f/content>
2. <https://vseosvita.ua/library/nacalnij-posibnik-analiticna-geometria-359895.html>

17. Легендарний Стефан Банах і його математична школа

Анна Хамуляк, Оксана Мулява

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Шкоцька кав'ярня у 30-і роки XX століття була улюбленим місцем учасників Львівської математичної школи на чолі зі Стефаном Банахом. Саме у тій кав'ярні математики робили визначні наукові відкриття.

Методи досліджень. Стефан Банах – польський математик, професор Львівського університету та Львівської політехніки (з 1924), декан фізико-математичного факультету Львівського університету (з 1939). Член Польської академії знань (1924) та член-кореспондент АН УРСР (1939). Один з творців сучасного функціонального аналізу та львівської математичної школи.

Стефан Банах народився 30 березня 1892 року у Кракові. У шкільні роки математику і природничі науки завжди знав на «відмінно», решту предметів – на «дуже добре», «добре», були і «задовільно», вивчав латину, давав платні уроки з математики для молодших учнів.

У 1910 році Банах став студентом факультету будови машин Політехнічної Школи. Весною 1916 року в Кракові трапився переломний момент у житті Банаха – випадкова зустріч з математиком Гуго Штайнгаузом, що колись студював математику в професора Львівського університету Юзефа Пузини. Гуго Штайнгауз згодом казав, що його найбільшим науковим відкриттям став якраз Стефан Банах.

У математичній школі Стефана Банаха у 1920-1939 роках ступінь доктора філософії у галузі математики захистили: Юліуш-Павел Шаудер, Стефан Качмаж, Владислав Нікліборц, Сала Вайнлос, Владислав Орліч, Зигмунт Бірнбаум, Мирон Зарицький, Герман Ауербах, Станіслав Мазур та інші.

Висновок. Досліджено і отримано надзвичайно цікаву інформацію про те, як саме створювалися видатні наукові відкриття математиками на початку 20 століття. Наукові ідеї, започатковані Стефаном Банахом, досі живі та знайшли розвиток у світовій математиці.

Література

1. https://zaxid.net/legendarniy_stefan_banah_i_yogo_matematiczna_shkola_n1385803
2. https://tvoemisto.tv/news/shkotske_kafe_u_lvovi_formuly_banaha_i_myaso_na_kameni_64030.html

18. Про одну модель бойових дій

Вадим Бутенко, Оксана Ніколаєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Серед ієрархії математичних моделей бойових дій важливе місце належить ланчестерівським моделям [1]. Вони пройшли більш як сторічну історію розвитку та показали свою ефективність.

Матеріали та методи. Розглянемо найпростішу модель Ланчестера, що докладно розглянута в [1]. Ця модель названа автором як модель А або модель “високоорганізованого бою”.

Результати і обговорення. У роботі розглядається задача, яка є найпростішою моделлю бойових дій, в якій беруть участь війська двох супротивників A та B . Нехай військо першого супротивника має N_1 , а другого N_2 однорідних бойових одиниць. Позначимо середню кількість бойових одиниць супротивника A на момент часу t через m_1 , а середню кількість бойових одиниць супротивника B на момент часу t через m_2 . Якщо знайти зміни кількостей за малий проміжок часу Δt та знайти границю при $\Delta t \rightarrow 0$ то отримаємо систему диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dm_1}{dt} = -k_2 m_2, \\ \frac{dm_2}{dt} = -k_1 m_1, \end{cases} \quad (1)$$

з початковими умовами $m_1(0) = N_1$, $m_2(0) = N_2$, де $k = \lambda p$, λ - число пострілів за одиницю часу, p - ймовірність ураження цілі при окремому пострілі.

Приклад. Відбувається бій між двома супротивниками: 50 батарей сторони 1 ведуть контрбатарейну боротьбу з 25 батареями сторони 2. Батареї сторони 1 мають середню скорострільність 0,25 пострілів в хвилину, ймовірність влучення при кожному пострілі 0,64. Батареї сторони 2 мають скорострільність 0,5 пострілів в хвилину, ймовірність влучення при кожному пострілі 0,5. Зробити прогноз розвитку бою: вказати, перемогою якої із сторін і через який час закінчиться бій і які будуть приблизно втрати сторони-переможниці.

Маємо $N_1 = 50$, $N_2 = 50$, $\lambda_1 = 0,25$, $\lambda_2 = 0,25$, $p_1 = 0,64$, $p_2 = 0,5$. Тоді

$$k_1 = 0,16, \quad k_2 = 0,25. \quad \text{Складемо систему рівнянь:} \quad \begin{cases} m_1' = -0,25 m_2; \\ m_2' = -0,16 m_1. \end{cases} \quad \text{Розв'язавши}$$

$$\text{систему та використавши початкові умови, отримаємо} \quad \begin{cases} m_1 = 9,375e^{0,2t} + 40,625e^{-0,2t}; \\ m_2 = -7,5e^{0,2t} + 32,5e^{-0,2t}. \end{cases}$$

Оскільки $m_1 > 0$ при всіх t , то сторона A переможе. Розв'яжемо $m_2 = 0$, звідки маємо, що бій закінчиться приблизно через 3 хвилини 40 секунд, а втрати сторони 1 – приблизно 11 батарей.

Висновок. Розглянуто та проаналізовано найпростішу модель Ланчестера.

Література. 1. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций: монография / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1964. – 388 с.

19. Інтегрування неявних функцій

Богдан Куцолупський, Оксана Ніколаєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Неявні функції — це тип математичних функцій, у яких зв'язок між змінними не виражений явно. Замість цього він представлений у вигляді рівняння, яке пов'язує змінні без розв'язання для жодної з них.

Матеріали та методи. Неявно задана функція може бути записана у вигляді рівняння $F(x; y) = 0$. Задача інтегрування таких функцій є досить складною.

Результати і обговорення. У роботі розглядається задача обчислення визначеного інтеграла $\int_I y^2(x) dx$, де функція $y(x)$ задана рівнянням $xy = e^y$, $x > 0$.

Область інтегрування I - проміжок спадання функції $y(x)$.

Знайдемо похідну неявно заданої функції. Маємо

$$xy' + y = e^y y', \quad y' = \frac{y}{e^y - x}, \quad y' = \frac{y}{xy - x}, \quad y' = \frac{y^2}{e^y (y - 1)}.$$

Побудувавши графік функції $x = \frac{e^y}{y}$, $x > 0$, можна показати, що точка $(1; e)$ – точка локального мінімуму функції $x = \frac{e^y}{y}$, $x > 0$. Тоді $[e; +\infty)$ - проміжок спадання функції $y(x)$, отже цей проміжок і є проміжком інтегрування.

Обчислимо інтеграл:

$$\begin{aligned} \int_I y^2(x) dx &= \int_e^{+\infty} \frac{y^2}{y'} y' dx = \int_e^{+\infty} \frac{y^2(x) e^{y(x)} (y(x) - 1)}{y^2(x)} d(y(x)) = \\ &= \left| \begin{array}{ll} z = y(x) \\ x = e & z = 1 \\ x = +\infty & z = 0 \end{array} \right| = \int_1^0 (z - 1) e^z dz = e - 2. \end{aligned}$$

Висновок. Знайдено значення визначеного інтеграла від неявно заданої функції.

Література.

1. Дубовик, В.П. Вища математика: навч. посіб./ В.П.Дубовик, І.І.Юрик.-4-е вид., перероб. і доп. – К.: Ігнатекс-Україна, 2013. - 636с.

20. Дослідження функції Торнквіста

Лілія Ситенко, Олена Радзівська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для успішного аналізу економічних проблем і надання шляхів їх розв'язання використовують математичне моделювання. Сутність цієї методології полягає в тому, щоб замінити реальний об'єкт його образом, який дозволяє дослідити зв'язки економічних параметрів і передбачити наслідки прийнятих рішень.

Методи досліджень. В теорії споживчого попиту використовується функція, яка моделює зв'язок між величиною доходу та величиною попиту на різноманітні товари - функція Торнквіста. Використовуючи поняття границі функції досліджено властивості цієї функції.

Результати і обговорення. Функція Торнквіста встановлює зв'язок між величиною доходу споживача I та величиною попиту Q на різноманітні товари. Залежно від ціни на товари ці функції має наступний вигляд:

1) для малоцінних товарів

$$Q = \frac{\alpha_1 I(I + \beta)}{I^2 + \gamma};$$

2) для товарів першої необхідності

$$Q = \frac{\alpha_2 I}{I + \beta};$$

3) для товарів другої необхідності (відносної розкоші)

$$Q = \frac{\alpha_3(I - \gamma)}{I + \beta};$$

4) для предметів розкоші

$$Q = \frac{\alpha_4 I(I - \gamma)}{I + \beta}.$$

Величини α_i, β, γ параметри моделі. Значення α_i $i=1,2,3$ вказує на рівень насичення попиту, значення γ вказує на рівень доходу споживача, з якого починається споживання товарів відносної розкоші та розкоші, параметр β вказує на приріст доходу. Границя функції Торнквіста для кожного випадку, коли $I \rightarrow \infty$ відповідно дорівнює α_i $i=1,2,3$, де $i = 1,2,3$, та для випадку предметів розкоші границя дорівнює. Отже, можна зробити наступний висновок

Висновок. Факт скінченної границі для випадків 1-3 відображає наявність насичення благами першої необхідності. Наприклад, досягнувши певного рівня доходу людина не споживає більше хліба при подальшому зростанні своїх доходів. У четвертому випадку границя прямує до нескінченності, відображає факт безмежності людських бажань. Зі зростанням доходу споживання предметів розкоші зростає до нескінченності.

Література.

1. О.І.Радзівська, І.Б.Ковальська, Деякі фізико-математичні аспекти у вивченні економічних процесів / *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.*/Серія педагогічна.,2018-24, с. 115-117.

21. Дослідження зв'язків економічних показників, які записуються у вигляді функціональної залежності

Єлизавета Мезінова, Олена Радзівська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поняття функції або функціональної залежності є одним з фундаментальних математичних понять, за допомогою якого моделюються взаємозв'язки між різними величинами. Важливою задачею аналізу економічних процесів є дослідження взаємовпливу економічних показників, які записуються у вигляді функціональної залежності. Наприклад, як буде залежати дохід держави, якщо змінити величину податку або імпортних мит? Збільшиться чи зменшиться виручка підприємства, якщо ціна на товар зросте?.

Методи досліджень. Функціональну залежність між величинами можна задавати різними способами. Найбільш поширеними є: задання формулою (аналітичний спосіб), таблицею (табличний спосіб) і за допомогою графіка (графічний спосіб). Розглянуто спрощенні економічні моделі, в яких використовуються різні способи завдання функціональної залежності між економічними показниками і проведено аналіз цих моделей.

Результати і обговорення. Припустимо, що спрощена модель, яка описує залежність прибутку від кількості виробленої продукції має вигляд

$$P(x) = x^2 - 20x + 100,$$

де $P(x)$ *прибуток фірми*, x – *кількість виготовленої продукції*.

Потрібно дослідити цю залежність і дати рекомендації фірмі щодо обсягу випуску продукції. Отже, використовуючи схему дослідження функції, маємо:

1. Область визначення функції є проміжок $(-\infty; \infty)$, але враховуючи те, що обсяг може бути тільки невід'ємний, отримуємо $x \in [0; \infty)$;

2. Знаходимо проміжки монотонності функції і точки екстремуму. Для цього знаходимо похідну $P'(x) = 2x - 20$. Прирівнюємо похідну до нуля:

$$P'(x) = 2x - 20 = 0 \Rightarrow x = 10$$

Аналізуємо характер зміни знаку похідної. Похідна змінює знак з мінуса на плюс в точці $x=10$, отже, точка $x = 10$ для функції $P(x)$ є точкою мінімуму і при $x = 10$ фірма буде мати мінімальний прибуток. При $x = 0$ і при $x = 20$

$$P(0) = P(20) = 100$$

Висновок. Використовуючи результати дослідження функції $P(x)$ та виробничі потужності фірми, можна надати фірмі наступні рекомендації щодо випуску продукції:

1) якщо за визначений термін фірма не може виробляти більше 20 одиниць продукції, тоді оптимальним рішенням для неї буде не виробляти продукцію зовсім, а отримувати дохід від здачі в оренду приміщення або обладнання;

2) якщо фірма спроможна виробляти більше ніж 20 одиниць продукції, тоді оптимальним рішенням для фірми буде випуск продукції на всю виробничу потужність.

Література

1. О.І.Радзівська, І.Б.Ковальська, Деякі фізико-математичні аспекти у вивченні економічних процесів / *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, 2018-24, с. 115-117.

22. Відкриття і розвиток математики

Максим Бойко, Ганна Циганкова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Історія математики починається з давніх часів до нашої ери.

Матеріали і методи. Спираючись на історичні статті проведено дослідження розвитку математики від найдавніших цивілізацій до теперішніх часів.

Результати. Одним із найперших відомих математиків був [Фалес Мілетський](#) (близько 624–546 рр. до н.е.). Після того як [Піфагор із Самоса](#) (близько 582–507 рр. до н.е.) започаткував [Піфагорійську школу](#), доктриною якої була впевненість, що математика керує всесвітом, кількість математиків збільшилася. Першою відомою в історії жінкою математиком була [Гіпатія Олександрійська](#) (350 - 415 н.е.). Вона була звинувачена у чаклунстві і вбита розлюченим натовпом [християн](#).

Математика найдавніших цивілізацій - Вавилонського царства, Єгипту, Античної Греції - в основному стосувалася тільки розрахунків, пов'язаних із веденням господарства. Про [вавилонську цивілізацію](#), на щастя, нам відомо доволі багато завдяки глиняним табличкам з [клинописними текстами](#), вік яких датується приблизно від 2000 років до н. е. та до III століття до н. е. Математика знайдених [клинописних табличок](#) стосувалася розрахунків оплати товарів, обчислення простих або складних [відсотків](#), ведення обліку громадських робіт і розрахунків [календаря](#). Саме [вавилонська астрономія](#) поклала початок поділу кола на 360 [градусів](#), а градуса - на хвилини та секунди. Вавилонянам належить одна з перших [систем числення](#).

Наше розуміння давньоєгипетської математики значною мірою базується на двох папірусах приблизно 1700 року до нашої ери. Проте математична інформація, що міститься в цих папірусах, відноситься до дуже раннього періоду, приблизно 3500 року до н.е. Єгиптяни обчислювали масу тіл, площі посівів, обсяг зерносховищ, розмір податків. Однак, рівень астрономії в Стародавньому Єгипті все ж значно поступався розвитку астрономії Вавилонського царства. Єгиптяни використовували лише непозиційну десяткову систему, коли числа від одного до дев'яти позначалися вертикальними паличками.

У часи Античної Греції математика як теорія отримала розвиток у школі [Піфагора](#). Головним досягненням піфагорійців була побудова геометрії і арифметики як теоретичних доказових наук, що вивчають властивості абстрактних понять числа і геометричної форми. Дедуктивна побудова геометрії стала потужним стимулом її подальшого розвитку. Піфагорійці розвинули і обґрунтували [планіметрію](#) прямолінійних фігур - вчення про [паралельні лінії](#), [трикутники](#), [чотирикутники](#), [правильні багатокутники](#). Вершиною досягнень піфагорійців у планіметрії є доведення [теорему Піфагора](#), яка на багато століть раніше була сформульована, але не доведена вавилонськими, китайськими й індійськими вченими. У піфагорійців були значними успіхи у [стереометрії](#).

У Європі часів раннього [середньовіччя](#) (приблизно 400 - 1100 рр. н. е.) рівень математичних знань не піднімався вище простої [арифметики](#). Пізніше, починаючи з XVII століття, вченими [Ньютоном](#), [Коперником](#), [Кеплером](#), [Декартом](#), [Ферма](#), Лейбніцем та іншими, було закладено основи сучасної науки, диференціального і інтегрального числення, аналітичної геометрії.

Висновки. Історія математики сягає з давніх часів до сьогодення, та з кожним століттям ця наука не стоїть на місці, а продовжує прогресувати.

23. Методи евристичного пошуку на прикладі задачі комівояжера

Кирило Ляховецький, Ганна Циганкова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Задача комівояжера, що передбачає пошук оптимального маршруту через задані точки з мінімальною загальною довжиною шляху, залишається актуальною у контексті оптимізації маршрутів.

Матеріали та методи. Досліджено задачу комівояжера, порівнюючи метод повного перебору та евристичний підхід. Метод повного перебору, хоча гарантує точність, пов'язаний з великою обчислювальною складністю для великих мереж. Евристичний підхід, спираючись на евристичні методи пошуку, забезпечує ефективніші результати в умовах обмежених ресурсів та великих мереж маршрутів.

Результати і обговорення. Проведено аналіз евристичних методів на прикладі задачі комівояжера. Доведено, що великі граfi станів можуть ускладнити метод повного перебору, і в цьому контексті евристики надають практично застосовні рішення. Наведено граfiчне представлення простору станів та порівняння різних методів.

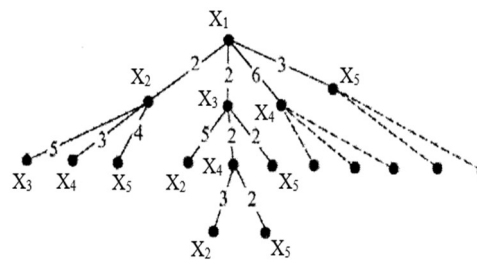


Рис. 1. Фрагмент простору станів

Починаючи перебір у ширину (рис.1), на першому ж рівні отримуємо можливі шляхи різної довжини: 2, 2, 6, 3. Якщо виходити з евристики «на кожному кроці вибирати шлях мінімальної довжини», слід зробити кроки $x_1 - x_2$ та $x_2 - x_4$, потім $x_3 - x_4$ або $x_3 - x_5$, потім $x_4 - x_5$ і т. д. Добудувавши дерево до кінця, можна переконатися, що шлях, знайдений таким методом, не завжди буде найкоротшим. Більш правильною була б евристика «вибирати так, щоб мінімальним був сумарний шлях» (принцип Р. Белмана).

Граф повного перебору, що включає всі можливі шляхи комівояжера, міститиме $(N-1)!$ варіантів. При $N = 5$, кількість можливих шляхів в графі повного перебору становить $(5-1)! = 4! = 24$. Якщо відкинути зворотні шляхи, то найбільше:

$$\frac{(5-1)!}{2} = \frac{4!}{2} = \frac{24}{2} = 12$$

На сьогодні існує декілька десятків корисних евристик, які, хоча не завжди є очевидними або строго доказовими, дозволяють значно поліпшити ефективність перебору або отримати виграш у якості рішення.

Висновки. Дослідженням підтверджено, що евристичні методи є ефективним інструментом для вирішення задачі комівояжера в умовах обмежених обчислювальних ресурсів.

24. Максимальна освітленість для фотохімічних процесів

Олександр Симчина, Ганна Циганкова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Хімічні процеси сульфонування і хлорування відкривають перспективи для виробництва матеріалів із покращеними властивостями, які знаходять застосування в різних галузях промисловості.

Матеріали і методи. Використання світла у фотохімічних процесах є ключовим для модифікації органічних сполук. Оптимізація висоти розташування джерела світла для досягнення максимальної освітленості майданчика є важливим завданням. Методами математичного аналізу знайдено, на якій висоті над майданчиком потрібно помістити джерело світла, щоб освітленість майданчика була максимальною.

Результати і обговорення. Джерело світла знаходиться на відстані r від майданчика, при цьому передбачається, що майданчик не перпендикулярний до променів. Світлові промені падають на майданчик під кутом α (рис.1).



Рис. 1. Схема розташування майданчика і джерела

Освітленість майданчика обернено пропорційна квадрату відстані до нього від джерела світла і прямо пропорційна косинусу кута падіння світлових променів:

$$J = \frac{k}{r^2} \cos \alpha, \text{ де } r^2 = a^2 + x^2, \cos \alpha = \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$$

Отже, функція освітленості має вигляд

$$J = \frac{k}{a^2 + x^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} = kx(a^2 + x^2)^{-\frac{3}{2}}$$

Дослідимо цю функцію на максимум. Для цього продиференціюємо по x та похідну прирівняємо до нуля: $J' = k(a^2 + x^2)^{-\frac{3}{2}} \cdot \left[1 - 3x^2(a^2 + x^2)^{-1} \right] = 0$. Звідси $1 = 3x^2(a^2 + x^2)^{-1}$ і

додатний корінь рівняння $J' = 0$: $x = \frac{a}{\sqrt{2}}$.

Для розв'язання питання, чи буде знайдене значення точкою максимуму, знайдено другу похідну функції освітленості:

$$J'' = k(a^2 + x^2)^{-\frac{5}{2}} \left[-\frac{3}{2}(1 - 3x^2(a^2 + x^2)^{-1}) - 6x + 6x^3(a^2 + x^2)^{-1} \right]$$

Так як друга похідна у точці $x = \frac{a}{\sqrt{2}}$ від'ємна $J''\left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right) = k\left(\frac{3}{2}a^2\right)^{-\frac{5}{2}} \cdot \left(-\frac{4a}{\sqrt{2}}\right) < 0$ то знайдене значення x є точкою максимуму і відстанню, на якій освітленість майданчика буде максимальною.

Висновки. За результатами проведеного дослідження отримано, що для того, щоб освітленість майданчика була максимальною, необхідно розташувати джерело світла на відстані $x = \frac{a}{\sqrt{2}}$.

Section 17

Chemistry and chemical technology

Секція 17

Хімія і хімічні технології

17.1.

Chemistry

Chairperson – professor Svitlana Bondarenko
Secretary – Inna Popova

17.1.

Хімія

Голова – професор Світлана Бондаренко
Секретар – Інна Попова

1. Біологічно активні складники прополісу: структура та властивості

Колтун Аліна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Прополіс, який також називають бджолиним клеєм, – це природна смолиста сполука, яку виробляють медоносні бджоли. Бджоли збирають смоли та інші речовини з різних видів рослин, приносять їх в колонію, де переробляють і використовують утворений прополіс у вуликах з різною метою.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз сучасної наукової літератури щодо хімічного складу та біологічних властивостей прополісу.

Результати. Прополіс – природний продукт, який виробляють бджоли та використовують для захисту вулика від мікроорганізмів та інших загроз.

В останні роки прополіс привертає увагу вчених через його багатий хімічний склад та потенційні корисні властивості для людини. Прополіс в основному складається з таких компонентів: смоли та рослинний бальзам (50%), віск (30%), ефірні олії (10%), пилок (5%) та інші органічні сполуки, включаючи цукри, амінокислоти, вітаміни та мінерали (5%). Основними вторинними метаболітами, які містяться в прополісі, є фенольні сполуки (флавоноїди, поліфеноли, фенольні кислоти та інші) та їх етери, терпени та терпеноїди, стероїди, ароматичні кислоти, ароматичні ефіри, альдегіди, спирти, цукрові спирти та кислоти, жирні кислоти. Однак цей хімічний склад може змінюватися залежно від рослинного джерела, що пов'язано з регіональною поширеністю та сезоном, в який його збирають.

Аналіз численних зразків прополісу з різних географічних зон показав великі відмінності у складі прополісу, що, в свою чергу, впливає на його біологічну активність. Однак, незважаючи на різноманітність компонентів у прополісі з різних куточків світу, він завжди демонструє високу противірусну, антиоксидантну, протигрибкову активність. Деякі сорти прополісу можуть проявляти високу протизапальну активність, регенеративно-репаративні, естрогенні та анестезуючі властивості.

Завдяки своєму багатому хімічному складу та широкому різноманіттю біологічних активностей, прополіс може мати широке фармакологічне та терапевтичне застосування і може використовуватися як природний антисептик, протираковий, імунomodуючий та ранозагоювальний засіб у складі різних препаратів а також у складі або як доповнення до деяких лікарських засобів для лікування широкого спектру захворювань і розладів.

Прополіс часто використовується як природний інгредієнт у косметичних засобах, таких як креми та маски для обличчя, завдяки своїм заспокійливим та зволожуючим властивостям.

Висновки. Прополіс, завдяки своєму різноманітному хімічному складу, володіє значущими біологічно активними властивостями при низькій токсичності навіть у високих дозах. Вивчення цих властивостей може відкрити нові перспективи використання прополісу у медицині, косметології а також у виробництві продуктів харчування та харчових добавок.

Література

1. Belmehdi O., Menyiy N.El, Bouyahya A. et al. (2023), Recent Advances in the Chemical Composition and Biological Activities of Propolis, Food Rev.Int., 39 (9), p. 6078–6128.

2. Розповсюдженість у природі та властивості піперидинових алкалоїдів

Піціва Тетяна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Піперидинові алкалоїди складають один з великих класів алкалоїдів і були предметом численних досліджень. Хоча ці сполуки володіють токсичністю, їх фармакологічні властивості викликають великий інтерес вчених.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз сучасної наукової літератури щодо піперидинових алкалоїдів, їх властивостей та розповсюдженості у природі.

Результати. Піперидин є вторинним метаболітом таких рослин, як ячмінь *Hordeum vulgare* L., чорний перець *Piper nigrum* L., сосна *Pinus*. Крім того, представником піперидинових алкалоїдів, знайденим у *Piper nigrum* L., є піперин.

Протягом багатьох років спостерігалися численні терапевтичні властивості, включаючи протипухлинний потенціал цих двох сполук. Піперин та піперидин призводять до пригнічення міграції ракових клітин і допомагають зупинити клітинний цикл. Вони є потенційними агентами проти раку молочної та передміхурової залози, легенів, шлунку [1].

Анабазин, що міститься в їжачнику безлистому *Anabasis aphylla*, а також в тютюні, близький за дією на організм людини до нікотину. Однотипність біологічної дії цих алкалоїдів можна пояснити схожістю їх хімічної структури. Анабазин є агоністом нікотинових ацетилхолінових рецепторів (nAChR), виявляє нейротропну дію. Алкалоїд метил анабазин та інші N-алкільні похідні анабазину є ефективними й селективними лігандами рецепторів дофаміну.

Агоністом nAChR, що знижує тягу до паління, є й алкалоїд лобелін, який міститься в різних рослинах роду *Lobelia*, включаючи індійський тютюн (*Lobelia inflata*), диявольський тютюн (*Lobelia tupa*), велику лобелію (*Lobelia siphilitica*), лобелію китайську *Hiprobroma longiflora*. Він пригнічує індуковане ніотином і амфетаміном вивільнення дофаміну. Лобелін є перспективним агентом для лікування наркоманії та алкохолізму, антидепресантом, засобом проти епілепсії й хвороби Паркінсона [2].

Відомими своєю біологічною дією є й алкалоїди арекової пальми *Areca catechu* L., насіння якої у складі бетелю широко застосовується в країнах Азії. Основними складовими насіння є арекаїдин та ареколін, які впливають на нервову, серцево-судинну, ендокринну та травну системи, а також виявляють канцерогенні й мутагенні властивості. Разом з тим, ареколін продемонстрував багатообіцяючий потенціал у лікуванні багатьох розладів, зокрема нейродегенеративних захворювань.

Висновки. Піперидинові алкалоїди володіють цінними біологічними властивостями і викликають значний інтерес для медичної хімії. Дослідження цих метаболітів сприяє спрямуванню синтетичної модифікації піперидинового ядра для підвищення їх терапевтичної ефективності та розширення терапевтичного профілю.

Література

1. Mitra, S., Anand, U., Jha, N. K., Shekhawat, M. S. et al. (2022), Anticancer Applications and Pharmacological Properties of Piperidine and Piperine: A Comprehensive Review on Molecular Mechanisms and Therapeutic Perspectives, *Front. Pharmacol.*, 12, 772418.
2. Zheng Q, Wang Y, Zhang S. (2021), Beyond Alkaloids: Novel Bioactive Natural Products From *Lobelia* Species, *Front Pharmacol.*, 12, 638210.

3. Хімія 2-, 4-амінотіазолів та їх похідних

Юля Вільгота, Сергій Шульга

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Відомі представники всіх трьох можливих типів амінотіазолів. 2-Амінотіазоли і 2-амінобензтіазоли є найбільш обширним та добре вивченим класом тіазолів. Вони мають особливо важливе значення дякуючи своїй доступності і легкості з якою вони можуть бути перетворені в інші тіазольні похідні. 4-Амінотіазоли відомі як ацильні похідні і тільки один відомий 4-амінотіазол з незаміщенням аміногрупою це 2,5 –дифеніл-4-амінотіазол.

2-Амінотіазоли володіють багатьма властивостями, характерними для ароматичних амінів.

Нами розглянуті основні методи синтезу 2- і 4-амінотіазолів та їх хімічні властивості.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є збір літературних даних щодо хімії амінотіазолів. Методом є аналіз накопичених даних по вивченню хімії амінотіазолів та їх похідних.

Результати. Основність ароматичних амінів нижча, ніж аліфатичних, що пов'язано зі спряженням неподіленої пари електронів з ароматичним ядром. З галогеналканами вони утворюють суміш з різним ступенем алкілування. Третинні ароматичні аміни здатні приєднувати молекулу алкілгалогеніду з утворенням четвертинних амонієвих солей $R_4N^+X^-$, у яких атом нітрогену пов'язаний з чотирма радикалами ковалентними зв'язками, а іонним — з галогеном. При обробці карбоновими кислотами утворюють амонієві солі, які при нагріванні в сухому вигляді перетворюються у N-заміщені амід.

2-Амінопохідні тіазолів, бензтіазолів і нафтотіазолів отримують звичайними методами замикання кільця. Заміщення на аміногрупу замісників, що знаходяться в другому положенні як галоген також є зручним методом синтезу, особливо для заміщених і, може служити зустрічним методом для встановлення будови сполук отриманих шляхом замикання кільця. Можливе пряме амінування але цей спосіб не має препаративного значення. Описане відновлення 2-нітротіазолів. Однак, воно не представляє інтересу в якості синтетичного метода, оскільки вихідні 2-нітротіазоли готуються із 2-амінотіазолів.

2-Амінотіазоли є основи, здатні утворювати солі з одним еквівалентом кислоти. Алкілування йодистим етилом, хлороцтовою кислотою проходить по аміногрупі. Вони проявляють типові властивості ароматичних амінів,. Нітрування і сульфування протікає легко. Нами була запропонована реакція конденсації протонних солей 2-амінотіазолів і їх бензоаналогів з різними бета-дикетонами і отримані похідні конденсованих гетероциклічних систем: тіазоло(3,2-а)піримідинія, піримідо(2,1-б)бензтіазолія, піримідо(2,1-б)нафто(2,1-д)тіазолія.

Гетероциклічна система тіазоло(3,4-а)піримідинія була синтезована вперше нами при конденсації перхлората 4-аміно-2,5-дифенілтіазола з ацетилацетоном

Висновки. Опрацьована література згідно теми. Розглянуті способи добування 2- і 4-амінотіазолів та їх основні хімічні властивості.

4. Модифікація картопляного крохмалю хлорангідридом ацетил яблучної кислоти

Єва Сокол, Сергій Шульга

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Крохмаль один з найбільш використовуваних полісахаридів в харчовій промисловості, але його фізико-хімічні властивості не завжди відповідають умовам технологічного процесу. Модифікація крохмалю дозволяє змінювати ці властивості та створювати нові матеріали. Крохмалі модифіковані фосфатною, сульфатною, бурштиною кислотами, гідроксидом калію, персульфатом амонію на сьогодні промислово виробляються в багатьох країнах світу. Реакція модифікації проходить за рахунок взаємодії крохмалю з ангідридами та хлорангідридами кислот в органічних розчинниках – толуолі, диметилформаміді, піридині.

Матеріали та методи.

Об'єктом дослідження є нові модифіковані крохмалі. Методом синтезу модифікованих крохмалів є реакція ацилювання нативного крохмалю хлорангідридом кислоти та дослідження за допомогою спектрів ЯМР, ІЧ та дифрактограми.

Результати.

Модифіковані крохмалі, дозволені до застосування: E1400 - E 1414, E 1420 - E 1423, E1440, E1442, E1443, E1450, E1451. Використовується в якості стабілізатора маси, наповнювача, згущувача та емульгатора, що сприяє кращим проявам в'язкості продукту. Він добре зв'язує вологу, що виділяється при нагріванні, дозволяє досягти стабільності консистенції. Дуже часто виробники включають E1422 до складу молочних продуктів (йогурти, морозиво, молочні напої, десерти), овочевої консервації (мариновані корнішони і огірки, консервовані фрукти), майонезів і м'ясної продукції з другосортного сировини. В людському організмі модифікований крохмаль переробляється гірше звичайного. У шлунково-кишковому тракті він піддається процесу гідролізу, перетворюючись у глюкозу, доступну для засвоєння організмом. При гідролізі цієї харчової добавки виникають продукти проміжного значення – декстрини, які відносяться до полісахаридів. Під час аналізу нехарактеристичної області спектрів нативного та етерифікованого крохмалю видно, що в спектрі зразка вихідного картопляного крохмалю частота коливань при 986 см⁻¹ зміщується до 1028 см⁻¹, а частота коливань 928 см⁻¹ до 852 см⁻¹, що вказує на зміну нехарактеристичної області спектру зразка вихідного нативного картопляного крохмалю після ацилювання.

В спектрі зразка модифікованого крохмалю смуга валентних коливань є більш вузькою та більш інтенсивною і лежить при 3409 см⁻¹, а в спектрі нативного крохмалю ця смуга більш широка і менш інтенсивна, лежить при 3389 см⁻¹. Зазначений факт підтверджує, що в модифікованому крохмалі менше водневих зв'язків, що пояснюється меншою кількістю вільних гідроксильних груп, що і вплинуло на характер та частоту коливань -ОН ацильованого картопляного крохмалю. Крім того, в характеристичній області спектру зразка етерифікованого похідного з'явився максимум при 1721 см⁻¹, що характерно для C=O у складі естерної групи.

Проведено рентгеноструктурне і термогравіметричне дослідження та елементний аналіз на Карбон і Гідроген.

Висновок. В результаті реакції відбувається ацилювання крохмалю в 2-му положенні глюкопіранозних кілець.

5. Визначення вмісту ортофосфатної кислоти в Pepsi-cola

Тетяна Піціва, Марина Іванова, Єлизавета Костенко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ортофосфатна кислота - неорганічна сполука, досить слабка кислота. У виробництві безалкогольних напоїв Pepsi-cola та Coca-cola використовується в якості регулятора кислотності і має маркування Е 338. Ортофосфатна кислота не є харчовою кислотою. Однак через необхідність розчинення сухого концентрату невідомого складу використовується остання.

Матеріали та методи. «Пепсі-кола» або просто «Пепсі» безалкогольний прохолодний напій, що продається по всьому світу. Основні інгредієнти пепсі-коли: цукор, вода, карамель (палений цукор), сік лайма, фосфорна кислота, регулятор кислотності (Е338), лимонне масло, кофеїн (не більше 110 мг / л), коричне масло, барвник (Е150а), кориандровое масло, петігренове масло, кошенільний червець. В роботі використовували метод потенціометричного титрування. Будували диференціальну криву титрування за 1-ю похідною. Титрування відбувалось за реакцією: $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.

При титруванні фосфатної кислоти можна зафіксувати дві точки еквівалентності. В роботі фіксували першу точку еквівалентності, оскільки перший стрибок на кривій титрування неможливо замаскувати жодними харчовими добавками. Вміст фосфатної кислоти обчислювали за формулою $m = C(\text{NaOH}) \cdot V_1 \cdot M_{\text{кислоти}} \cdot 1000 / 1000 \cdot 20$.

Результати. Газований напій вперше був представлений у 1893 році Каледом Бредхемом як «напій Бреда». Фармацевт розробив рецепт «Пепсі» в своїй аптеці, де вперше почав продавати його. Напій був переіменований в «Pepsi-Cola» в 1898 році і рекламувався як напій, що допомагає роботі шлунково-кишкового тракту. Фосфати калію, натрію і кальцію широко поширені в харчовій сировині та продуктах його переробки. У високих концентраціях фосфати містяться в молочних, м'ясних і рибних продуктах, в деяких видах злаків і горіхів. Фосфати (харчові добавки Е 339-341) вводяться в безалкогольні напої та кондитерські вироби. Допустима добова доза, в перерахунку на фосфорну кислоту, відповідає 5-15 мг на 1 кг маси тіла. Фосфатна кислота, хоч і не заборонена, але може викликати подразнення очей, слизової оболонки і шкірних покривів. Ортофосфатна кислота сприяє вимиванню кальцію з кісток. Надлишок фосфору в харчуванні призводить до порушення обміну кальцію. При частому вживанні напоїв і продуктів, що містять фосфатну кислоту, може розвинутися остеопороз. Встановлено, що середній вміст ортофосфатної кислоти в аналізованих зразках Pepsi - 0,49 г/л, в межах норми від гранично допустимої концентрації. (0,5 г/л).

В цілому Pepsi-cola та Coca-cola не сильно відрізняються друг від друга. Їх склад подібний, за виключенням деяких інгредієнтів. Pepsi-cola містить лимонну кислоту і велику кількість цукру. У той же час Coca-cola містить більшу кількість солі натрію, що робить смак Pepsi більш ванільним і м'яким

Висновок. Було визначено вміст ортофосфатної кислоти у напої "Pepsi - Cola" за допомогою диференціальної кривої потенціометричного титрування за першою похідною $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,4$ г. Але зробити висновок що до відповідності кількості кислоти у зразку, не є можливим, так як виробник маскуючи наявність H_3PO_4 , не вказує про її вміст на упаковці.

6. Substances that form the organoleptic properties of meat

Anatoliy Salyuk, Mariia Strashynska

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The main organoleptic indicators of meat are color, aroma and taste.

Materials and methods. The color of fresh meat depends 90% on the content of myoglobin and oxymyoglobin, and 10% on hemoglobin and oxyhemoglobin.

Results. The red color of fresh meat at a depth of up to 4 cm is determined by the presence of oxyhemoglobin in it. At a greater depth, the meat is somewhat darker, which is due to the presence of myoglobin in it. During long-term storage, the meat becomes darker, and the reason for the darkening is the transformation of myoglobin into metmyoglobin, especially on the surface. The rate at which meat changes color during storage is due to a number of reasons: oxygen partial pressure, pH value, bacterial contamination.

As the partial pressure decreases, the rate of transition of myoglobin into metmyoglobin increases.

As the concentration of hydrogen ions in the meat increases, its hydrogen index (pH) decreases and the rate of formation of metmyoglobin in the meat increases. The presence of lactic acid and pH are important indicators that characterize the quality of meat and determine its most important qualities, such as storage stability and a number of physicochemical parameters that determine the technological and consumer qualities of meat. Lowering the pH value also creates more favorable conditions for the action of muscle cathepsins, which are involved in the development of the subsequent maturation process. With significant bacterial contamination, a rapid transformation of myoglobin into metmyoglobin is observed, which leads to a sharp change in the color of the meat from red with various shades to dark red. If available in the meat of bacteria, which in the process of vital activity emit sulfur-hydrogen, the meat turns green, sulfomyoglobin is formed from myoglobin, which makes the meat unfit for food.

Many different substances are involved in the formation, aroma and taste of meat, most of which are found in small quantities and belong to low-molecular extractive compounds. These include, first of all, diacetyl ketone, which is formed by the oxidation of fatty acids in meat, hydrolysis products of neutral fats and other lipids.

Diacetyl ketone, obtained by synthetic methods, is used in the production of margarine, creams, some types of butter and canned goods. It is formed during ham brine and is one of the reasons for the pleasant smell and taste of the product, even when one part of the substance is diluted with 40 million parts of water.

The sour taste of meat depends on the presence of lactic, orthophosphoric and pyruvic acids in it. The salty taste is due to the content of sodium and potassium salts of these acids and chlorides (NaCl, KCl). Meat has a bitter aftertaste in case of an excess of some free amino acids, nitrogen-containing extractive substances (creatine, carnosine, anserine, creatine phosphate, glutamine). The sweet taste of meat, especially fresh meat, depends on the content of glycogen, hexoses, pentoses, some trioses and products of their reactions with phosphoric acid.

It is known that, in addition to the substances mentioned above, sulfur-containing and nitrogen-containing low-molecular compounds, most of which are volatile, are involved in the formation of the aroma and taste of meat. A special place is occupied by monocarbon volatile fatty acids formed during the hydrolysis of neutral fats.

Conclusions. The aromatic substances of the meat are highly specific, thermolabile, and easily disintegrate under the influence of high temperatures, oxygen in the air, and sunlight.

7. Визначення вмісту лимонної кислоти у напої Schweppes

Людмила Липка, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

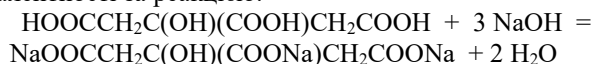
Вступ. Schweppes - швейцарська торгова марка прохолодних напоїв, заснована Якобом Швепом в 1783 році.

Сьогодні під маркою Schweppes випускаються різні напої, включаючи різні види лимонаду та імбиру.

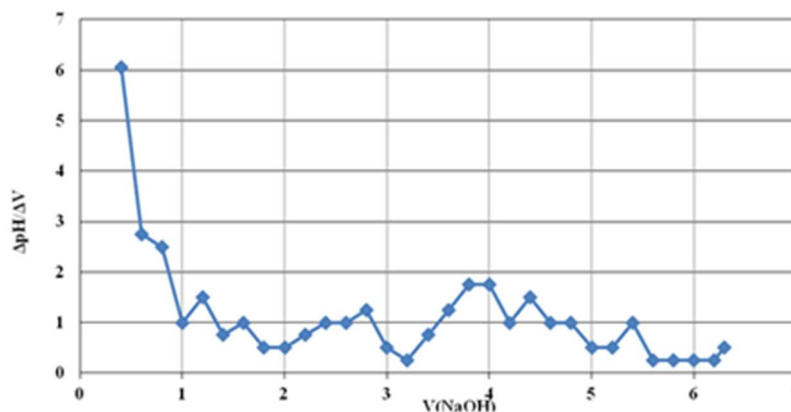
Матеріали та методи. До складу напою входять: вода, цукор, регулятор кислотності - лимонна кислота, ароматизатори, барвники - антоціани, консервант - сорбат калію, стабілізатори (гумміарабік, ефіри гліцерину та смоляних кислот), підсолоджувач - сахаринат натрію.

В роботі використовували метод потенціометричного титрування. Індикаторний електрод – скляний ЕСЛ, стандартний – хлорид-срібний. Титрант – 0,1 моль/л NaOH.

Результати. Лимонна кислота – 4-х основна харчова кислота, яка використовується у виробництві багатьох харчових продуктів. $pK_1 = 3,13$; $pK_2 = 4,66$; $pK_3 = 6,40$; $pK_4 = 16,0$. Для визначення скільки точок еквівалентності і які саме можна зафіксувати обчислювали різниці між сусідніми pK : $\Delta 1 = pK_2 - pK_1 = 4,66 - 3,13 = 1,53 < 4$ – зафіксувати неможна; $\Delta 2 = pK_3 - pK_2 = 6,40 - 4,66 = 1,74 < 4$ – зафіксувати неможна; $\Delta 3 = pK_4 - pK_3 = 16,0 - 6,40 = 9,6 > 4$. Отже можна зафіксувати тільки одну третю точку еквівалентності за реакцією:



Диференціальна крива потенціометричного титрування Schweppes за першою похідною



Вміст лимонної кислоти обчислювали за формулою $m(\text{ЛК}) = (\text{CNaOH} \cdot V_{\text{т.екв}} \cdot M / 3 \cdot V_{\text{пляшки}}) / 1000 \cdot 20 = 0,1 \cdot 0,5 \cdot 64 \cdot 500 / 20000 = 0,08 \text{ г}$

Висновок. Оскільки до складу досліджуваного напою не входять шкідливі речовини, Schweppes можна вважати безпечним харчовим продуктом. Крім того, вміст досить великої кількості цукру допомагає заповнити нестачу глюкози в організмі, швидко відновити сили. Також це сприяє покращенню стану в стресових ситуаціях за рахунок посилення вироблення гормону радості дофаміну.

8. Визначення вмісту H_3PO_4 у напоях фірми Coca-Cola

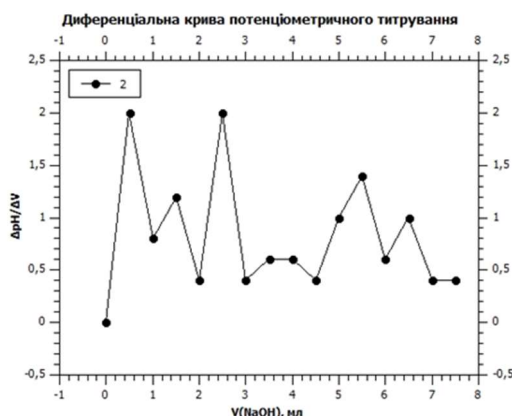
Аліна Колтун, Катерина Ярчак, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ортофосфорна кислота входить до складу окремих популярних напоїв, наприклад, пепсі, пепсі-кола, кока-кола. Основна область використання ортофосфатної кислоти – виробництво фосфатних і складних концентрованих добрив, отримання кормових фосфатів, синтетичних миючих засобів. На упаковках ортофосфатна кислота часто підписується як «регулятор кислотності Е-338». Ортофосфатна кислота порушує кислотно-лужний баланс в організмі в бік підвищення кислотності. Щоб її нейтралізувати, організму доводиться витіснити кальцій з кісток і зубів. Звідси карієс. Ця ж причина призводить до все більш ранньому виникненню остеопорозу.

Матеріали і методи. Об'єкт – напій ТМ «Coca-Cola» (об'єм пляшки 500 мл). Сутність методу полягає у визначенні кількості ортофосфатної кислоти у зразку напою, за допомогою диференціальної кривої потенціометричного титрування, за першим стрибком кривої. До складу напою входять: вода питна, цукор, діоксид вуглецю, барвник цукровий колер IV, ортофосфатна кислота, натуральні ароматизатори, ароматизатор кофеїн.

Результати. На основі цих даних було побудовано диференціальну криву потенціометричного титрування за 1-ю похідною: залежність $(\Delta \text{pH})/(\Delta V)$ від $V(\text{NaOH})$.



За допомогою кривої визначили вміст ортофосфатної кислоти, а саме за першим стрибком кривої, тому що саме він показує вміст кислоти, а інші стрибки показують різноманітні домішки, які входять до складу напою. За формулою було пораховано вміст ортофосфатної кислоти у зразку:

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = (C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{екв}) \cdot M(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot V(\text{пляшки})) / (1000 \cdot V(\text{піпетки})) = (0,1 \cdot 0,5 \cdot 98 \cdot 500) / (1000 \cdot 20) = 0,1225 \text{ г}$$

Висновок. Було визначено вміст ортофосфатної кислоти у напою ТМ «Coca-Cola» за допомогою диференціальної кривої потенціометричного титрування за першою похідною. Після проведення дослідів та обчислення за формулою отримали, що $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,1225 \text{ г}$. Але зробити висновок до відповідності кількості кислоти у зразку, не є можливим, так як виробник маскуючи наявність H_3PO_4 , не вказує про її вміст на упаковці.

9. Визначення хлоридів та сульфатів в шампуні Schauma men методом високочастотного кондуктометричного титрування

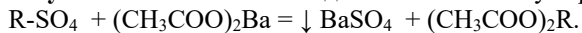
Яросвіт Лабатій, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

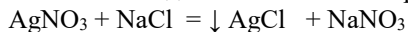
Вступ. Головне завдання миючого засобу для волосся – не створити візуальний обман, що з волоссям все гаразд, а очистити його від бруду непошкодивши. Краса і здоров'я волосся багато в чому залежать від компонентів, з яких складається миюча основа шампуню. Вони бувають різні: безпечні, ощадні і відверто шкідливі. Тому цікавим і актуальним питанням є вивчення складу, технологій виготовлення та методик аналізу шампунів для миття волосся з метою виявлення компонентів засобів, які є шкідливими або потенційно шкідливими речовинами, і можуть несприятливо позначатися на здоров'ї людини.

Матеріали та методи. Склад шампуню Schauma men проти лупи (інтенсивний шампунь з екстрактом імбіру): вода, лауретсульфат натрію, кокамідопропілбетаїн, хлорид натрію, піроктон оламін, екстракт кореня *Zingiber Officinale* (імбиру), лимонна кислота, бензоат натрію, парфум (аромат), PEG-7 гліцерил кокоат, полікватерніум-10, натрій гідроксид, пропіленгліколь, лімонен, ліналоол, сорбат калію. Метод високочастотного кондуктометричного титрування. Робочі стандартні розчини титрантів: 0,1 моль/л ацетат плюмбуму та нітрат аргентуму. Методика визначення: У стакан місткістю 150 мл вносимо 2 мл шампуню у випадку визначення хлоридів і 5 мл у випадку визначення сульфатів. Стакан вставляли у електролітичну комірку, доливали дистильовану воду, перемішували, додавали відповідні титранти. Крок титрування 0,5 мл. За отриманими даними будували криві титрування. За точками еквівалентності знаходили еквівалентний об'єм, який підставляли у формулу $m = \text{Ститранта} \cdot V_{\text{т.екв.}} \cdot M_x \cdot 400 \text{ мл} / 1000 \cdot V_{\text{аліквоти де } M_x}$ - молярна маса лауретсульфату натрію або хлориду натрію, або хлориду, або сульфату.

Результати: В основі методики визначення сульфатів лежить реакція:



В основі методики визначення хлориду натрію лежить реакція:



Висновок. Розроблені нові методики визначення лауретсульфату натрію, хлориду натрію, хлориду, сульфату в шампуні Schauma men. Методики відрізняються чутливістю, селективністю, простотою виконання. Але зробити висновок що до відповідності кількості лауретсульфату натрію у зразку, не є можливим, так як виробник, маскуючи його наявність, не вказує про його вміст на упаковці. Безсульфатні шампуні містять більш натуральні природні компоненти, які не менш ефективно очищають і наповнюють всіма необхідними компонентами волосся та шкіру голови. Виробники безсульфатних шампунів замінюють сульфати рослинними компонентами: лаурет сульфосукцинатами (lauret sulfosuccinate), лаурилглюкозидами (lauryl glucoside), децил глюкозидами (decylglucoside), кокоглюкозидами (cocoglucoside), які одержують, зокрема, з жирних спиртів натуральних олій і глюкози. Ці ПАР входять до складу натуральної та органічної косметики, і, на відміну від багатьох інших ПАР, здатні біологічно руйнуватися.

10. Способи одержання мікроцелюлози для фармацевтичної промисловості

Максим Клименко, Інна Попова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мікроцелюлоза – це очищена, частково деполімеризована целюлоза, що являє собою білий, без смаку і запаху кристалічний порошок, що складається з пористих частинок. Мікроцелюлозу широко застосовують у фармацевтичній промисловості у якості адсорбента, розпушувача або зв'язуючої речовини в таблетках і капсулах при вологій грануляції та прямому пресуванні [1].

Матеріали і методи. Було проведено аналіз вітчизняної та закордонної наукової літератури, систематизовано та узагальнено отримані знання і використано у написанні тези.

Результати. Мікроцелюлоза (далі МКЦ), завдяки корисним властивостям, застосовується у багатьох лікарських засобах твердої форми у складі як основної діючої речовини (целюлоза мікрокристалічна, МКЦ) так і допоміжної речовини – у БАДах, пробіотиках, пребіотиках, антибіотиках, антидотах, сорбентах, спазмолітиках, анальгетиках, гепатопротекторах, антигістамінних та поліферментних препаратах та ін.. Для її отримання, використовуються різні види целюлози: бавовняна, деревна, целюлоза зі стебел і листя очерету та ін.. Останніми роками спостерігається тенденція до застосування дешевших видів целюлози у вигляді вторинних ресурсів – рослинних відходів сільськогосподарського виробництва, трести технічної коноплі та льону [2] та ін.. Відомими способами одержання МКЦ є механічний, хімічний, біологічний та термомеханічний (можливе поєднання наведених способів для отримання якісного результату). В залежності від сировини для отримання МКЦ, використовують різні способи її одержання. Механічний та термомеханічний способи являють собою подрібнювання вихідної сировини до дрібнодисперсного порошку (у термомеханічному попередня обробка високими температурами), однак часто обоє мають недоліки у громіздкості обладнання та багатостадійності процесу. Біологічний спосіб являє собою використання бактеріальних штамів у біосинтезі целюлози при статичному культивуванні з одержанням целюлозної високополімеризованої плівки, але такі плівки використовуються у медичній сфері (створення штучних сполучних тканин). При розгляді хімічного способу отримання МКЦ, він являє собою кислотний гідроліз целюлози з використанням переважно мінеральних кислот (H_2SO_4 , HCl , HNO_3) і є найбільш поширеним способом отримання МКЦ. Кислотний гідроліз, в залежності від сировини, складається з етапів термообробки гарячими розчинами кислот, витримки під високим тиском (для забезпечення парового вибуху), етапу відбілювання розчином перекису водню, УЗ-дії, дії СВЧ-обладнання, нейтралізації отриманої суміші та сушіння МКЦ.

Висновок. Використання методу кислотного гідролізу для одержання МКЦ для потреб фармацевтичної промисловості є найбільш поширеним напрямком, але слід враховувати характер сировини для ефективного та економічно вигідного планування виробництва.

Література:

1. Маслій Ю.С. Фармацевтична енциклопедія, Целюлоза мікрокристалічна. № 97.
2. Мельник О.А., Мельничук М.Д., Кашицький В.П., Отримання мікрОВОЛОКОН целюлози з трести технічної коноплі та льону, Товарознавчий вісник. Випуск 15, с. 317-325. 2022.

11. Показники активності гуморальних реакцій імунітету у спортсменів залежно від рівня фізичного навантаження

Марія Левон¹, Володимир Левон², Олена Шевченко¹

¹Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

²Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, Київ, Україна

Вступ. Зростання навантажень у спортсменів, зумовлених збільшенням об'ємів тренувань, кількістю змагань, все частіше поєднуються з порушеннями в імунному гомеостазі [1, 2].

Мета роботи – вивчити особливості розвитку імунного дистресу у спортсменів залежно від ступеня фізичного навантаження.

Завдання: визначити основні зміни показників імуноглобулінів основних класів у спортсменів залежно від фізичного навантаження.

Матеріал та методи. В роботі узагальнені результати обстеження 30 спортсменів (легкоатлети) в передзмагальний та змагальний період.

Всі обстежені були розділені на дві групи. Першу групу склали 16 осіб спринтерів, переважно з анаеробним енергозабезпеченням, віком 18-19 років. Другу групу склали 14 спортсменів-легкоатлетів, у котрих переважає аеробне енергозабезпечення, аналогічного віку. Обстеження проводились до, після та на 3 добу після фізичних навантажень.

Результати та їх обговорення. У обстежених першої групи нами були вивчена концентрація в сироватці крові імуноглобулінів основних класів.

Встановлено зниження вмісту Ig G, A, M відносно вихідних значень після фізичного навантаження (другий термін дослідження). Зменшення цих показників відносно значень здорових осіб склало 26,0% ($p<0,05$), 21,0% ($p<0,05$), та 11,0% ($p<0,05$) відповідно. Встановлено підвищення концентрації Ig E відносно показників здорових осіб на 21,1%.

На 3-ю добу після фізичного навантаження концентрація імуноглобулінів підвищувалась відносно значень цих показників попереднього терміну дослідження. Однак, вони залишалися зниженими стосовно значень здорових осіб.

На основі визначення вмісту імуноглобулінів класів G, A, M у обстежених другої групи було встановлено значне зниження цих показників відносно значень здорових осіб ($p<0,05$) (другий термін дослідження).

Висновки.

1. Концентрації імуноглобулінів основних класів під впливом значних фізичних навантажень значно знижуються.

2. Підвищення вмісту імуноглобуліну E правдоподібно, може свідчити про включення імунних механізмів у відповідь на фізичне навантаження.

Література.

1. Левон М.М. Профілактика вторинного остеоартрозу в спортсменів //Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. – 2013. – №1. - С.291-295

2. Назар П.С., Шевченко Е.А., Осадчая О.И., Левон М.М. Иммунный статус спортсменов при физической нагрузке //Наука в олимпийском спорте. – 2014. - №1. – С.37-43

12. Використання трансглютамінази в харчових технологіях

Крістіна Погорела, Інна Попова

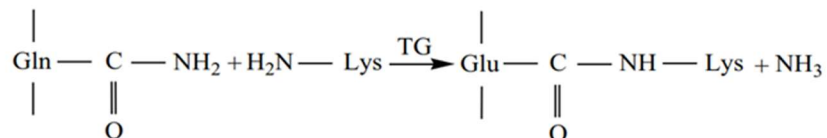
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Трансглютаміназа (ТГ) – це білковий фермент, каталізатор внутрішньо- та міжмолекулярної перехресної взаємодії білкових молекул шляхом утворення ковалентних зв'язків між амінокислотами лізину і глутаміну, що надає харчовому продукту, в складі якого присутній цей фермент, особливу текстуру, змінює органолептичні та фізико-хімічні властивості.

Матеріали і методи. Було проведено аналіз та систематизовано сучасні наукові публікації з метою подальшого використання у технологічній практиці.

Результати. Трансглютаміназа має здатність «зшивати» білки, тобто змінювати функціональні властивості білків шляхом утворення ковалентних зшивок. ТГ каталізують утворення амідних зв'язків між білками з утворенням нерозчинних білкових агрегатів, що дає можливість широко її застосовувати у різних галузях харчової промисловості, а саме у м'ясопереробній, рибопереробній та молочній.

ТГ каталізує реакцію ацильного переносу між γ -карбоксиамідною групою глутамінового залишку пептиду (ацил-донор) та первинними аміногрупами різноманітних аміносполук (ацил-акцептор), включаючи ϵ -аміногрупу лізинового залишку пептиду. Найбільший інтерес для переробки харчової сировини становить реакція зв'язування білків шляхом утворення нових пептидних зв'язків, які отримали назву, на відміну від природних, ізопептидних. Реакція протікає за схемою:



В результаті зв'язування глутамінового та лізинового залишків пептидів або білків утворюються високомолекулярні сполуки, що містять ϵ - (γ -глутаміл) лізинові внутрішньо-і міжмолекулярні зв'язки. Ці зв'язки можуть впливати на структуру та функціональні властивості білків. ТГ активна у широкому діапазоні рН (5-8) з оптимумом близько рН 7. Фермент стабільний при температурі до 40°C та інактивується при температурі вище 65°C.

Фермент має властивості поліпшувати консистенцію готової продукції, підвищувати її соковитість, збільшувати вихід та зменшувати собівартість кінцевої продукції, забезпечувати стабільність якості, затримувати вологу (при зберіганні товару в нарізаному вигляді).

Висновок. Трансглютаміназа знайшла широке застосування в харчовій промисловості, зокрема в приготуванні харчових продуктів. Перспективним є використання цього ферменту для покращення текстури продуктів, збільшення в'язкості та стабільності тіста, виробництво м'ясних продуктів низької калорійності, підвищення тривалості придатності до споживання.

Література.

1. Swaisgood H. E., Horton H. R. Covalent immobilization of proteins by techniques which permit subsequent release. *Methods Enzymol* No 135, p. 130–141. 1987.
2. Kieliszek M., Misiewicz, A. Microbial transglutaminase and its application in the food industry. A review. *Folia Microbiol.* № 59. P. 241, 2014.

13. Наноматеріали, їх класифікація та використання в харчовій промисловості

Злата Гарницька, Віра Іщенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Наноматеріали - це матеріали, створені з використанням наночасток або за допомогою нанотехнологій; розміри частинок в цих матеріалах лежить в інтервалі від 1 до 100 нм. Такі матеріали характеризуються комплексом цінних фізико-хімічних властивостей та біологічною дією. Розробка нових методів отримання наноматеріалів, вивчення їх властивостей є одним із пріоритетним напрямків сучасних наукових досліджень.

Матеріали і методи. У дослідженні використано аналіз сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури з даного питання, зокрема, щодо класифікації наноматеріалів, їх використання у харчовій промисловості, міжнародні стандарти, які регулюють використання наноматеріалів у харчовій промисловості.

Результати. Наноматеріали (НМ) можна класифікувати на різні групи за різними критеріями [1]. Як правило, їх класифікуються відповідно до їх розмірів, морфології, стану та хімічного складу. За геометричними розмірностями нанооб'єкти класифікують: нульвимірні НМ (0D) – сюди відносяться кластери, наночастинки, колоїди і квантові точки; одновимірні НМ (1D) – нанотрубки, волокна; двовимірні (2D) – тонкі плівки, слої; тривимірні (3D) – полікристали. На основі хімічного складу НМ можна класифікувати за різними групами, наприклад односкладові НМ і нанокомпозити. Нанокомпозити в свою чергу класифікуються за фазовою структурою на двофазні системи (наприклад, метал-оксид ($\text{Fe}/\text{Fe}_2\text{O}_3$) або напівпровідник-оксид (Si/SiO_2)) та багатофазні системи. Також за складом НМ поділяють на неорганічні, органічні і орґано-неорґанічні. Водночас НМ розглядають і в рамках більш широкій класифікації, яка враховує різноманітність структур і функцій НМ та їх високе значення для практики. НМ у харчовій промисловості здебільшого використовують при переробці та зберіганні продуктів харчування, для підвищення розчинності харчових продуктів та засвоєнню біоактивних хімічних речовин [2]. Нині відомі властивості наночастинок, що поліпшують засвоєння і біодоступність мікроелементів, вітамінів і деяких інших харчових речовин. Відомі нанокапсули, які використовуються для доставки поживних речовин (риб'ячого жиру, лікопіну, бета-каротину, лютеїну, фітостеринів та інших) в організм, що сприяє їх більш ефективному засвоєнню. Інновації в галузі пакування продуктів харчування - це найбільший прорив застосування НМ в харчових технологіях. Додавання наночастинок сприяє одержанню тари та упаковки з антимікробною дією, збільшує стійкість пакувальних матеріалів, продовжує терміни зберігання продукту; така упаковка добре зберігає аромат і колір.

Висновки. Незважаючи на стрімке зростання використання нанотехнологій у харчових продуктах та пакувальних матеріалах, треба проводити дослідження про вплив наночастинок на людський організм та довкілля. Використання НМ та нанотехнологій у харчовій промисловості повинно бути законодавчо врегульовано.

Література.

1. Tawfik A. Saleh. Nanomaterials: Classification, properties, and environmental toxicities. Environmental Technology & Innovation. 2020. V.20. P.2-14.
2. Rahul Biswas, Mahabub Alam, Animesh Sarkar, Md Ismail Haque, Md. Moinul Hasan, Mominul Hoque. Application of nanotechnology in food: processing, preservation, packaging and safety assessment. Heliyon. 2022. V.8. P. 1-16

14. Способи синтезу наноматеріалів

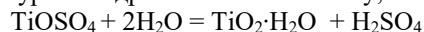
Діана Сміян, Віра Іщенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нанотехнології - це сучасний напрямок досліджень, що дозволяє виготовляти широкий клас матеріалів, в тому числі дисперсні матеріали з розміром частинок менше 100 нанометрів. Ці дослідження включають розробку методів синтезу, вивчення властивостей, застосування та вивчення питання можливої токсичності та впливу наноматеріалів на довкілля.

Матеріали і методи. У роботі проведено огляд та аналіз сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури про різні способи отримання наноматеріалів та схарактеризовано, які із цих способів є найбільш перспективні, розглянуто галузі застосовування наноматеріалів.

Результати. Наноматеріали синтезуються за допомогою різних методів, які поділяються на дві основні категорії методів «знизу вверх» і «зверху вниз». Методи «зверху вниз» – це в основному фізичні методи отримання наноматеріалів: плазмове напилення, методи лазерного випаровування, контрольована кристалізація тощо. Наприклад, в установці плазмового осадження в зону плазми разом з інертним газом–носієм вводяться сполуки металу. У зоні плазми вони контактують з органічним полімером і утворюють наночастинки оксидів, нітридів, карбідів металу. Фізичні методи синтезу наноматеріалів не потребують хімічних реагентів та розчинників, але для них потрібно специфічне устаткування, великі затрати енергії і тривалий час синтезу. Підходи «знизу в верх» передбачають синтез матеріалу атом за атомом, молекула за молекулою або кластер за кластером для одержання нанопродукту необхідного розміру. Цей метод передбачає, зокрема, проведення в розчині хімічних реакцій, що супроводжуються утворенням нерозчинних або важкорозчинних речовин (різні типи реакцій: гідроліз, окисно-відновні, нейтралізація). Наприклад, такий відомий наноматеріал як TiO_2 , що успішно використовуються для виготовлення газових сенсорів, функціональної діелектричної кераміки, барвників, має фотокаталітичні властивості і донедавна використовувався і в харчовій промисловості, одержують високотемпературним гідролізом солей Титану, наприклад:



Процес проводять при поступовому введенні води, іноді разом з органічним розчинником, що призводить до утворення золю, який потім переходить у гель. Одержання наночастинок срібла можна провести відновленням аргентум нітрату гідразином або натрій борогідридом:



Таке хімічне відновлення дозволяє керувати морфологією, а отже, й фізико-хімічними властивостями наночастинок металів у широкому діапазоні за рахунок варіювання типом відновника та параметрами процесу відновлення.

Висновки. Існує велика кількість методів синтезу наночастинок. Кожен з цих методів має свої переваги та недоліки. Фізичні методи дозволяють отримувати наночастинки з високою чистотою, але ці методи мають високу вартість. Хімічні методи характеризуються простою, економічністю та легкокерованістю, але потребують використання хімічних реактивів. Водночас вибір методу синтезу впливає на фізико-хімічні властивості наноматеріалу.

15. Порівняльний аналіз зразків молочної продукції ультразвуковим методом

Марія Литвинчук¹, Оксана Божок¹, Віра Іщенко²,
Оксана Кочубей-Литвиненко²

¹ Технічний ліцей Дніпровського району, Київ, Україна

² Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В наш час молочні продукти та молоко є найбільш часто вживаними продуктами в житті людей. Наразі сучасні споживачі молочної продукції все більше цікавляться автентичністю та харчовою цінністю продукту, його складом, звертають увагу на виробника. Тому проведення незалежної ідентифікації харчової продукції, одержання додаткової інформації про нього, виявлення можливого фальсифікату продукту є надзвичайно актуальним питанням.

Матеріали і методи. В дослідженні був використаний ультразвуковий метод аналізу складу молока з використанням ультразвукового аналізатора ЕКОМІЛК Бонд (Болгарія). Точність вимірювання складає близько 5%. Досліджувались наступні зразки молока: молоко натуральне незбиране, яке було піддане термічній обробці, молоко «Органік» пастеризоване, «Дитяче» ультрапастеризоване, пряжене молоко, козине молоко «Зінка», мигдалеве безлактозне, виробник «Ecomill» Іспанія, кокосове безлактозне того ж виробника і молоко пастеризоване безлактозне «Органік».

Результати. В досліджуваних зразках молочної продукції визначали вміст лактози, білку та жиру. Вміст білку та жиру обов'язково зазначається виробником на упаковці; щодо лактози, то її вміст у молоці не є обов'язковим показником, який вказує виробник, за виключенням тих випадків, коли молоко є безлактозним. Таке молоко відноситься до продуктів оздоровчого призначення та рекомендовано для осіб із частковою або повною несприйнятливістю лактози. Порівняння результатів дослідження показали, що визначений методом ультразвукового аналізу вміст лактози, білків та жирів у досліджуваних зразках у більшості випадків відповідає зазначеному на етикетці та лежить у межах похибки. Проте у двох зразках, які, як заявлено виробником, не повинні містити лактозу, прилад зафіксував сигнал, який може говорити про її наявність. Це зразки «Мигдалеве органічне рослинне безлактозне» (2,3 г лактози/100 г молока) та «Органік пастеризоване безлактозне» (5,2 г лактози/100 г молока). Вміст лактози у інших зразках молока лежить в межах 4,5 – 5,5 г/100 г молока, що відповідає нормі і співпадає із літературними даними. Найбільший вміст лактози виявився у молоці, яке було придбано на ринку (5,5 г/100 г молока); в цьому ж зразку і найвищий вміст білку (3,9 г/100 г молока). Найменший вміст білку знайдено у кокосовому молоці (0,4 г/100 г молока). Найкраще ж співпадіння по вмісту білків та жирів із знайденим за допомогою ультразвукового аналізу та тим, що було заявлено виробником на упаковці, виявилось для молока «Дитяче» ультрапастеризоване, виробник ТОВ «Яготинське». Також повне співпадіння із знайденим та зазначеним на упаковці було для кокосового безлактозного молока, виробник «Ecomill» Іспанія.

Висновки. Визначений методом ультразвукового аналізу вміст білків та жирів у досліджуваних зразках у більшості випадків відповідає зазначеному на етикетці та лежить у межах похибки. Висновок про те, що два зразки безлактозного молока, в якому виявлено лактозу, сфальсифіковані, можна робити тільки після проведення додаткових досліджень, наприклад, із застосуванням імуноферментного чи хроматографічного аналізу.

16. Піролохінолінхінон

Тетяна Топіха, Олена Майборода

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У 1979р. японські вчені виявили піролохінолінхінон в одному з видів бактерій, який тільки останнім часом зарахували до вітамінів (вітамін В₁₄). Дослідження цього водорозчинного вітаміну викликає великий інтерес у науковців.

Матеріали та методи. У даній роботі опрацьовано сучасну наукову літературу, що стосується біологічної ролі піролохінолінхінону.

Результати. У 2003 році японські вчені Тадафумі Като і Такаока Касахара в ході дослідження виявили, що у мишей, які отримували піролохінолінхінон, зміцнився імунітет, покращилась репродуктивна функція і якість шерсті. Ці ефекти були пов'язані з посиленням вироблення амінокислоти лізину. Також японці дослідили, що дана сполука веде себе в окисно-відновних реакціях як кофермент.

Вітамін В₁₄ відіграє важливу роль у багатьох біологічних процесах в організмі людини. Він сприяє доставці кисню до органів і тканин, покращує функцію еритроцитів, збільшує їхню тривалість життя, сприяє кровообігу і насиченню киснем м'язів серця та судин. Крім того, запобігає інфаркту міокарда, інсульту, ішемічній хворобі серця. Піролохінолінхінон також підтримує роботу нервової системи, допомагає зменшити стрес і депресивні стани, сприяє відновленню нервової тканини, покращує розумову діяльність та пам'ять.

Він уповільнює патологічний процес розвитку катаракти і помутніння кришталика ока, істотно покращує зір. Гальмує процеси старіння організму, сприяє підвищенню кількості лімфоцитів, завдяки чому стимулює діяльність імунної системи. Вітамін В₁₄ позитивно впливає на перебіг вагітності, нормалізує розвиток плода. Він має надзвичайно потужну антиоксидантну активність. Це важливе відкриття підтверджує його функціональні можливості щодо захисту від токсинів харчового та медикаментозного походження та інших видів отруєння, протидіє згубному впливу хіміотерапії. Вітамін В₁₄ каталізує реакції вільнорадикального окиснення, які допомагають захистити гепатоцити від впливу патогенів різної етіології. Він є коферментом флавінредуктази еритроцитів, тому інша назва його – кофермент PQQ відомий своєю здатністю захищати молекули РНК і ДНК від негативних впливів, шляхом стимуляції росту і розвитку клітин.

Добова потреба піролохінолінхінону становить 5-6 мкмоль на 1 кг маси тіла. Нестача вітаміну може призвести до різних проблем зі здоров'ям, які зазначені вище. Жодного випадку передозування зафіксовано то до сих пір не було. Отже, вважається, що нестача коферменту PQQ більш небезпечна, ніж його надлишок. Вітамін В₁₄ зустрічається в продуктах харчування рослинного та тваринного походження, синтезується мікроорганізмами. Міститься він у зелені, бобових, овочах, фруктах (ківі, папайя, яблука, банани), хлібі грубого помелу, зеленому чаї, печінці.

Висновок. Отже, вітамін В₁₄ виявляє антиоксидантну, кардіо- та нейропротекторну дії. Дослідження його потенціалу та властивостей продовжуються, відкриваючи нові горизонти для наукових досліджень.

17. β -Карболоїнові алкалоїди

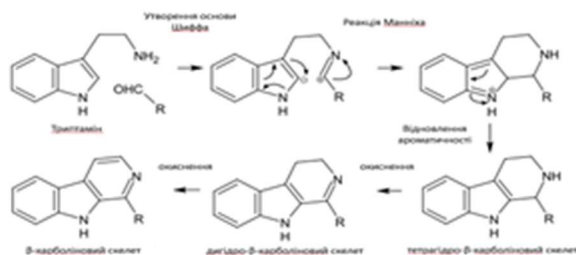
Тетяна Мельник, Олена Майборода

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. β -карболоїнові алкалоїди відносяться до індольних неізопреноїдних алкалоїдів. Це сполуки природного та синтетичного походження, мають біологічну активність і виконують захисну функцію в рослинах.

Матеріали та методи. У даному дослідженні проведено аналіз літературних джерел про біосинтез β -карболоїнових алкалоїдів та застосування в фармації.

Результати. Біосинтез β -карболоїнових алкалоїдів відбувається за реакцією Пікте-Шпенглера шляхом утворення основи Шиффа з триптаміну і альдегіду (або кетокислоти чи її естеру) і подальшої внутрішньомолекулярної реакції Манніха, де в ролі нуклеофілу виступає атом карбону в другому положенні ядра індолу. Далі відновлюється ароматичність при дегідруванні цього атома карбону. Отриманий тетрагідро- β -карболоїновий скелет послідовно дегідрується до дигідро- β -карболоїну і β -карболоїну. Вступати в реакцію можуть також заміщені триптаміни, триптофан та його естери.



До простих (неізопреноїдних) похідних β -карболоїну відносяться: гармін, гармалін, тетрагідрогармалін, гарман, кантіон. Синтез гарміну і гармаліну відбувається за участю піровиноградної кислоти.

Ще одним способом синтезу β -карболоїнового скелету є модифікація ізохіноліну за методом Бішлера-Напірального, в якій замість N-ацил- β -фенілетиламінів використовуються N-ацилтриптаміни. В результаті синтезу утворюються 3,4-дигідро- β -карболоїни:



Речовини, що містять β -карболоїнову групу, можуть застосовуватися в фармакологічній сфері: проти малярії, для інгібування моноаміноксидази, циклізалежних кіназ, топоізомерази, для інтеркаляції ДНК, мають протисудомний, протипухлинний, седативний та психотропний ефекти: усувають або зменшують невротичні прояви: страх, тривогу, емоційну напругу, використовуються як снодійне. Серед противірусних, протипаразитарних та антимікробних препаратів також наявні сполуки з β -карболоїновим скелетом.

Висновки. Отже, β -карболоїнові алкалоїди - це велика група індольних алкалоїдів з різним ступенем ароматичності, які представляють великий інтерес завдяки їхній різноманітній біологічній активності.

18. Дослідження умов комплексоутворення металів з краун-етерами.

Олена Руденко, Олег Кроніковський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для розробки ефективних методик розділення та визначення катіонів металів в об'єктах навколишнього середовища досить часто використовується рідинна екстракція. Селективність екстракції в значній мірі залежить від правильності підбору реагентів, розчинників та умов проведення процесу. Досить селективними реагентами при вилученні ряду металів зарекомендували себе макроциклічні краун-етери. Дослідженню закономірностей в таких екстракційних системах і 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. Утворення катіонних комплексів металів з краун-етерами в водних розчинах ускладнюється досить вираженою здатністю полярних молекул води сольватувати катіони металів. При комплексоутворенні центральний йон металу повинен бути, в крайньому разі, частково дегідратований для входження в порожнину поліетеру. Зменшити конкуруючу з процесом комплексоутворення гідратацію можливо шляхом заміни води малополярними розчинниками з низькою енергією сольватації.

Так, метанол слабо впливає на координування катіона металу краун-етерами, оскільки є значно слабкішим, ніж вода, сольватуєчим середовищем. Це зумовлює утворення більш стійких комплексів, значення констант стійкості (Кст) яких ни 3 – 4 порядки перевищують ті ж значення, отримані для водних розчинів.

Залежність між lg Кст та співвідношенням розміру порожнини краун-етера з діаметром катіону лишається такою ж, як і для 14 – 18-членних краун-етерів в водних розчинах.

Вплив замісників в 18-членному краун-кільці на величину lg Кст незначний, але може залежати від природи катіона. Наприклад, значення lg Кст комплексів K⁺ та Cs⁺ з дициклогексил-18-краун-6 більші, ніж з дибензо-18-краун-6, а для Na⁺ спостерігається зворотня залежність. Заміна одного чи кількох атомів Оксигену в кільці макроцикла на атоми Нітрогену, Сульфору, Фосфору, Силіцію, Арсену і інших елементів веде до утворення гетерокраун-сполук, які в значній мірі відрізняються від оксигеновмісних аналогів вибірковістю комплексоутворення.

Як правило, при переході до неводних розчинників стійкість комплексів зростає. Це особливо помітно для малополярних розчинників з низькою сольватуєчою здатністю. В деяких випадках природа розчинника впливає на селективність комплексоутворення. Так, для комплексів дибензо-18-краун-6 з лужними металами виявляється K⁺- вибірковість і стійкість у воді, метанолі, диметилсульфоксиді, диметилформаміді та пропіленкарбонаті змінюється в ряду K⁺ > Na⁺ > Rb⁺ > Cs⁺.

Висновки. Досліджено та зроблено висновки про вплив природи розчинника, співвідношення між розмірами катіону металу та порожнини краун-етера, наявності замісників в макроциклічному кільці поліетера на стійкість утворюваних комплексних сполук.

19. Аналітичні характеристики комплексів катіонів металів з макроциклічними поліетерами.

Іван Дюбакін, Олег Кроніковський

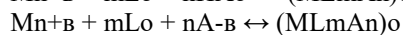
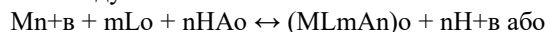
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Екстракція в аналізі є одним з найбільш поширених методів розділення сумішей елементів і їх концентрування перед заключним визначенням. Для вирішення цієї задачі необхідні перш за все високовибіркові реагенти, до числа яких можна віднести макроциклічні поліетери, тим паче, що в деяких випадках вибірковість реакцій комплексоутворення йонів металів з макроциклічними лігандами при екстракції зростає.

Матеріали і методи. Розчини краун-етерів ("Aldrich") готували за точною наважкою, вихідні розчини нітратів металів "х.ч." стандартизували титриметрично. Розчин кислот стандартизували рН-метричним титруванням. Вміст металів в водній та органічній фазах визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі "Сатурн-3П-1" (полум'я пропан-бутан – повітря). Кислотність розчинів контролювали на рН-метрі ЭВ-74 зі скляним електродом.

Результати. Якщо заряд катіонного комплексу MLn^+ , що утворюється в водній фазі, нейтралізувати підходящим протийоном (наприклад, аніоном вихідної солі), то така йонна пара, завдяки гідрофобності краун-етера, може вилучатися органічними розчинниками. Вилучення найбільш ефективне для солей, що мають об'ємні і "м'які" аніони.

Утворення комплексів з краун-етерами та їх розподіл в органічну фазу можна описати слідуною схемою:



Константи екстракції для цих процесів рівні відповідно:

$$K^*_{ex} = \frac{[MLmAn]_o [H^{+v}]_v}{[Mn^{+v}]_v [L]_o [HA]_o^n} \text{ та}$$

$$K_{ex} = \frac{[MLmAn]_o}{[Mn^{+v}]_v [L]_o [A^{-v}]_v}.$$

Константи K^*_{ex} та K_{ex} пов'язані між собою співвідношенням:

$$K_{ex} = K^*_{ex} / K_{ex}(HA)_n, \text{ де}$$

$$K_{ex}(HA) = \frac{[HA]_o [H^{+v}]_v}{[A^{-v}]_v}.$$

На екстракційні властивості систем з краун-етерами в значній мірі впливає розподіл самих краун-етерів між водою та органічним розчинником. Процес розподілу краун-етерів між водною та органічною фазами при їх співіснуванні можна описати слідуючим рівнянням:

$$L_v \leftrightarrow L_o; \quad PL = \frac{[L]_o}{[L]_v},$$

де PL – константа розподілу краун-етера, що характеризує екстракційну здатність розчинника по відношенню до розподілюваної речовини. Чим вище значення константи розподілу, тим краще при інших рівних умовах краун-етер переходить в органічну фазу. Для одних і тих же розчинників константи розподілу зростають зі збільшенням гідрофобності макроциклу, а при переході від одного розчинника до іншого PL зростає зі збільшенням розчинності краун-етера в органічному розчиннику.

Висновки. На основі отриманих результатів та з використанням приведених схем процесів розраховано та проаналізовано константи екстракції ряду катіонів металів в виді різнолігандних комплексів з краун-етерами і відповідними аніонами. Показана можливість використання даних екстракційних систем для розділення близьких за властивостями металів.

20. Фотокаталітичне окиснення СО за участю Co_3O_4 під дією світла видимої ділянки спектра

Катерина Ярчак¹, Поліна Глухова², Михайло Овчаров^{1,2}

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАНУ, Київ, Україна

Вступ. На сьогодні значне місце займають роботи, що базуються на фотокаталітичних реакціях знешкодження забруднювачів техногенного походження. Як фотоактивний учасник різноманітних редокс-процесів, звертає на себе увагу оксид кобальту [1]. Такий матеріал може виявитись перспективним для створення ефективних фотокаталізаторів знешкодження забруднювачів повітря, зокрема, СО.

Матеріали і методи. Оксид кобальту був отриманий золь-гель методом із використанням $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ та крижаної оцтової кислоти, також застосовувався триблок сополімер Pluronic P123 як структуроутворюючий агент. Монооксид вуглецю отримували реакцією сірчаної та мурашиної кислот. Для визначення кількостей монооксиду вуглецю використовували детектор чадного газу KXL 801.

Результати. Був проведений рентгенофазовий аналіз отриманого порошкового зразку. На дифрактограмі (рис., а) синтезованої речовини наявні площини відбиття (111), (220), (311), (222), (400), (422), (511), (440) та (533), характерні для кубічної структури Co_3O_4 (ICDD, картка #063165). З використанням формули Шеррера було визначено, що середній розмір кристалітів дослідженої речовини дорівнює ~ 9 нм.

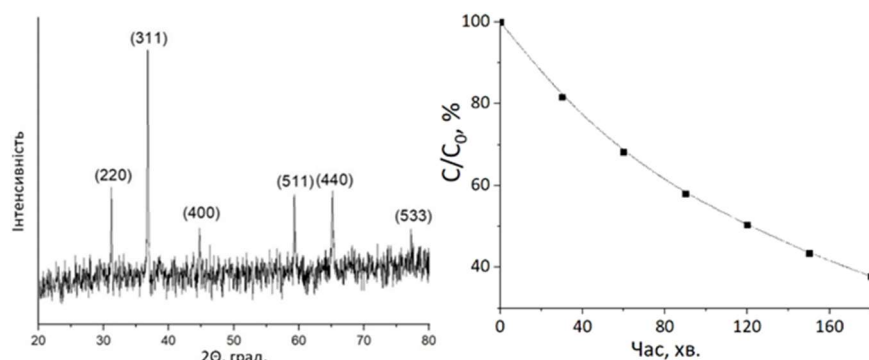


Рисунок. а) рентгенівська дифрактограма Co_3O_4 ; б) кінетичні криві процесу фотоокиснення СО при опроміненні оксиду кобальту видимим світлом.

Отриманий зразок оксиду кобальту продемонстрував високу активність при реалізації реакції окиснення монооксиду вуглецю в атмосфері повітря, індуковану опроміненням системи видимим білим світлом компактної фотолюмінесцентної лампи (Delux 50W EQS-05), при цьому інтенсивність фотоконверсії СО складала більше 60 % протягом 180 хвилин світлової експозиції (рис., б).

Висновки. Із залученням золь-гель методу синтезовано кристалічний Co_3O_4 , який при опроміненні світлом видимої ділянки спектра проявляє високу фотоактивність у процесі нейтралізації СО.

Література.

1. Subagyo R., Yudhowijoyo A., Sholeha N. A. et al. Recent advances of modification effect in Co_3O_4 -based catalyst towards highly efficient photocatalysis. J. Colloid Interface Sci., No 650, P. 1550-1590. 2023.

21. Бази даних з відкритим і вільним доступом для розробки лікарських препаратів

Оксана Зеленська, Олександр Макаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасному світі значно зростає роль комп'ютерного моделювання при розробці лікарських препаратів. Як правило, це надважливо ще до стадії доклінічних випробувань, оскільки серед перспективних молекул виділяють ті, які є потенційно активними, ті, які можуть бути потенційно проблемними, наприклад містять токсичні фрагменти або такі, що мають неспецифічну активність. Такі моделювання є основами для створення ідей щодо хімічних модифікацій сполук з метою підвищити їх спорідненість до терапевтичної мішені або покращити їхню фармакокінетику.

Матеріали і методи. Було систематизовано дані на основі відкритих джерел з метою подальшого використання у практичній роботі.

Результати. Комп'ютерне моделювання активності молекул використовує численні бази даних і набори даних, які стосуються малих молекул, їх біоактивності та біологічних процесів, пов'язаних з ними. В ці бази даних включена інформація про тривимірні структури, наприклад органічних речовин і біомакромолекул, їх молекулярні властивості, деякі з яких, зокрема, пов'язані з фармакокінетикою чи токсичністю. Початком створення таких баз даних можна вважати 1971 рік, коли запрацював Protein Data Bank (PDB) [1], який зберігає дані про тривимірні структурні великих біологічних молекул, таких як білки та нуклеїнові кислоти.

Наведемо перелік деяких відкритих баз, які стосуються інформації про токсичність.

Назва	Опис	Посилання
AMED Cardiotoxicity Database	База даних 9259 інгібіторів hERG ($IC_{50} \leq 10$ мкМ) і 279718 неактивних сполук ($IC_{50} > 10$ мкМ).	https://drugdesign.riken.jp
CTD (Comparative Toxicogenomics Database)	CTD 2021 містить 45 мільйонів токсикогеномічних зв'язків для 16394 хімічні речовини.	https://ctdbase.org/downloads/
DGIdb (Drug- Gene Interaction Database)	DGIdb 4.0 (травень 2021 р.) містить 100 273 взаємодії між 39095 молекул і 4847 генів, включаючи 54591 взаємодію між ліками.	https://www.dgldb.org/
FDAMDD	Максимальна рекомендована добова доза для 1216 лікарських засобів.	https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/bioassay/1195

Висновки. Бази даних і набори даних повинні мати чітку ліцензію на використання. Ресурсам з вільним і відкритим доступом часто віддають перевагу в академічному середовищі, де фінансування часто є обмеженим і недостатнім. Такі відкриті ресурси підвищують продуктивність, дозволяють вільно обмінюватись інформацією, максимізують її використання і полегшують роботу вже з отриманими результатами досліджень.

Література.

1. Access Computed Structure Models (CSMs) of all available model organisms <https://www.rcsb.org/> (2024, лютий, 29).

22. Стевіолглікозиди як перспективні підсолоджувачі

Катерина Ярчак, Олександр Макаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В останні час є підвищений інтерес до розробки натуральних некалорійних підсолоджувачів, що забезпечують сенсорні властивості, подібні до сахарози. Однією з найбільш перспективних альтернатив є стевіолглікозиди, високосолодкі сполуки, витягнуті з листя *Stevia rebaudiana* Bertoni. Стевіолглікозиди є основними підсолоджуючими сполуками, які мають набагато вищу підсолоджувальну силу, ніж звичайна сахароза або глюкоза.

Матеріали і методи. Було проведено аналіз та систематизацію джерел літератури з метою подальшого використання у наукових розробках.

Результати. Стевія традиційно використовується як підсолоджувач у Південній Америці. В даний час це використання поширюється по всьому світу. Стевія вийшла на ринок Японії в 1970 році. Японія загалом була першою країною за межами Латинської Америки, яка культивувала та продавала стевію як альтернативу сахарозі. У 2011 Європейський Союз сертифікував стевіолглікозиди як харчову добавку, тоді як у 2018 FDA присвоїло екстракту листя стевії статус «Загальновизнаний як безпечний». Двома основними підсолоджувачами є стевіозид (~9,1%) і ребаудіозид А (~3,8%) [1].

Стевіозид корисний для здорових людей, як підсилювач природженої імунної системи. Крім того, стевіозид і ребаудіозид А, що вводяться в більш високих дозах, можуть бути запропоновані як потенційні кандидати на ліки для лікування: кардіоваскулярних розладів діабету, раку, запалення, діареї та окисних процесів, де в більшості випадках пригнічують подразники хвороб і допомагають зберегти життя мільйонам.

Пероральне споживання стевіозиду в рекомендованих дозах 4 мг/кг не є тератогенним або канцерогенним. Ні стевіозид, ні ребаудіозид А не всмоктуються в шлунково-кишковому тракті людини. Обидва ці глікозиди перетворюються на вільний стевіол під дією мікроорганізмів. Стевіол абсорбується, але швидко виводиться із сечею у формі стевіол глюкуроніду [2]. Стевіозид можна вважати безпечною, не калорійною, не карциногенною, не алергенною та природною альтернативою сахарозі, харчовою добавкою. Мабуть, головним обмеженням його використання є його гіркий післясмак. Однак сьогодні ферментативний процес глікозилювання покращує сенсорні властивості і прийнятність стевіозиду.

Висновки. Стевіолглікозиди є перспективними заміниками сахарозі. Однак вони володіють і низкою інших корисних властивостей, що робить їх перспективними у фармакологічній практиці. Поряд з цим вони не проявляють токсичної дії в тих кількостях, в яких, зазвичай, використовуються.

Література.

1. Tavarini, S.; Angelini, L.G. *Stevia Rebaudiana* Bertoni as a Source of Bioactive Compounds: The Effect of Harvest Time, Experimental Site and Crop Age on Steviol Glycoside Content and Antioxidant Properties. *J. Sci. Food Agric.* № 93, P. 2121, 2013.
2. Orellana-Paucar, A.M. *Steviol Glycosides from Stevia rebaudiana: An Updated Overview of Their Sweetening Activity, Pharmacological Properties, and Safety Aspects.* *Molecules*, №28, P. 1258, 2023.

23. Буферні системи у природних середовищах

Тетяна Топіха, Тетяна Мельник

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Буферні системи є важливими компонентами, які підтримують стабільність рН в природних середовищах та біологічних рідинах, що є необхідною для нормального перебігу життєвих процесів.

Матеріали і методи. Проведено аналіз літературних джерел, інтернет-ресурсів, а також сучасних наукових публікацій.

Результати. Баланс рН у природних системах впливає на функціонування організмів і є необхідною умовою їхнього існування. Буферні системи забезпечують підтримку кислотно-лужної рівноваги і, утримуючи показник рН рідин у вузькому діапазоні. Найпотужнішою буферною системою крові є гемоглобінова система, яка складається з неіонізованого гемоглобіну Hb і його калієвої солі KHb , а основним лужним резервом крові є карбонатна буферна система ($\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$). Гемоглобінова система взаємодіє з карбонатною системою, яка є основною позаклітинною буферною системою. У капілярах тканин іонізований гемоглобін взаємодіє з карбонатною кислотою, підтримуючи рівень лужних резервів: $\text{KHb} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{KHCO}_3 + \text{Hb}$. У легенях гемоглобін витісняє з гідрокарбонатів H_2CO_3 , що супроводжується зменшенням лужних резервів: $2\text{Hb} + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{KHb}$. Отже, при зниженні рН дихання стимулюється, що призводить до виведення з організму надлишку CO_2 , і, навпаки, при підвищенні рН частота дихання знижується для зменшення виведення CO_2 легенями. Саме так забезпечується збереження рН крові в межах фізично допустимих величин 7,2–7,4. У клітинах рН підтримується фосфатними та білковими буферними системами. Фосфатна буферна система представлена спряженою кислотно-основною парою H_2PO_4^- і HPO_4^{2-} і відіграє важливу роль у підтримці рН внутрішньоклітинної рідини в межах 6,9–7,4.

Води океанів містять солі лужних металів і є природними буферними середовищами. Атмосферний CO_2 розчиняється у воді і є джерелом іонів HCO_3^- які у рівновазі з H_2CO_3 утворюють буферну систему океанів, здатну підтримувати рН у межах 8,1–8,4. Прісні водойми мають значно меншу буферну ємність, тому більш чутливі до дії антропогенних чинників. Нормальний діапазон рН для прісноводної екосистеми є в межах 6,0–9,0. Основними причинами порушення нормального рН прісноводних екосистем є кислотні дощі, мінеральні і стічні води.

Показник рН ґрунтів варіюється від 5,0 до 9,0 і впливає на безліч біологічних, хімічних і фізичних властивостей ґрунту, у тому числі на доступність поживних речовин та процеси, від яких залежить ріст рослин та урожайність біомаси. Показник рН ґрунту визначається як природними чинниками, наприклад швидкістю вимивання розчинних солей катіонів Ca^{2+} , K^+ і Na^+ і швидкістю їх вивільнення з мінералів, так антропогенними, такими як застосування мінеральних добрив і кислотних дощів. На відміну від водних екосистем, показник рН ґрунтів можна коригувати, створюючи відповідні штучні буферні системи.

Висновки. Природні буферні системи не лише забезпечують стабільність рН у різних середовищах, але й є ключовими для збереження екологічної рівноваги та підтримки життя. Розуміння їхньої дії є важливим для збереження екосистем та збереження здоров'я людей.

24. Вторинні метаболіти плодів *Pistacia vera* L.

Марина Іванова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фісташки вважаються важливим джерелом біологічно активних компонентів, які порівняно з іншими горіхами мають більш здоровий харчовий профіль з низьким вмістом жиру. Багатий склад фітохімічних речовин, таких як, каротиноїди, флавоноїди, антоціани, фенольні сполуки, робить фісташки потужним продуктом для вивчення. Хоча фісташки були менш вивчені, ніж інші горіхи, багато досліджень надають докази їх позитивного впливу на людський організм.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз сучасної наукової літератури щодо біологічних властивостей фісташок, зумовлених наявністю в них вторинних метаболітів.

Результати. *Pistacia vera* L. (фісташка) є єдиним видом роду *Pistacia*, який дає їстівні горіхи, досить великі, щоб бути комерційно прийнятними.

Плоди фісташки являють собою кістянки, що містять їстівні поодинокі овальні насіння, вкриті тонкою і м'якою насінневою оболонкою (теста). Насіння вкрите неїстівною, твердою, гладкою оболонкою кремового кольору (ендокарпієм), яка, у свою чергу, покрита м'ясистою, тонкою оболонкою, блідо-зеленого кольору з рум'янцем під час зрілості. Унікальний колір фісташкових горіхів пояснюється поєднанням цих корисних сполук: жовтого кольору від катехінів, лютеїну та зеаксантину; зелений від хлорофілу; і фіолетова зовнішня оболонка насіння з антоціанів.

Основний клас фенольних сполук фісташок включає флавоноїди. Основними флавоноїдами, ідентифікованими у фісташках, є флаванолі, флавоноли, флаванони, ізофлавоноли та антоціани.

Серед горіхів фісташки є найбагатшим джерелом ізофлавононів (геністеїн-7-О-глюкозид, геністеїн і дайдзеїн). Розподіл та переважання флавоноїдів у шкірці та ядрі відрізняються.

Ядра фісташок характеризуються наявністю катехіну, еріодиктіол-7-О-глюкозиду, геністеїну-7-О-глюкозиду, нарингенін-7-О-неогесперидозиду, рутину (кверцетин-3-О-рутинозиду), ізокверцетину, геністеїну, еріодиктіолу, дайдзеїну та апігеніну. Шкірка фісташок містить ці флавоноїди, за винятком ізофлавононів і апігеніну.

Шкірка фісташок також містить епікатехін, кверцетин, нарингенін, лютеолін, кемпферол і антоціанідини (ціанідин-3-О-галактозид і ціанідин-3-О-глюкозид).

Суміш гомологів анакардової кислоти є основним компонентом фісташкового лушпиння, за яким слідують жирні кислоти, фітостероли, каротиноїди, токоферолі та три тритерпенові кислоти (мангіферолова, ізомангіферолова та мангіферонова кислоти). Сирі фісташки є джерелом проантоціанідинів, також відомих як конденсовані таніни, кінцевих продуктів шляху біосинтезу флавоноїдів.

Висновки. Завдяки високому вмісту біологічно активних сполук фісташки є одними з найкращих продуктів із загальною антиоксидантною та протизапальною дією, є перспективними агентами для зниження ризику погіршення пам'яті й когнітивних функцій, та можуть мати сприятливий вплив на шкіру та здоров'я сітківки ока.

Література.

Mandalari G., Barreca D., Gervasi T., et al. (2022), Pistachio Nuts (*Pistacia vera* L.): Production, Nutrients, Bioactives and Novel Health Effects, Plants (Basel), 11(1), 18 p.

25. Збагачення м'ясних продуктів харчування інкапсульованим йодом

Христина Чебаненко, Василь Пасічний

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Йод — один з найважливіших мікроелементів, який безпосередньо впливає на функціонування щитовидної залози на всіх стадіях розвитку людини. Численними дослідженнями встановлено, що вміст йоду у щитовидній залозі залежить від наявності його у продуктах харчування.

Матеріали та методи. Дослідження йоду в заготовках м'ясного фаршу здійснювали за допомогою церій-арсенітного методу Sandell-Kolthoff в модифікації Dunn.

Результати. Загальновідомо про те, що при технологічній обробці біологічна цінність продуктів харчування зменшується. Тому при дослідження вміст йоду було виміряно у напівфабрикатах (фаршевих системах) та у готових до вживання м'ясних фрикадельках та тефтелях. Зразки було виготовлено на основі фаршевої системи свинини, яловичини та курятини з додаванням отриманого комплексу β -CD·I₂.

Зразки	Вміст йоду у фаршевій системі, $\mu\text{g/kg}$	Вміст йоду у готовому виробі, $\mu\text{g/kg}$	Втрати йоду, %
Середнє значення у фрикадельках	3535,8	2629,8	26,38
Середнє значення у тефтелях	2880,0	1129,3	60,87

Таблиця 1. Визначення кількості йоду у фаршевих системах та у готових виробах

Згідно проведеного дослідження результати якого наведено у таблиці 1, достатньо 2104,7 μg комплексу на 100 g фаршу для фрикадельок. Для приготування тефтелей вміст 1714,3 μg комплексу має міститися в 100 g м'ясного фаршу. Виходячи з отриманих результатів досліджень середній вміст йоду у приготовлених фрикадельках 2629,8 $\mu\text{g/kg}$. А у приготовлених тефтелях у томатному соусі середній вміст йоду складає 1129,3 $\mu\text{g/kg}$. Напівфабрикати фрикадельок готуються на пару, а напівфабрикати тефтелей тушкуються у соусі. Готова порція фрикадельок становить від 45 g, а тефтелей у соусі близько 100 g. Добова потреба людини в йоді 90-300 μg . При вживанні порції фрикадельок організм отримує 118,34 μg йоду, тоді як вживання тефтелей збагачених інкапсульованим йодом призводить до надходження в організм людини 112,93 μg йоду. Розрахунки проведено з врахуванням попередніх досліджень вмісту йоду у отриманому комплексі. Отримані дані свідчать про те, що вмісту йоду у β -CD·I₂ складає 16,8 %.

Висновок. Отримані результати вмісту йоду у фаршевих системах та у готових м'ясних кулінарних виробах свідчать про те, що втрати йоду є допустимими, але більшими вони є при приготуванні тефтелей за рахунок тривалішої термічної обробки.

26. Використання титан(IV) оксиду в харчових технологіях

Ганна Журавльова, Христина Чебаненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Діоксид титану, двоокис титану, titanium dioxide, титанові білила, харчовий барвник E171 – будь-який з цих написів може зустрітися на багатьох етикетках нашої продукції. Багато хто не уявляє, що це речовина титан(IV) оксид використовується в кулінарії, хоча споживали продукти, що містять цей компонент.

Матеріали і методи. Було здійснено аналіз та систематизовано сучасні наукові публікації з метою вивчення властивостей та використання у виробничих умовах.

Результати. Титан(IV) оксид має хімічну формулу TiO_2 і входить до групи амфотерних оксидів, не розчиняється у воді, ступінь взаємодії з лугами і кислотами в природних умовах виражена дуже слабо. E171 є добавкою, яка представляє собою безбарвні кристали, які при нагріванні набувають жовтого кольору. Існують два основних промислових методу отримання діоксиду титану: з ільменітового концентрату – сульфатний метод, і з тетрахлориду титану – хлоридний метод. Про популярність діоксиду титану говорить той факт, що щорічно в світі його виробляється більше п'яти мільйонів тонн. Україна є також експортером діоксиду титану. На експорт йде більш 85 % продукції що виробляє завод ВАТ «Сумхімпром».

У сучасній промисловості діоксид титану використовують і як барвник, і як відбілювач, його застосовують у різних барвниках, каталітичних покриттях, у різноманітних пластмасових виробках, у виробництві паперу, упаковки, фармацевтичних препаратів та косметичних засобів, у зубних пастах та продуктах харчування. Оглянувши полиці наших супермаркетів, ми обов'язково зіткнемося з титан(IV) оксидом – це завжди продукція світлих кольорів. TiO_2 міститься в сирах, морозиві, карамелі, жувальних гумках, в сухих сніданках і в сухому молоці. Призначення харчової добавки – поліпшити їх зовнішній вигляд, зробити його більш привабливим, а значить затребуваним. В наш час існує безліч думок щодо впливу харчової добавки E171 на організм людини. Добавка дозволена у багатьох країнах, зокрема в Україні та Європейському союзі. Варто зазначити, що дослідження в області токсичності харчових добавок, а саме щодо E171, проводяться в США вже з 1969 року. 2016 року Європейське агентство з безпеки харчової продукції (EFSA) проводило переоцінювання безпеки харчової добавки E171, експерти дійшли висновку, що немає переконливих свідчень на користь канцерогенного або генотоксичного ефекту діоксиду титану. Час від часу у наукових журналах вчені публікували результати, які вказували на можливу небезпеку для здоров'я людини від E171, особливо коли той потрапляє в організм у вигляді наночастинок, розміром меншими як 100 нанометрів. За ступенем впливу на організм діоксид титану відноситься до 4 класу небезпеки, тобто є малонебезпечним. Діоксид титану практично нерозчинний у водному, кислотному та лужному середовищі, тому він погано виводиться з людського організму, накопичується та осаджується в організмі. Тому споживачі харчової продукції повинні самостійно приймати рішення про придбання продуктів харчування з використанням діоксиду титану.

Висновки. Незважаючи на тривалі дослідження і експерименти, барвник E171 використовується в якості харчової добавки і внесений до списків харчових добавок, дозволених для застосування в харчовій промисловості. Звісно, за умови, якщо його будуть додавати в їжу в мінімальних дозах.

27. Вітамін В₁₇

Тетяна Барвінська, Надія Квітковська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

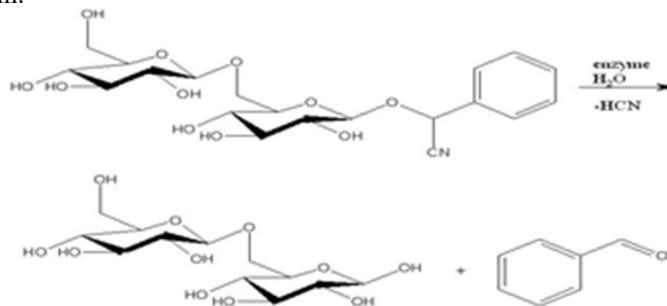
Вступ. Носієм гіркої смаку насіння яблука і ядерець кісточок багатьох інших фруктів (абрикос, персик, слива) є хімічна сполука під назвою амигдалін.

Матеріали і методи. Проаналізовано та систематизовано наукові праці з даної теми для подальшого дослідження.

Результати. До складу молекули амигдаліну входить фрагмент цукру генціобіози C₁₂H₂₂O₁₁ та манделонітрил C₆H₅CH(OH)CN. Наявність ціаногрупи (-CN) у складі молекули дає можливість віднести амигдалін до найбільш відомих «ціаногенних» глікозидів, що легко продукує HCN.

Кількість амигдаліну, відомого як вітамін В₁₇, у насінні та кісточках декотрих фруктів приблизно складає (мг/г): яблука – 3,0, груша – 1,3, черешня – 2,7, абрикоса – 14,4, вишня – 3,9, слива – 2,2, персик – 6,8, слива Ренклот – 17,5, нектарини – 0,1. Він також може бути присутнім у наливках і винах виготовлених з цих фруктів.

Існує твердження, що вітамін В₁₇ здатен вбивати ракові клітини. На це відкриття у 1952 році отримав патент доктор Е.Т.Кребс. Вітамін В₁₇ вибірково діє на клітини. Лаєтрил притягається до ракових клітин, в яких знаходиться фермент β-глюкозидаза, утворюючи бензальдегід та синильну кислоту, вбиває їх, при цьому не руйнуючи здорових клітин.



Фермент роданаза, який міститься у здорових клітинах, може також запобігти інтоксикації здорових клітин, перетворюючи ціанід на відносно нетоксичний роданід.



Амигдалін також має виражені болезаспокійливі властивості, підвищує імунітет.

Висновки. Наразі немає чітких даних про ефективність дії вітаміну В₁₇ у якості протиракового препарату, але можливе його використання як дієтичної добавки у комплексній терапії, тому важливо знайти правильне поєднання заходів у рамках цілісної терапії раку, щоб підвищити шанси на одужання.

Література.

1. A. Bora, W. Delphine Silvia, S. Mohanty, V. Bharat, K. Pinnelli. Amygdalin laetrile-a nascent vitamin B17: a review. International Journal of Research in Medical Sciences, July Vol 9. p.2160-2166. 2021.

28. Роль триптофану в організмі людини

Захар Яковенко, Надія Квітковська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Триптофан – це незамінна амінокислота, яку організм не може виробляти самостійно. Нестача триптофану може стати причиною виникнення серйозних проблем зі здоров'ям, призвести до розвитку хронічного безсоння та вплинути на регуляцію когнітивних функцій, настроїв та поведінку.

Матеріали і методи. Проаналізовано літературні джерела та наукові публікації вітчизняних та закордонних авторів.

Результати. Джерелами триптофану для організму людини зазвичай є різні продукти харчування, такі як авокадо, боби, сир, молоко, грудка індички, тощо, а також джерелом можуть бути безпосередні добавки триптофану.

Потрапляючи в організм, триптофан у клітинах під впливом фолієвої кислоти, вітаміну С та магнію перетворюється на 5-гідрокситриптофан (5-НТР) – активну форму триптофану, після чого перетворюється у серотонін. Далі серотонін перетворюється на мелатонін (гормон сну). У цих процесах беруть участь також вітамін В6 та цинк. На жаль, через високий рівень кортизолу та інсулінорезистентності перетворення триптофану в 5-НТР знижується.

Окрім серотоніну та мелатоніну, триптофан є попередником нікотинаміду, триптаміну, хінолінової та ксантуренової кислоти, кінуреніну, а також ніацину, нікотинамід аденін динуклеотиду (NAD), кінуренової кислоти тощо (Рис.1).

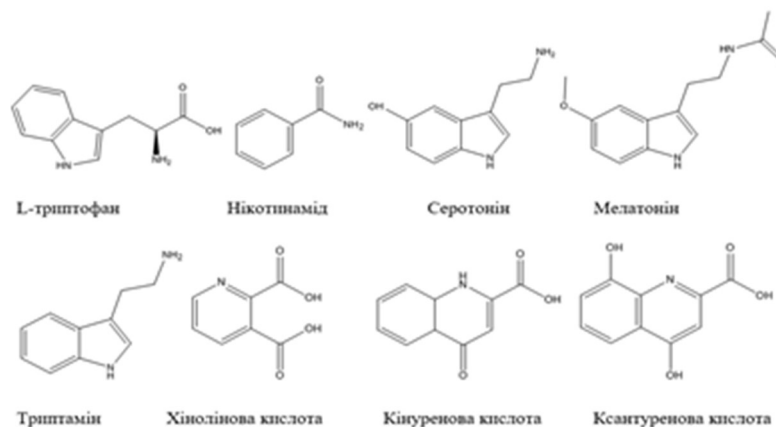


Рис.1. Триптофан та його метаболіти

Дисрегуляція кінуренінового шляху спричиняє гіпо- та гіперфункції нейроактивних метаболітів, що тісно пов'язано з неврологічними та невродегенеративними розладами, зокрема, які виникають при хворобі Альцгеймера. В свою чергу нікотинамід переносить водень, бере участь в метаболізмі жирів, протеїнів, амінокислот, пуринів, тканинному диханні, а також може знешкоджувати шляхом окиснення чужорідні речовини.

Висновки. Тривалий дефіцит триптофану може спричинити дерматити, пелагру, серйозні психічні порушення, проблеми з пам'яттю, безсоння та кишкові розлади.

17.2.

Chemical technology

Chairperson – associate professor Olena Podobiy
Secretary – associate professor Tetiana Boichuk

17.2.

Хімічна технологія

Голова – доцент Олена Подобій
Секретар – доцент Тетяна Бойчук

1. Development and research of ceramogranite slabs antibacterial coatings for furnishing the working premises of public catering enterprises

Serhiy Kartyshev, Olena Fedorenko

Kharkiv Polytechnic Institute National Technical University, Kharkiv, Ukraine

Introduction. The report discusses issues related to the theoretical and technological principles of obtaining ceramic facing materials with an antibacterial effect, intended for working surfaces of food units furnishing of public use establishments and production premises of restaurant enterprises.

The goal of the research is to create glazes for porcelain stoneware tiles with a prolonged antibacterial effect when using affordable and environmentally safe components.

Research materials and methods. The objects of research are large-format porcelain stoneware slabs with antibacterial coatings. The methodological approach to the glaze development for the antibacterial coatings obtaining included the selection of bactericidal agents; comprehensive assessment of physico-chemical properties and structural features of the glass matrix using modern predictive methods; production of laboratory samples, determination of coatings operational properties and evaluation of the their bactericidal action. Characteristics of the coatings bactericidal properties against strains of *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* were determined according to ISO 22196.

The results. Recently, large-format porcelain stoneware slabs have been widely used for arranging work surfaces. Antimicrobial surfaces of porcelain stoneware prevent the settlement and reproduction of bacteria and pathogenic fungi, eliminate unpleasant odors and ensure easy dirt removal. The effectiveness and prospects of using coatings for porcelain stoneware slabs containing bactericidal components is due to their constant antibacterial protection regardless of lighting conditions, activity against a wide range of harmful microorganisms, long service life, as well as excellent aesthetic and technical characteristics [1].

The analysis of science literary and patent data showed that the most well-known way of achieving the ceramic tiles antibacterial effect is to use the argentum ions properties. Thus, the German company Zahna Fliesen GmbH [2] manufactures ceramic tiles with Silverzanit® antibacterial coating, which actively prevent bacterial contamination of work surfaces and reduce the risk of the environment microbial contamination. The Japanese company Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd. [3] developed antibacterial additives that include argentum compounds intended for use in the sanitary porcelain and ceramic tiles production. The antibacterial effect of materials containing silver nanoparticles is associated with blocking the active catalytic centers of enzymes. However, the antimicrobial activity of such materials largely depends on the shape and size of Ag nanoparticles [2]. It should also be taken into account that argentum shows selective activity against the various diseases causative agents. In addition, argentum, as a bactericidal agent, not only significantly increases the cost of products, but is also able to accumulate in the human body.

As part of the conducted research, the tin and zinc oxides effectiveness as bactericidal coating fillers was determined. It is shown that Zn^{2+} Sn^{4+} cations are toxic to pathogenic microorganisms in concentrations that do not exceed the migration permissible amounts for the human body. Zinc bleaches and stannium dioxide were introduced at the stage of nonfritt glaze preparation in different ratios, which made it possible to determine the bactericidal fillers optimal concentrations. For the production of porcelain stoneware samples, press-powder from Kharkiv Tile Factory Private Joint Stock Company was used. Samples were made according to factory technology. Using the experiment planning method, the optimal compositions of nonfritte opacified glaze were determined, which ensure the coatings formation with a complex of high operational and aesthetic properties (microhardness 760-800 MPa, heat resistance above 225 °C, gloss 40-55%, whiteness 87.5-91.2%) under conditions of porcelain stoneware high-speed firing. Studies of the antibacterial action effectiveness of the coatings in relation with their phase composition showed that the cassiterite and ganite phases, formed in the coating during firing, inhibit the microorganism's growth on the porcelain stoneware slabs surface. Coatings with an optimal composition have a pronounced antibacterial effect: the relative reduction of CFU is 24% (for *Escherichia coli*) and 38% (for *Staphylococcus aureus*).

Conclusions. It was established that porcelaine stoneware slabs containing SnO_2 and ZnO oxides in a total amount of 16 wt. % while maintaining the SnO_2 : ZnO = 1.65 : 1.0 ratio have pronounced antibacterial properties against pathogenic *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria. The perspective of using large-format porcelaine stoneware slabs with antibacterial coatings for furnishing walls, floors, and working surfaces of food blocks in public institutions and production facilities of restaurant enterprises it has been proven.

References

1. Reinos J.J., Enríquez E., Fuertes V., Liu S., Menéndez J., Fernández J.F. The challenge of antimicrobial glazed ceramic surfaces. *Ceram. Int.* 2022;48:7393–7404.
2. Silverzanit-Antibacterial ceramics. <https://www.zahnafliesen.de>. Retrieved from: <https://www.zahna-fliesen.de>
3. Advanced material. Technical Report. Properties of Antibacterial Additive for Pottery. <https://www.soc.co.jp>. Retrieved from: https://www.soc.co.jp/sumitomo_e/

2. Anthocyanins in raspberry and their potential health benefits

Vladyslava Kuzinska, Olena Podobii

National University of Food Technologies, Kyiv

Introduction. Anthocyanins are one of the most common plant pigments. Most of the red, blue, and purple-colored vegetables, fruits, especially berries, and flowers contain anthocyanins. It has been proved that these phytochemicals have various beneficial health effects and are potential pharmaceutical ingredients [1, 2].

Material and methods. In this study the analysis of modern scientific literature was conducted. The methods that were used are generalization, systematization, specification.

Results. Anthocyanins are glycosylated forms of anthocyanidins that are a subgroup of flavonoids. Their general molecule structure is shown in Figure 1.

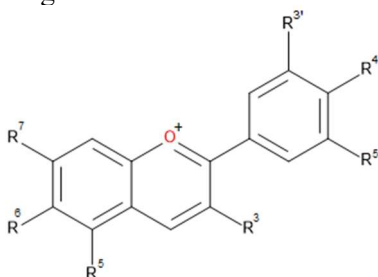


Figure 1 – General anthocyanin structure

Anthocyanins are found mostly in berries, fruits and vegetables and responsible for their red, purple and blue colour. Over 700 unique anthocyanins have been isolated from their natural sources but cyanidin, delphinidin, pelargonidin, peonidin, malvidin and petunidin glycosides are the most common ones. Berries, especially blackcurrants, blackberries, redcurrants, blueberries, bilberries and raspberries contain high levels of these phytochemicals [1].

Red raspberry (*Rubus idaeus* L.) is a widely spread berry in Ukraine. Its unique polyphenol profile is mainly characterized by anthocyanins, the average amount of which is from 200 to 300 mg per 100 g of dry weight. The main anthocyanins contained in red raspberry are cyanidin (22.60 mg/100 g) and pelargonidin (1.60 mg/100 g) glycosides. Its cyanidin derivatives are basically represented by cyanidin-3-sophoroside, cyanidin-3-glucoside and cyanidin-3-rutinoside, the content of which increases as the fruit matures (Figure 2) [1, 3].

Anthocyanins have been widely studied for their beneficial health effects due to their anti-inflammatory, antimicrobial, antidiabetic, anti-obesity and anticancer properties.

Their therapeutic effects on the cardiovascular system are associated with improved lipid profiles and reduced blood pressure that reduce the risk of coronary problems, cardiomyopathies, and ischemia. Some studies indicate that these compounds demonstrate capacity to inhibit various types of cancer, such as human

brain, breast, skin, thyroid, gastric, liver, bladder, colon and renal cancer mainly attributed to their antioxidant activity. Due to their neuroprotective effects anthocyanins help to prevent neurological pathologies, such as Alzheimer and Parkinson's diseases and show neurological improvements in cognition, learning, memory, and verbal fluency. Because of antioxidant, anti-inflammatory and anti-obesity properties they help in treatment of diabetes mellitus. In addition, it has been reported that they can improve vision, stimulate appetite, and protect against various non-communicable diseases [1, 2].

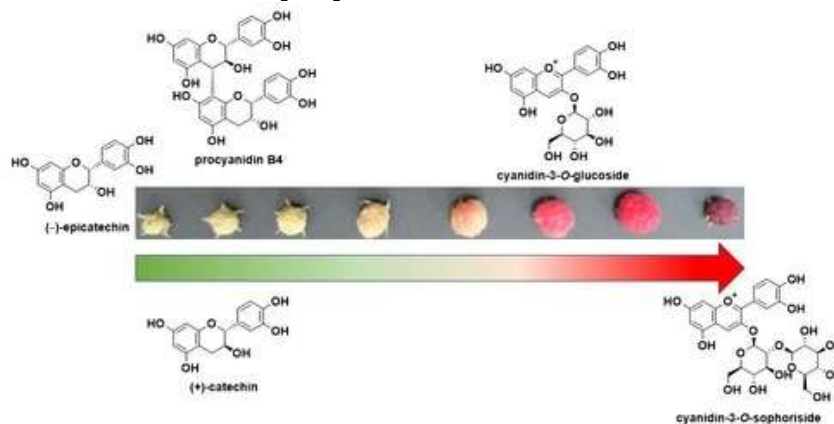


Figure 2 – The content of polyphenolic compounds during raspberry ripening

Conclusions. Anthocyanins are valuable compounds that are present in a variety of vegetables and fruits, the daily intake of which can help to prevent several diseases, which evidence indicates. Therefore, the regular consumption of raspberries that also contain high levels of anthocyanins leads to benefits to human health.

References

1. Khoo H. E., Azlan A., Tang S. T., Lim S. M. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*. 2017. Vol. 61. №1. 1361779.
2. Gonçalves A.C., Nunes A.R., Falcão A., Alves G., Silva L.R. Dietary Effects of Anthocyanins in Human Health: A Comprehensive Review. *Pharmaceuticals*. 2021. Vol. 14. №7. 690.
3. Kobori R., Yakami S., Kawasaki T., Saito A. Changes in the Polyphenol Content of Red Raspberry Fruits during Ripening. *Horticulturae*. 2021. Vol. 7. №12. 569.

3. The technology of loose face powder with oxide pigments production

Ihor Kovalchuk, Ihor Fesych

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Red oxide pigments, such as iron (III) oxide (Fe_2O_3), are widely used in the cosmetic industry to make loose powders. These pigments have a number of advantages, such as high color fastness, chemical inertness and safety for the skin.

Materials and methods. Analysis of scientific literature and relevant data on technologies of red oxide pigments production and their usage for loose powders preparation, applying analytical methods was performed. In this research scientific data and relevant articles. The optimal technology of involves the usage of raw oreas as raw material.

Results and discussion. The analysis of red oxide pigments production that may be further used for cosmetics industry was performed. Based on the results of analytical analysis it was established the simplest and simultaneously efficient method of red oxide pigments manufacturing, applying magnetic and gravimetric separation. The technological scheme of loose powder production was proposed, that is demonstrated on figure 1. Application of magnetic separation allows to increase the yields simultaneously decreasing costs due to elimination of roasting stage. Such a scheme is rather flexible and can readily respond to the changing in ore composition.

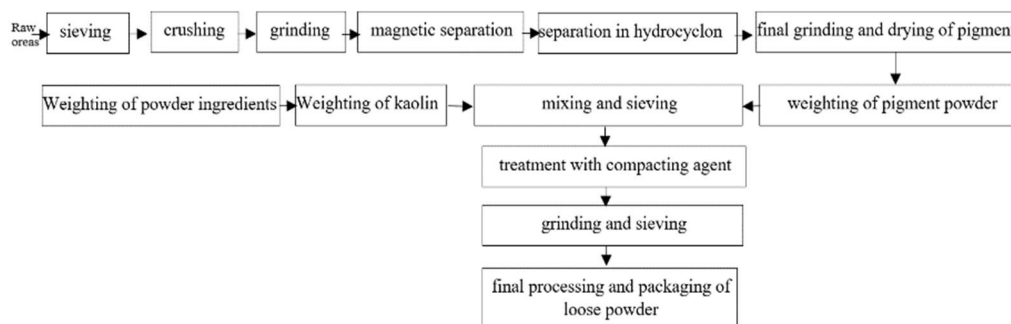


Figure 1 – Technological scheme of loose face powder with red oxide pigments production

Conclusions. The optimized technology of loose face powder with red oxide pigment preparation was proposed. The proposed technology provides better ecological safety and simultaneously high yield of pigment yield.

References

1. Pereira, Francisco. (2024). COSMETICS PRODUCTION (In Portuguese). PRODUÇÃO DE COSMÉTICOS. 10.13140/RG.2.2.13067.09767.
2. Rahman, Lutfor. (2020). Synthesis and Characterization of Pigment Grade Red Iron Oxide from Mill Scale. International Research Journal of Pure and Applied Chemistry. 16. 1-9.

4. Порівняльна характеристика відбілюючих компонентів у кремах для обличчя

Богдана Гонсіровська, Владислав Авдієнко,
Олена Чернишева, Тетяна Авдієнко

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», Дніпро, Україна

Вступ. Догляд за шкірою обличчя це такий сегмент ринку, який швидко зростає не тільки у разі потреби гігієни шкіри обличчя, а також вдосконалення зовнішнього виду людини, підвищення її привабливості. Однією з проблем, що турбує багатьох людей незалежно від статі і віку, є небажана гіперпігментація обличчя. Вона може бути спричинена багатьма факторами: акне, шкідливим впливом ультрафіолетового випромінювання, змінами гормонального фону, віковими змінами тощо.

Матеріали і методи. На підставі аналізу профільної наукової літератури та тенденцій сучасної косметичної галузі – космецевтики, було проведено порівняльну характеристику та проаналізовано економічну доцільність використання у відбілюючих кремах для обличчя таких компонентів як вітамін С, ніацинамід та альфа-арбутин.

Результати. Пошук активних компонентів для створення ефективних і безпечних косметичних відбілюючих засобів проводився серед відомих і новітніх інгредієнтів [1].

Вітамін С є одним із найпоширеніших природних антиоксидантів. Більшість рослин і тварин здатні синтезувати його *in vivo* з глюкози, але людям і деяким іншим хребетним для цього не вистачає ферменту L-глюконо-гамма-лактоноксидази. Основним джерелом вітаміну С для людини є фрукти та овочі, особливо багаті на нього цитрусові, полуниця, вишня, ківі, манго, помідори, капуста, броколі, брюссельська капуста тощо.

При виборі депігментуючого засобу важливо розрізняти речовини, які токсичні для меланоцита, від речовин, які переривають ключові етапи меланогенезу. Вітамін С відноситься до другої категорії депігментуючих засобів. Ця сполука перешкоджає утворенню пігменту на різних етапах його синтезу. Він спричиняє освітлення шкіри шляхом взаємодії з йонами міді в активному центрі тирозинази, зменшує кількість окисненого допахінону – субстрату на шляху синтезу меланіну, та перериває окиснення DHICA (5,6-дигідроксиіндол-2-карбонової кислоти, проміжного продукту біосинтезу меланіну). Беззаперечною перевагою аскорбінової кислоти є її безпечність навіть при високих рівнях використання протягом тривалого періоду часу, частково завдяки її розчинності у воді. З недоліків вітаміну С можна відмітити його хімічну нестабільність та схильність до швидкого окиснення і денатурації у водних розчинах. Гідрофільна природа аскорбінової кислоти також обмежує її проникнення через шкіру, якщо тільки не порушується бар'єр рогового шару. В промислових масштабах аскорбінову кислоту синтезують двома способами – методами Hoffmann-La Roche і Genentech, кожен з яких базується на ферментативному бродінні глюкози.

Ніацинамід є біологічно активною формою ніацину (вітаміну B₃), який міститься в багатьох коренеплодах і дріжджах. Ніацинамід впливає на шкірну пігментацію шляхом пригнічення перенесення меланосом від меланоцитів до кератиноцитів і може перешкоджати клітинному сигнальному шляху між кератиноцитами та меланоцитами, зменшуючи інтенсивність меланогенезу. Дослідження показують, що ніацинамід не впливає на активність тирозинази, синтез меланіну або кількість меланоцитів у моношаровій культуральній системі. До переваг ніацинамідів відносять високу ефективність та велику кількість додаткових функцій: відновлення ліпідного

бар'єру, зменшення пор, захист шкіри від ультрафіолетового випромінювання, розгладження мімічних зморшок. Ніацинамід вважається потужним засобом для боротьби з сухістю і лущенням шкіри, зі зниженням еластичності шкіри. Недоліки цієї речовини майже не досліджені, але встановлено, що вона може викликати алергічну реакцію (почервоніння та свербіж) у людей з чутливою шкірою. В промисловості основною сировиною для синтезу ніацинамідів є нікотинова кислота.

Альфа-арбутин-4-гідроксифеніл- α -D-глюкопіранозид – широко використовується в доглядовій косметичці як відбілювач шкіри та входить до складу космецевтичних засобів для покращення її стану. Він діє шляхом пригнічення активності тирозинази – ферменту, який бере участь у виробленні меланіну. Цю речовину зазвичай отримують шляхом ферментативного або хімічного гідролізу природного арбутину, видобутого з таких рослин як мучниця, журавлина або шовковиця. Гідроліз руйнує глікозидний зв'язок в арбутині, в результаті чого утворюється альфа-арбутин, який потім виділяють і очищають для подальшого використання [2]. В косметичних засобах альфа-арбутин вважається безпечним інгредієнтом, речовина пройшла ретельну оцінку безпеки і з високою ймовірністю не викликає подразнення шкіри. Якщо використовувати згідно з рекомендованими концентраціями та методами застосування альфа-арбутин вважається безпечним для більшості людей [3], так використання α -арбутину є безпечним для споживачів у косметичних засобах у концентрації до 2% у кремах для обличчя та до 0,5% у лосьйонах для тіла. До недоліків засобів на основі α -арбутину можна віднести порівняно низьку ефективність, з іншого боку, м'яка дія цієї речовини може стати перевагою для людей з чутливою шкірою, а легкий освітлюючий ефект надає шкірі свіжого вигляду. Промисловий синтез альфа-арбутину відбувається за рахунок трансглюкозилювання гідрохінону певним видом мікроорганізмів.

Таким чином, для вирішення проблем пігментації шкіри необхідно скорегувати цикл вироблення і руйнування меланіну, а для цього і застосовуються відбілюючі космецевтичні засоби.

Висновки. Було проаналізовано переваги та недоліки трьох речовин з відбілюючим ефектом. Встановлено, що більшою ефективністю володіють засоби з вітаміном С та ніацинамідом, а засоби з вмістом альфа-арбутину є оптимальними для людей з чутливою шкірою. Враховуючи специфіку синтезу кожної з аналізованих сполук, на нашу думку, найбільш економічно доцільною є розробка рецептури відбілюючого крему для обличчя з діючою речовиною вітамін С. Цей висновок зумовлений доступністю сировини для виробництва вітаміну С і порівняно високою ефективністю засобів з його вмістом.

Література

1. Відбілюючі інгредієнти (Електрон. ресурс)/ Спосіб доступу: URL: <https://inveran.com.ua/news/statti/vidbiluuci-komponenti> (дата звернення 15.03.2024).
2. Alpha-Arbutin (Електрон. ресурс)/ Спосіб доступу: URL: <https://cosmetics.specialchem.com/inci-ingredients/alpha-arbutin> (дата звернення 15.03.2024).
3. Alpha-Arbutin (Електрон. ресурс)/ Спосіб доступу: URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Alpha-Arbutin>(дата звернення 15.03.2024).

5. Про можливість утворення бінарних гідратованих кобальту(II)-кальцію фосфатів

Соломія Волощук, Надія Антрапцева

Національний університет біоресурсів та природокористування України, Київ,
Україна

Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Покращені фізико-хімічні та експлуатаційні характеристики бінарних сполук широко відомі. Гідратовані фосфати, до складу яких входять одночасно два катіони, одержано як у вигляді твердих розчинів, так і подвійних солей. Стосовно кобальту(II) і кальцію фосфатів експериментальні дані в літературі обмежені.

Мета даної роботи – дослідити можливість утворення бінарних гідратованих кобальту(II)-кальцію фосфатів.

Матеріали і методи. Бінарні фосфати одержували взаємодією при 25 і 75°C механічної суміші кобальту(II) гідроксокарбонату (68,32% CoO) і кальцію карбонату (54,51% CaO), які брали у співвідношенні від 0 до 100% мол. і розчин 87% фосфатної кислоти (160-180% від стехіометрії). Фосфати, що утворюються, ідентифікували хімічним, рентгенофазовим (ДРОН-4М, з'єднаний із обчислювальним комплексом, FeK α , внутрішній стандарт NaCl) та ІЧ спектроскопічним (спектрометр Nexus-470) аналізами.

Результати. Результати аналізу твердої фази, що осаджується у разі наявності у вихідних реагентах лише одного катіону (кобальту або кальцію), свідчать про утворення індивідуальних дигідрофосфатів кобальту(II) дигідрату і кальцію моногідрату. Хімічний склад, рентгенографічні і ІЧ спектроскопічні характеристики їх відповідають відомим для Co(H₂PO₄)₂·2H₂O і Ca(H₂PO₄)₂·H₂O.

Склад осаду за наявності у вихідних реагентах обох катіонів (кобальту і кальцію) у досить широкому інтервалі значень співвідношення кобальту і кальцію у них (CoO:CaO від 5:1 до 1:5) ідентифікований як механічна суміш індивідуальних кобальту(II) і кальцію дигідрофосфатів.

Осадження при 25°C (оптимальна температура для утворення Co(H₂PO₄)₂·2H₂O) призводить до збагачення твердої фази кобальт дигідрофосфатом. Про це свідчить хімічний склад суміші дигідрофосфатів, що осаджуються. В ній за умов однакової кількості кобальту(II) і кальцію у складі вихідних реагентів (CoO:CaO = 1:1) переважає Co(H₂PO₄)₂·2H₂O; кальцій дигідрофосфат присутній в значно меншій кількості. У разі збільшення вмісту кальцію в осаді переважає Ca(H₂PO₄)₂·H₂O.

Результати ідентифікації твердої фази, отриманої при 75°C, показали, що фазовий склад її також представлений механічною сумішню дигідрофосфатів кальцію и кобальту. При 75°C навіть при значному перебільшенні кобальту (CoO:CaO = 2:1) переважно осаджується кристалічна фаза надійно ідентифікована як Ca(H₂PO₄)₂·H₂O. Кобальт(II) дигідрофосфат осаджується в значно меншій кількості. Подвійних дигідрофосфатів кобальту-кальцію при цьому також не утворюється.

Висновки. У разі взаємодії при 25 і 75°C механічної суміші кобальту(II) гідроксокарбонату і кальцію карбонату з розчином 87% фосфатної кислоти утворюються індивідуальні кристалічні дигідрофосфати кобальту(II) і кальцію або їх механічна суміші. Кількісні співвідношення між компонентами гетерофазних осадів визначаються умовами осаження і залежать від співвідношення вихідних реагентів і температурного режиму процесу.

6. Синтез мангану(II)-магнію гідрогенфосфатів з широкою областю гомогенності

Ткаченко Андрій, Надія Антрапцева

Національний університет біоресурсів та природокористування України, Київ

Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фосфати з широкою областю гомогенності, зокрема мангану(II)-магнію гідрогенфосфати, завдяки можливості керовано змінювати в їх складі вміст катіонів, володіють покращеними фізико-хімічними і експлуатаційними характеристиками. Однак результатів систематичних досліджень умов їх синтезу в літературі не описано.

Мета цієї роботи – дослідити оптимальні умови синтезу мангану(II)-магнію гідрогенфосфатів з широкою областю гомогенності.

Матеріали і методи. Синтез виконували спільним осадженням катіонів Mn^{2+} і Mg^{2+} гідрогенфосфат-йоном при взаємодії механічної суміші гідрокарбонатів мангану(II) і магнію з фосфатною кислотою при постійній концентрації йонів гідрогену. Значення pH контролювали pH-метром ЕВ-74 і підтримували постійним, регулюючи подачу H_3PO_4 (блок автоматичного титрування БАТ-15) і гідрокарбонатів. Залежність складу осадів від pH реакційного середовища (в межах 2.2–3.4), температури (25–75°C), концентрації H_3PO_4 (30–87 %, співвідношення Mn/Mg у складі вихідних реагентів (0–100 моль %)).

Хімічним аналізом у складі осаду визначали вміст фосфору, мангану, магнію, води. Для ідентифікації застосовували рентгенофазовий і ІЧ спектроскопічний аналізи.

Результати. Аналіз отриманих результатів показав, що гідрогенфосфати мангану(II) і магнію осаджуються при pH з області 2,8–3,0. За pH нижче 2.8 як домішкова фаза утворюються дигідрогенфосфат магнію дигідрат. У разі підвищення pH взаємодії вище за 3,0 – середні фосфати. Температура синтезу вище за 50°C сприяє утворенню фосфатів Mn(III). Концентрація фосфатної кислоти (від 30 до 87%) практично не впливає на склад гідрогенфосфатів.

Узагальнюючи отримані дані, для спільного осадження гідрогенфосфатів мангану(II) і магнію обрані такі умови: pH 2.8, температура 45°C, 55-ий розчин H_3PO_4 . Дані хімічного аналізу твердої фази показали, що співвідношення в ній $\Sigma Mg, Mn/P$ (мольне) становить 1.00, що свідчить про утворення гідрогенфосфатів. Вміст Mg, Mn, P, H_2O в них закономірно змінюється залежно від складу вихідних гідрокарбонатів.

Рентгенофазовим і ІЧ спектроскопічним аналізами визначена фазова однорідність синтезованих гідрогенфосфатів і ідентичність їх структур із структурами індивідуальних $MnHPO_4 \cdot 3H_2O$ і $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$.

Загальна формула мангану(II)-магнію гідрогенфосфатів має вигляд $Mn_{1-x}Mg_xHPO_4 \cdot 3H_2O$ ($0 < x < 1.00$). Значення x визначається складом вихідних гідрокарбонатів і змінюється від 0 для $MnHPO_4 \cdot 3H_2O$ до 1.00 для $MgHPO_4 \cdot 3H_2O$.

Вміст мангану(II) і магнію в складі гідрогенфосфатів можливо змінювати від 1.5 до 34.0 мас.% MnO, магнію від 22.0 до 1.6 мас.% MgO, варіюючи для цього під час синтезу їх вміст у вихідних реагентах.

Висновки. Оптимальними для синтезу мангану(II)-магнію гідрогенфосфатів з широкою областю гомогенності складу $Mn_{1-x}Mg_xHPO_4 \cdot 3H_2O$ ($0 < x < 1.00$) є такі умови: pH 2.8, 45°C, 55% H_3PO_4 .

7. Дослідження мікроелементного складу екстракту лаванди методом ICP/MS

Алла Таволжан, Тетяна Бойчук, Михайло Мілюкін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Використання екстрактів лаванди набуває популярності у харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловості, адже вони мають потужний комплекс цінних біологічно активних речовин. Середовище вирощування та морфологічні властивості рослини впливають на мікроелементний склад рослини, визначення якого є надзвичайно важливим для встановлення якості екстракту.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження було обрано водний екстракт лаванди отриманий з сухих квітів лаванди. Метод визначення мікроелементного складу – мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою ICP/MS.

Результати. Мікроелементний склад екстракту лаванди наведено в таблиці.

Таблиця – Мікроелементний склад водного екстракту лаванди

Елемент	Три послідовні досліді			X _{ср}	S	X _{ср} ± S, мкг/л (S _n , %)
	Концентрація, мкг/л					
	1a	1b	1c			
Li	18,43	18,72	15,39	17,51	1,84	17,51 ± 1,84 (10,52)
Be	9,12	7,98	5,73	7,61	1,73	7,61 ± 1,73 (22,67)
Al	881,50	932,50	957,00	923,67	38,52	923,67 ± 38,52 (4,17)
V	16,78	16,11	14,21	15,70	1,34	15,70 ± 1,34 (8,51)
Cr	34,56	37,39	37,59	36,51	1,69	36,51 ± 1,69 (4,63)
Mn	283,50	296,65	294,30	291,48	7,01	291,48 ± 7,01 (2,41)
Co	11,66	11,00	8,61	10,42	1,60	10,42 ± 1,60 (15,39)
Ni	76,40	79,55	79,85	78,60	1,91	78,60 ± 1,91 (2,43)
Cu	341,65	321,25	338,55	333,82	10,99	333,82 ± 10,99 (3,29)
Zn	897,50	925,50	946,50	923,17	24,58	923,17 ± 24,58 (2,66)
Ga	22,46	22,24	18,38	21,02	2,30	21,02 ± 2,30 (10,92)
As	14,47	13,74	11,57	13,26	1,51	13,26 ± 1,51 (11,38)
Se	4,59	9,61	10,03	8,07	3,03	8,07 ± 3,03 (37,47)
Rb	179,05	185,95	190,85	185,28	5,93	185,28 ± 5,93 (3,20)
Sr	872,50	916,00	927,00	905,17	28,82	905,17 ± 28,82 (3,18)
Ag	820,50	854,00	707,00	793,83	77,04	793,83 ± 77,04 (9,71)
Cd	9,92	8,12	6,71	8,25	1,61	8,25 ± 1,61 (19,51)
In	11,29	9,56	7,65	9,50	1,82	9,50 ± 1,82 (19,15)
Cs	11,71	10,45	7,81	9,99	1,99	9,99 ± 1,99 (19,92)
Ba	293,95	290,15	296,90	293,67	3,38	293,67 ± 3,38 (1,15)
Tl	16,18	13,86	12,26	14,10	1,97	14,10 ± 1,97 (13,98)
Pb	92,65	100,40	100,15	97,73	4,40	97,73 ± 4,40 (4,51)
Bi	26,97	23,67	20,21	23,62	3,38	23,62 ± 3,38 (14,31)
U	11,24	10,97	7,80	10,00	1,91	10,00 ± 1,91 (19,14)

Висновки. Отже, отриманий водний екстракт лаванди містить достатньо велику кількість життєво-необхідних мікроелементів. Високий вміст Zn пояснює ранозагоючі властивості екстракту, бере участь в метаболізмі, є природнім імунностимулятором, має сильні антиоксидантні властивості, підтримує роботу серця та судинної системи. Також із корисних мікроелементів багато Cu та Mn, які є есенціальними життєво-необхідними елементами. Невеликий вміст деяких токсичних елементів не лише не становить загрози, а й є корисним для людини.

8. Використання епідермального фактору росту в регенеративній медицині та косметології

Анна Прокопенко, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Епідермальний фактор росту відіграє ключову роль у загоєнні ран і підтримці гомеостазу тканин, регулюючи виживання, проліферацію, міграцію та диференціювання клітин. Відомо, що екзогенне введення біоідентичного людського рекомбінантного епідермального фактору росту сприяє загоєнню ран шкіри, хоча найбільше використовується в системах доставки ліків і нанотехнологіях.

Мета дослідження. Метою дослідження був аналіз сучасних літературних даних, які стосуються використання епідермального фактору росту в лікувальній косметології, а також в клінічній практиці для лікування захворювання ран.

Результати. Фактори росту неодноразово використовувалися для медичній практиці для загоєння ран і ангіогенезі. У дослідженні *in vivo* з використанням моделі шурів лінійний розріз дерми з подальшим одноразовим нанесенням фактору росту, доставленого в суспензії колагену, було продемонстровано прискорення загоєння ран і підвищення міцності на розрив [1].

Клінічні дослідження рекомбінантного епідермального фактору росту у серії зі 118 пацієнтів з діабетичними виразками стопи показали значно більший відсоток пацієнтів, у яких було досягнуто загоєння ран (48 % проти 25 %). Також було показано, що місцеве застосування прискорює швидкість регенерації епідермісу на донорських ділянках шкірних трансплантатів розрізаної товщини, в місцях опіків другого ступеня та прискорює загоєння хронічних ран [2].

Місцеве застосування фактору росту призводить до прискореної регенерації епідермісу за рахунок скорочення середньої тривалості часу до 25 % і 50 % загоєння приблизно за 1 день і до 75 % і 100 % загоєння приблизно за 1,5 дня [3].

Використання епідермального фактору росту в косметології також дозволяє вирішувати проблеми, пов'язані з «дефектами» шкіри. Він є важливим морфогенетичним білком, який визначає поведінку клітин. Відомо, що багато факторів росту мають переваги проти старіння шкіри, а також додатковий потенціал у вирішенні рубців, акне та інших шкірних розладів. Включення цих біологічних препаратів у засоби для догляду за шкірою значною мірою перешкоджає низька ефективність трансдермальної доставки, складна взаємодія матеріалів і нестабільність білка – особливо у звичайних косметичних емульсіях. Сучасне розуміння методів формулювання факторів росту в косметичних продуктах обмежене, і ефективність інших білкових структур є початковою точкою відліку. Щоб розробити оптимальний космецевтичний продукт, важливо враховувати взаємодію та довговічність усіх компонентів препарату одночасно: активних інгредієнтів, формату продукту та засобу доставки [4].

Поряд із перешкодами в доставці, епідермальний фактор росту має короткий період напіввиведення, що знижує стабільність у косметичних продуктах. Денатурація пептидів разом із складними електростатичними та гідрофобними взаємодіями призводить до агрегації епідермального фактору росту у косметичних засобах.

Водні сироватки домінують на сучасному косметичному ринку антивікових засобів місцевого застосування EGF завдяки простоті інгредієнтів і високій концентрації. Імобілізація епідермального фактору росту і посилення проникнення

повинні бути досягнуті за допомогою засобу доставки, щоб отримати більш складний і багатофункціональний косметичний продукт .

Незважаючи на те, що епідермальний фактор росту є потужним лігандом, додавання інших компонентів до косметичної формули може діяти синергічно, посилюючи омолодження шкіри. Як обговорювалося раніше, багато інших факторів росту здатні сприяти виробленню колагену та еластину, і природний стан шкіри використовує їх синхронно .

Висновки. Отже, зважаючи на вище зазначене ми можемо зауважити, що клінічні та косметологічні аспекти використання епідермального фактору росту, а саме для лікування захворювань шкіри, прискорення заживленню ран та вирішення косметичних проблем є перспективними для використання у регенеративній медицині та косметології.

Література

1. Ryu SI, Kim KE, Jeong JY, Park JH, Moon HR, Kim IH. (2021), Effect of the recombinant human epidermal growth factor ointment on cutaneous surgical wounds compared to antibiotic ointment. *Ann Dermatol.* 33(6):549-552
2. Singh, N., Ramadan, K. and Singh, S. (2022), Experimental methods to study the kinetics of protein–protein interactions. *Advances in Protein Molecular and Structural Biology Methods*, pp. 115–124
4. Samadi P, Sheykhasan M, Khoshinani HM. (2019), The use of platelet-rich plasma in aesthetic and regenerative medicine: a comprehensive review. *Aesth Plast Surg.* 43:803–14.
5. Tan JC, Webb RG, Marks DC. (2020), Serum growth factor stability in different eye drop packaging systems during storage. *Transfus Apher Sci.* 59:102608.

9. Удосконалення рецептури миючого засобу з додаванням SiO_2

Олександр Косовець, Надія Магден, Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Надія Антрапцева

Національний університет біоресурсів та природокористування України

Вступ. Миючими засобами називають складні сполуки, що застосовуються в чистому вигляді або з добавками для видалення забруднювачів із предметів домашнього ужитку. Їхня здатність якісно та швидко відмивати бруд є надзвичайно важливою, саме тому питання удосконалення рецептур миючих засобів є досить актуальним.

Метою роботи є удосконалення розробленої рецептури засобу для миття посуду із додаванням колоїдного діоксиду кремнію.

Матеріали та методи.

Для покращення миючих властивостей у розробленому засобі для миття посуду запропоновано ввести 30%-ий розчин SiO_2 , який добре себе показав як стабільна колоїдна система у лужних середовищах. Приготовлено п'ять зразків із різним вмістом діоксиду кремнію в діапазоні від 0,2 до 1.

Визначення органолептичних та миючих властивостей засобу для миття посуду проводили для одержаних зразків.

Результати.

Розроблений засіб для миття посуду, до складу якого входили поверхнево-активні речовини та сода у співвідношення 3,3:1 має наступні характеристики:

- Засіб має густу та прозору консистенцію.
- Засіб має приємний жовтий колір.
- Засіб має приємний аромат лимону.
- Засіб добре піниться як у гарячій, так і холодній воді та відмиває різні забруднення (жирні та застарілі плями).
- Засіб, після його використання, не залишає слідів на чистому посуді.

Для удосконалення розробленої рецептури запропоновано додати 30% розчину діоксиду кремнію для підвищення лужності засобу, що підвищить його миючі властивості різних видів бруду та підвищить стійкість піни.

Низка корисних властивостей діоксиду кремнію, таких як високе значення рН більше 9, робить його важливим компонентом багатьох продуктів, і він продовжує відігравати важливу роль у промисловості як косметичний та фармацевтичний, так і у побутовій хімії.

Для приготування п'яти дослідних зразків проведено наступні дії: у 5 хімічних стаканів помістили по 2 г засобу для миття посуду та підігріли до температури 30° С. У іншому хімічному стакані готуємо 30%-й розчин діоксиду кремнію. У кожен склянку послідовно додаємо таку кількість розчину діоксиду кремнію, щоб співвідношення засобу для миття посуду і 30% розчину діоксиду кремнію становило 1:0,2, 1:0,4, 1:0,6, 1:0,8 та 1:1, відповідно. Після цього зразки ретельно перемішаємо та проводимо їх органолептичний аналіз і визнаємо миючу здатність кожного зразка.

На рис.1 наведено одержані зразки засобу для миття посуду із різним вмістом діоксиду кремнію.



Рисунок 1 – Зразки засобу для миття посуду з додаванням SiO_2 у різних співвідношеннях відповідно

Як видно з рис.1 колір досліджуваних зразків послідовно змінюється від оригінального жовтого кольору зразок 1 (1:0,2) до мутного жовтого зразок 5 (1:1).

В'язкість для розчинів зразків 1-5 послідовно зменшувалася від першого до п'ятого зразка, відповідно. Консистенція засобу теж поступово зменшувалася від першого до п'ятого зразка і найрідшою була у п'ятому зразку. Це можна пояснити великим вмістом лужного діоксиду кремнію.

Миюча здатність п'яти зразків при збільшенні вмісту SiO_2 зростала за рахунок підвищення лужності засобу. Визначення стійкості піни у всіх зразках показало, що вона зростає від першого до п'ятого зразка.

Серед досліджуваних зразків найкращі властивості з точки зору консистенції засобу показав зразок 4, а от зразку 5 має надто рідку консистенцію. Добрі миючі властивості також показав зразок 4. Проте, при частому використанні лужних засобів слід використовувати додаткові засоби захисту для рук, одягати рукавички та використовувати захисні креми по догляду за шкірою рук.

Висновки.

1. Удосконалено рецептуру засобу для миття посуду із додаванням діоксиду кремнію.
2. Показано добру миючу здатність та консистенцію для зразка 4 із вмістом 30% розчину діоксиду кремнію у співвідношенні 0,8:1.

Література

1. Л.В.Пешук, Л.І.Бавіка, І.М.Демідов. Технологія парфумерно-косметичних продуктів. НУХТ. м.Київ.2007р.
2. Біла Г. М. Електроповерхневі, реологічні та осмотичні властивості колоїдного кремнезему : автореф. дис. канд. хім. наук : 02.00.11. Ін-т біологічної хімії ім. Ф.Д.Овчаренка НАН України, Київ, 2002. 18 с.
3. Біла Г. М. Електроповерхневі, реологічні та осмотичні властивості колоїдного кремнезему : дис. ... канд. хім. наук : 02.00.11. Ін-т біологічної хімії ім. Ф.Д.Овчаренка НАН України, Київ, 2002. 124 с.
4. Гончаров, Ф. І., Штепа, В. М., Левчук, А. П., Кот, Р. Є., Гондарук, С. В. Експериментальні дослідження електролітичних процесів у водних розчинах із миючими засобами. м. Київ. 2013р. 15с.

10. Термо-хімічні перетворення лимонної кислоти

Наталія Бурячок, Ігор Фесич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Лимонна кислота використовується як гелеутворювач в процесі одержання нано-порошків оксидних пігментів методом золь-гель. Золь-гель процес – інноваційний метод синтезу нанорозмірних порошків. Тому вивчення термо-хімічних перетворень, які відбуваються з лимонною кислотою при температурі є важливою задачею для розуміння хімізму золь-гель технології та вибору оптимальних умов.

Матеріали і методи. В роботі використано аналіз наукової літератури стосовно термічної поведінки лимонної кислоти моногідрату.

Результати. Термічний аналіз проводили в нейтральній атмосфері аргону і при різних швидкостях нагріву. Встановлено, що кристали моногідрату лимонної кислоти можуть зберігати воду до 56 °C, гідратована вода повністю видаляється при 82 °C, а до 131 °C спостерігається незначна втрата ваги. Після цього розкладання лимонної кислоти починається повільно до 165 °C і сильно прискорюється в діапазоні температур 165...192 °C. Залежно від швидкості нагрівання моногідрат лимонної кислоти втрачає гідратну воду в діапазоні температур 70...100 °C і плавиться в температурному інтервалі від 135 до 152 °C. Моногідрат лимонної кислоти плавиться з утворенням проміжної сполуки – ітаконового ангідриду, який при кип'ятінні з водою утворює ітаконову кислоту.

За результатами диференціального термічного аналізу (ДТА) показано, що на дериватограмі зразку спостерігається три ендотермічні ефекти при 170, 185 і 210 °C. Перший пік пов'язаний з плавленням лимонної кислоти, а інші піки – з термічним розкладом в розтопі.

Термічний піроліз лимонної кислоти залежить від швидкості нагрівання та розміру частинок у нагрітих зразках. В ході інтерпретації даних диференціальної скануючої калориметрії (ДСК) показано, що проміжним продуктом термічного розкладу може бути навіть ацетон. Використовуючи термомікроскопію розбіжність між наведеними в літературі відомостями про проміжні та кінцеві продукти термолізу лимонної кислоти вдалося пояснити перебігом паралельних реакцій (плавлення, кристалізації та розкладання), які мають різні швидкості. Термічний розклад лимонної кислоти в присутності олов'яно-свинцевого припою було досліджено за допомогою ядерного магнітного резонансу (ЯМР) на ядрах ¹³C. Результати свідчать про утворення ряду сполук, включаючи 3-гідроксиглутарову, цитраконову, ітаконову та аконітову кислоти та їх ангідриди.

Висновки. Поєднуючи термогравіметричний аналіз із мас-спектрометрією TG-MS, інфрачервоною спектроскопією з перетворенням Фур'є TG-FTIR та використовуючи ДСК проаналізовано термічні властивості лимонної кислоти. Знайдено, що температура початку та кінця розкладання лимонної кислоти залежить від швидкості нагрівання зразка і супроводжується плавленням при $160,7 \pm 0,2$ °C із зміною ентальпії приблизно 40,15 кДж моль⁻¹.

Література

1. Alexander Apelblat. CITRIC ACID. Department of Chemical, Engineering Ben-Gurion University of the Negev, Beer Sheva, Israe. 2014. 365 p.
2. D. Wyrzykowski, E. Hebanowska, G. Nowak-Wicz, M. Makowski, L. Chmurzyn'ski. Thermal behaviour of citric acid and isomeric aconitic acids. J. Therm. Anal. Calorim. 2011. V.104. P. 731–735

11. Косметичні продукти для використання у військово-польових умовах – новий виклик для б'юті-індустрії України

Пастух Аніта, Подобій Олена

Національний університет харчових технологій. Київ, Україна.

Вступ. Військовослужбовці в польових умовах піддаються величезному навантаженню: впливу бруду, пилу, хімічних та інших небезпечних речовин. Проблеми з гігієною в пекельних умовах, те про що не прийнято відкрито говорити, але відсутність повноцінної гігієни можуть призвести до ряду проблем зі здоров'ям, включаючи інфекції, шкірні захворювання, респіраторні захворювання. Ці проблеми можуть призвести до зниження працездатності, бойової готовності та навіть смерті. Необхідно вживати заходів для захисту від цих небезпек, щоб зберегти найцінніший ресурс – здоров'я захисника та захисниці. Отже, розробка косметички для військовослужбовця є нагальною потребою та викликом для б'юті-індустрії України.

Матеріали і методи. На основі огляду літератури проаналізовано світову статистику шкірних хвороб військовослужбовців, вивчено проблеми забезпечення українських військовослужбовців гігієнічними та косметичними засобами. Розроблено рецептури лінійки косметичних засобів для використання в військово-польових умовах.

Результати. Станом на кінець 2023 року загальна кількість військовослужбовців: Чоловіки (92.7%), Жінки: (7.3%). Частка військових, які задіяні в бойових діях: близько 50% . Кількість військових на лінії фронту постійно змінюється. Це пов'язано з ротацією військ, втратами та поповненням [1].

За даними статистики війн, опіки займають значну частину (5%) серед пошкоджень на полі бою. Під час війни в Кореї опіки від напалму, використаного американською авіацією, склали 25%, у В'єтнамі – 45%, в Афганістані – 5% від загальної кількості санітарних втрат (переважно серед механізованих підрозділів). В англо-аргентинському збройному конфлікті 1982 р. на Фолклендських островах питома вага санітарних втрат обпаленими становила 19%, постраждалими з механо-опіковою травмою – до 30%. Станом на 1 грудня 2023 року, загальна кількість українських військових з тяжкими опіками шкіри може сягати 7000. Тяжкі опіки шкіри потребують тривалого та дорогого лікування, яке часто потребує пересадки шкіри та делікатного догляду для ефективної реабілітації [2].

Для вирішення даної проблеми нами розроблено наступні косметичні продукти:

Мульти-функціональна пінка, яка м'яко очищає цілісний бар'єр шкіри без використання води, достатньо нанести пінку на шкіру, виконати м'які рухи і протерти сухим, а краще вологим рушником/марлею. Такий засіб підійде пораненим та/або людям з обмеженими фізичними можливостями, навіть, потурбується про шкіру літніх людей. Підходить для очищення інтимних зон. Після опікових травм, коли лікарі дозволяють очищати шкіру мийними засобами – пінка служить основним делікатним засобом для очищення тіла до повної реабілітації шкіри. Якщо шкіра травмована, після очищення пінкою потрібно змити засіб проточною водою.

Пудра для очищення шкіри. Миюча пудра для очищення шкіри володіє високим піноутворенням при економічному дозуванні (0,03 – 0,05 г потрібно, щоб помити руки); при загальній вазі флакона 35 г, миючої пудри вистачить на 175 разів. Також підходить для: очищення обличчя, інтимних зон, як шампунь, очищення всього тіла.

Сироватка для пригнічення патогенних бактерій шкіри, способи використання: дезодорант для пахв і ніг, пригнічує акне і зменшує запалення після укусів комах. При

відсутності можливості очистити шкіру, сироватку можна наносити на пахви/ноги для нейтралізації неприємного запаху за рахунок пригнічення патогенних бактерій.

Як тільки відчувався запах поту фокус група оновлювала шар сироватки і неприємний запах поту нейтралізувався від 3 до 5 годин при інтенсивних фізичних та психологічних навантаженнях. При тестуванні засобу (72 години) було зафіксований рівень підвищення комфорту і відчуття свіжості, всупереч обставинам.

Сонцезахисний крем – захист від шкідливого ультрафіолетового випромінювання є важливим інструментом для захисту здоров'я військовослужбовця – це допомагає зменшити ризики до: сонячних опіків, зневоднення, фотостаріння, меланом шкіри.

Гігієнічний стік для сухої шкіри губ, що відновлює структуру фібробластів з першого використання, з'являється ущільнення волокон колагену, що приводить до швидкого відновлення шкіри губ. Стік створює захисну плівку від вітру, холоду, зневоднення, має лікувальний вплив на загоєння тріщин на губах.

Висновки. Актуальним є питання розроблення косметичних продуктів для використання у військово-польових умовах. Розроблені засоби мають багатофункціональні властивості, легкість у застосуванні. Покращення гігієни в польових умовах може допомогти захистити здоров'я військовослужбовців і зберегти їх бойову готовність.

Література

<https://life.pravda.com.ua/society/2023/11/20/257804/>

<https://academic.oup.com/milmed/article/180/1/32/4159965?searchresult=1>

<https://burnclinic.com.ua/ozhogovye-porazheniya-pri-voennyh-konfliktah-ua>

12. Вдосконалення складу емульсійних косметичних засобів

Анастасія Куць, Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Надія Антрапцева

Національний університет біоресурсів та природокористування України

Вступ. Створення косметичних засобів на емульсійній основі вимагає комплексного використання великої кількості компонентів, які забезпечують фізичну, хімічну та мікробіологічну стабільність продукту. До таких косметичних засобів належить косметичне молочко для обличчя, основними компонентами якого є олія мигдалю, масла Ши, вітамін Е, пантенол, екстракт лаванди та ін. Однак, даних щодо використання екстракту лаванди в літературі недостатньо. Метою роботи є визначення оптимального вмісту екстракту лаванди у складі косметичного молочка для обличчя.

Матеріали і методи. Як основні об'єкти дослідження використовували зразки косметичного молочка, до яких додавали різну кількість екстракту лаванди – 2,0, 3,0, 4,0 %. Для порівняння якості дослідних зразків здійснювали органолептичну оцінку (зовнішній вигляд, колір, запах) за 5-ти бальною шкалою із залученням шести експертів. Крім того, визначали фізико-хімічні властивості.

Результати. Згідно органолептичної оцінки дослідних зразків та обчисленого значення функції бажаності за Харрінгтоном кращим показником якості володіє зразок, до складу якого входить 3% екстракту лаванди. Одержані для нього органолептичні та фізико-хімічні показники наведено у таблиці.

Показники якості	Характеристика і норми
Зовнішній вигляд	Однорідна рідка маса без сторонніх домішок
Колір	Білий з жовтуватим відтінком
Запах	Відповідає суміші ефірних олій, що входять до складу зразка
Масова частка гліцерину, %	15,0
Масова частка води і летких речовин, %	70,0–98,0
Масова частка загального луку в перерахунку на КОН, %	1,0
Водневий показник, рН	5,0–9,0, на виробництві в залежності від засобу використовувати від 4,2–6,0
Колоїдна стабільність	Стабільна
Термостабільність	Стабільна

Висновки. Визначено, що найкращими властивостями володіє зразок із вмістом екстракту лаванди 3%. За результатами досліджень удосконалено технологію косметичного молочка для обличчя з екстрактом лаванди.

13. Особливості впровадження харчової добавки Могуцель WF-200

Антон Карпенко, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пшенична клітковина «Могуцель» є натуральною харчовою добавкою, яка виготовляється без використання штучних компонентів, що робить її важливим елементом для збагачення щоденного раціону. Ця добавка має на меті допомогти підтримувати здоров'я травної системи через свій високий вміст баластних речовин, які відіграють ключову роль у процесах травлення та очищення організму. Її природний склад дозволяє використовувати як у різноманітних кулінарних рецептах, так і в дієтичному харчуванні, сприяючи здоровому способу життя.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд науково-технічної літератури стосовно харчової добавки «Могуцель» WF-200.

Результати і обговорення. Пшенична клітковина «Могуцель», виготовляється без штучних добавок, що підкреслює орієнтацію на здоров'я та натуральність у харчовій промисловості. Відсутність штучних компонентів гарантує, що продукт зберігає всі природні властивості та переваги пшеничних волокон, що є особливо важливим для людей, що прагнуть до здорового харчування.

Харчові волокна мають вирішальне значення для підтримки здорової роботи травної системи. Пшенична клітковина допомагає знизити калорійність їжі, не додаючи значну енергетичну цінність. На відміну від деяких інших видів харчових волокон, пшенична клітковина не ферментується мікроорганізмами кишкової флори та не розщеплюється в тонкому кишківнику. Пшенична клітковина має важливу функцію у здоров'ї людини, допомагаючи виводити з організму шлаки та токсини.

Пшенична клітковина має доволі широке застосування і харчовій промисловості. Зокрема в м'ясній промисловості вона використовується як натуральний згущувач та емульгатор, що дозволяє покращити текстуру продукту, збільшити його об'єм та забезпечити краще утримання вологи. Рекомендоване дозування пшеничної клітковини «Могуцель» для оптимізації текстурних властивостей та здатності утримувати вологу без погіршення смаку м'ясного продукту та покращення якості фаршових м'ясних продуктів становить 20 г/кг фаршу. Додавання клітковини у сухому вигляді дозволяє їй рівномірно розподілитися по всьому фаршу перед приготуванням, забезпечуючи реалізацію переваг покращеної текстури, збереження вологи та розподілу жиру по всій партії продукту. Гідратація пшеничної клітковини рекомендована у співвідношенні 1:4. У кондитерській промисловості пшенична клітковина використовується для підвищення харчової цінності виробів, додавання об'єму без зайвих калорій та поліпшення текстури продуктів.

Висновки. Пшенична клітковина «Могуцель» має властивості, що значно покращують якість харчових продуктів, зокрема підвищує їх соковитість та стабілізує консистенцію. Ці аспекти особливо цінні в кулінарії та промисловому виробництві, де текстура та вологість продукту мають вирішальне значення для задоволення споживацьких уподобань.

Література

1. Князев, О. О. Пшеничне волокно Могуцел WF-200 у складі м'ясних продуктів / О. О. Князев, І. О. Волков // М'ясна промисловість. 2022. № 2. С. 28-30.

14. Екстракт лаванди – інноваційний компонент косметичних засобів

Д'яченко Максим, Михайло Мілюкін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Лаванда - це не просто красива квітка з ніжним ароматом. Це справжня скарбниця корисних властивостей, які протягом століть використовуються в традиційній медицині, ароматерапії та, останнім часом, в інноваційній косметичці. В цій доповіді представлено дослідження дивовижних властивостей екстракту лаванди, які можуть бути використані у косметичних засобах.

Матеріали та методи. Дослідження біологічних властивостей екстрактів лаванди та вдосконалення методів екстрагування рослинної сировини з використанням спектральних, хроматографічних та мас-спектрометричних методів аналізу є перспективним напрямком роботи.

Результати. Екстракт лаванди - це концентрований еліксир краси, який володіє численними перевагами для шкіри. Він багатий на антиоксиданти, які борються з вільними радикалами, уповільнюючи старіння та роблячи шкіру більш сяючою. Лаванда також має потужні протизапальні властивості, що робить її ідеальним союзником у боротьбі з акне, екземою та іншими шкірними проблемами. Її антисептичні властивості допомагають боротися з бактеріями та грибками, які можуть викликати інфекції. Окрім вищеперерахованого, лаванда відома своїми заспокійливими властивостями. Її аромат здатен знімати стрес, тривогу та покращувати сон. Завдяки цьому екстракт лаванди стає все більш популярним інгредієнтом у косметичці для релаксації та ароматерапії.

Переваги використання екстракту лаванди в косметичних засобах:

- Підходить для всіх типів шкіри, включаючи чутливу. Лаванда - це один з небагатьох інгредієнтів, який не дратує чутливу шкіру, а навпаки, заспокоює її.
- Безпечний і нетоксичний. Екстракт лаванди не викликає алергічних реакцій і безпечний для використання навіть на дитячій шкірі.
- Має приємний аромат. Аромат лаванди здатен не лише покращити настрій, але й зняти головний біль, покращити сон та концентрацію уваги.
- Може використовуватися в різних типах косметичних засобів. Екстракт лаванди можна знайти в кремах, лосьйонах, масках, шампунях, милі та інших косметичних продуктах.

Як використовувати екстракт лаванди в домашніх умовах:

- Додати кілька крапель ефірної олії лаванди в крем або лосьйон для тіла. Це допоможе зволожити шкіру, зробити її більш м'якою та ароматною.
- Зробити маску для обличчя з екстрактом лаванди. Змішайте глину з водою до пастоподібної консистенції, додайте кілька крапель ефірної олії лаванди та нанесіть на обличчя на 15-20 хвилин.
- Прийняти ванну з лавандою. Додайте кілька крапель ефірної олії лаванди в ванну з теплою водою. Це допоможе вам розслабитися, зняти стрес і покращити сон.

Висновки. Екстракт лаванди - це інноваційний компонент косметичних засобів, який володіє численними корисними властивостями, що може допомогти покращити стан шкіри, зменшити запалення, заспокоїти роздратування і уповільнити старіння.

Література

1. Lavender extract with tetraflouroethane - chemical composition, antimicrobial activity and application in cosmetics <https://rsglobal.pl/index.php/ws/article/view/835/820> (Дата звернення 12.03.2024).

15. Використання натуральних інгредієнтів у миючих засобах

Надія Магден, Олександр Косовець, Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Надія Антрапцева

Національний університет біоресурсів та природокористування України

Вступ. Сьогодні побутова хімія по догляду за будинком представлена величезним асортиментом товарів і засобів. Тому важливим є правильний їх вибір, а особливо коли ми обираємо засоби для миття посуду. Базовою вимогою до таких засобів має бути їхня безпечність та натуральний склад компонентів рецептури. Також за якістю такі засоби повинні володіти добрими жиророзчинними властивостями при різних температурах, включаючи кімнатну температуру, щоб на посуді не залишалося будь-якого забруднення.

Матеріали та методи. У роботі запропоновано розроблену рецептуру засобу для миття посуду із використанням натуральних інгредієнтів. До його складу входить рідка мильна основа, харчова сода та вода, віддушка лимону та харчовий барвник. Формою випуску засобу для миття посуду обрано рідину задля його ефективності і практичності у використанні.

Для забезпечення основної складової миючого засобу було використано поверхнево-активні речовини (іоногенні, неіоногенні ПАР, сурфактанти), як хімічні речовини, які знижують поверхневий натяг рідини, полегшуючи розтікання, у тому числі знижуючи поверхневий натяг на межі двох рідин.

Результати. Основною складовою частиною розробленої рецептури обрано рідку мильну основу (ПАР) і харчову соду у співвідношенні 3,3 до 1, що відповідає 15% і 4,5% до загальної маси, відповідно.

Як відомо, поверхнево-активні речовини – це речовини, молекули або іони яких концентруються під дією молекулярних сил (адсорбуються) біля поверхні розділу фаз і знижують поверхневу енергію. Тому за свої властивості знаходять надзвичайно широке застосування у косметичних засобах та засобах для миття посуду.

Відсутність побічних ефектів у миючому засобі вкрай важливо. Тому такі засоби без агресивної хімії затребувані, адже основна їхня перевага – це гіпоалергенність.

Нами було розроблено та протестовано натуральний засіб для миття посуду на основі ПАР, харчової соди та води. Рецептуру засобу наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Рецептура засобу для миття посуду

№	Інгредієнт	% (на 100 г)
1	Вода дистильована	80,00
2	Рідка мильна основа (ПАР)	15,00
3	Сода харчова	4,50
4	D-лимонен	0,45
5	Барвник жовтий	0,05

Приготування засобу проводили у такій послідовності: у чисту, суху хімічну склянку наливаємо 35 мл дистильованої води і ставимо на магнітну мішалку. Потім занурюємо якір у склянку з розчином, на штативі прикріплюємо термометр, та вмикаємо перемішування і нагрівання. Нагрівання води проводимо до досягнення нею 50° С і додаємо 20 мл концентрованої мильної основи.

Паралельно у іншу хімічну склянку відважуємо 0,5 г харчової соди. Окремо нагріваємо 50 мл води до температури 80° С та наливаємо її у стакан із содою й активно перемішуємо.

Перемішування проводимо упродовж 30 с до повного розчинення соди. Далі приготовлений розчин соди доливаємо до розчину мильної основи та інтенсивно перемішуємо оскільки суміш миттєво загустає. На завершальній стадії приготування додаємо 20 крапель віддушки D-лимонену та 2 краплі жовтого водорозчинного барвника. Одержаний розчин засобу для миття посуду приводимо до кімнатної температури і розливаємо у менші ємності.

Для аналізу одержаного засобу проведено визначення його органолептичних властивостей: кольору, запаху. У проведенні тестування брало участь 7 осіб. Результати їхнього тестування наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Органолептичні властивості засобу для миття посуду

	Колір	Запах	Консистенція
Тестувальник 1	Яскравий жовтий	Приємний аромат лимону	Густа і прозора
Тестувальник 2	Жовтий	Приємний аромат лимону	Густа і прозора
Тестувальник 3	Яскравий жовтий	Приємний аромат лимону	Густа і прозора
Тестувальник 4	Яскравий жовтий	Приємний аромат лимону	Густа і прозора
Тестувальник 5	Яскравий жовтий	Приємний аромат лимону	Густа і прозора
Тестувальник 6	Жовтий	Приємний аромат лимону	Густа і прозора
Тестувальник 7	Яскравий жовтий	Приємний аромат лимону	Густа і прозора

Групою тестувальників зазначено, що запропонований засіб для миття посуду добре пінився як у гарячій, так і холодній воді та відмиває різні забруднення (жирні та застарілі плями). Також було відзначено, що після використання даного засобу посуд залишається чистим і немає його слідів на вимитому посуді.

Висновки.

1. Розроблено рецептуру засобу для миття посуду з використанням натуральних інгредієнтів.
2. Проведено визначення органолептичних властивостей одержаного засобу, який має густу і прозору консистенцію, приємний запах і добрі миючі властивості.

Література

1. Л.В.Пешук, Л.І.Бавіка, І.М.Демідов. Технологія парфумерно-косметичних продуктів. НУХТ. м.Київ.2007р.
2. Коробка Ю.В., Біла Г.М., Антрапцева Н.М. Аналіз дитячої косметики на вміст неіоногенних ПАВ // Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій і косметичній промисловості: Збірник матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної конференції, 26–27 жовтня 2020 року Х., 2020.173 с.С. 142 – 148.

16. Тенденції розвитку світового ринку дитячих косметичних засобів

Ганна Савіцька, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій. Київ, Україна

Вступ. Попит на засоби догляду за немовлятами швидко зростає в усьому світі через зростання занепокоєння щодо безпеки та здоров'я немовлят. Все більше батьків шукають гігієнічні та зволожуючі засоби, такі як серветки та креми, щоб запобігти шкірним інфекціям і лікувати пелюшковий висип.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, проаналізовано ринок дитячої косметики, а також властивості та особливості використання натуральних рослинних екстрактів у складі косметичного засобу.

Результати. До найбільш відомих гравців на світовому ринку товарів для догляду за дітьми відносять: Johnson & Johnson; Procter & Gamble (P&G); Kimberly-Clark (KCWW); Honasa Consumer Pvt. Ltd.; The Himalaya Drug Company; Citta World; Sebapharma GmbH & Co. KG; Beiersdorf; California Baby; Unilever [1].

Ринок косметики для дітей в Україні сьогодні надано досить широко. І останнім часом він особливо активно зростає. Знайти можна і як імпортер, так і вітчизняні марки засобів догляду та декоративної дитячої косметики. Але треба визнати, що багато українських мам все ж таки віддають перевагу вітчизняним виробникам дитячої косметики, адже вважають таку продукцію безпечнішою і натуральнішою для здоров'я малюка. Побутова хімія та засоби гігієни для дітей повинні відповідати віку. Косметика для дітей до року повинна мати нейтральний запах, не містити барвників і бути гіпоалергенною. Споживачів косметики ділять за віком: до року (41%); 1-3 років (43%); 3-7 років (10%); 7-12 років (6%) [2].

Не менш важливо звертати увагу на сам склад дитячої косметики. Вона не повинна містити консерванти, барвники, хитромудрі хімічні сполуки. Часто склад косметичних засобів на упаковці вказується англійською мовою і покупець не завжди може розібратися в дуже складних назвах. Тому варто заздалегідь вивчити склад вибраного продукту на сайті виробника або проконсультуватися з педіатром.

Склад крему для дітей залежить від його різновиду. Є низка компонентів, які можна знайти практично будь-якому якісному дитячому крему. До них відносяться натуральні рослинні олії, гліцерин, натуральні рослинні екстракти, загоювальні компоненти.

Натуральні рослинні екстракти. Оскільки шкіра малюків схильна до подразнень і практично беззахисна перед мікроорганізмами, до складу дитячого крему обов'язково повинні входити екстракти лікарських рослин, які мають протизапальну і протимікробну дію. Найчастіше в кремах для дітей можна знайти екстракти череди, ромашки, календули, алое вера, звіробою, деревію, таволги та ін. Вони борються із запаленням і подразненням, ефективно і водночас дбайливо заспокоюють шкіру і знімають почервоніння [3].

Висновки. Розглянуто тенденції виробництва дитячих косметичних засобів та особливості використання натуральних рослинних екстрактів.

Література

1. Актуальні проблеми та перспективи розвитку косметичної галузі . Р. І. Байцар, Ю. М. Кордіяка «Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Автоматика, вимірювання та керування. 2015. № 821. С.44-50.
2. Розробка складу та технології крему для догляду за шкірою дітей до 3-х років. Яцуга С.В., Білоус С.Б. 2018р.
3. Удосконалення виробництва крему дитячого з рослинними екстрактами. В.Молчанова; Ю.Азаренко; Н. Ніколачук. Харків. 2022р.

17. Перспективи застосування екстракту звіробою у рецептурах лікувально-профілактичної зубної пасти

Ярослав Огуй, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій. Київ, Україна

Вступ. У сучасному світі все більше людей звертають увагу на склад та властивості використовуваних продуктів для порожнини рота. Зростаючий інтерес до природних складників у засобах для гігієни порожнини рота відображає загальну тенденцію суспільства до здорового способу життя та екологічної свідомості. Люди уникають штучних та синтетичних компонентів, намагаючись замінити їх на природні альтернативи, які відомі своїми корисними властивостями та меншою шкідливістю для організму та навколишнього середовища.

Матеріали і методи. Звіробій (*Hypericum perforatum*) відомий своїми антибактеріальними та протизапальними властивостями. Екстракт звіробою використовується у багатьох сферах медицини, включаючи лікування шкірних захворювань, депресії та ран.

Звіробій містить ряд активних сполук, включаючи гіперіцин, гіперфорин та флавоноїди, які відомі своїми протизапальними та антиоксидантними властивостями. Ці сполуки можуть допомогти в боротьбі з бактеріями, що спричиняють карієс та захворювання ясен [1].

Результати та обговорення. Розробка зубних паст з екстрактом звіробою є частиною сучасних тенденцій у галузі зубної гігієни, які спрямовані на забезпечення здоров'я та безпеки споживачів. Попит на натуральні та екологічно чисті засоби для зубної гігієни зростає, оскільки споживачі стають більш обізнаними про потенційні шкідливі наслідки використання продуктів з штучними та хімічними добавками. У цьому контексті розробка зубних паст на основі природних компонентів, таких як екстракт звіробою, стає актуальною та важливою.

Дослідження показують, що екстракт звіробою має потенціал у боротьбі з бактеріями, що призводять до карієсу та захворювань ясен. Його протизапальні властивості можуть сприяти зменшенню запалення та покращенню загального стану ясен. Зубну пасту, що містить екстракти звіробою, рекомендується використовувати для гігієни порожнини рота при схильності до запальних захворювань слизової оболонки та ясен. Крім того, наявність антиоксидантів у звіробої допомагає у збереженні здорової емалі та попередженні руйнування зубів. Розробники зубних паст активно впроваджують інновації, спрямовані на покращення ефективності та безпеки продуктів. Включення екстракту звіробою до складу зубних паст є лише однією з таких ініціатив, яка відповідає сучасним вимогам споживачів до натуральності та ефективності продуктів для гігієни порожнини рота [2].

У складі зубної пасти рекомендовано використовувати до 10% екстракту звіробою.

Висновки. Використання природних складників у зубних пастах дозволяє досягти оптимального балансу між ефективністю та безпечністю, що відповідає потребам сучасного споживача.

Література

1. Федорова О. В. Технологія та застосування лікувально-косметичних засобів: навчальний посібник / О. В. Федорова, Р. О. Петріна, Н. Л. Заярнюк, В. В. Гавриляк, А. О. Миляннич, В. П. Новіков. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. 244с
2. Звіробій звичайний: властивості і застосування. URL: <https://fitomarket.com.ua/ua/fitoblog/zvirobij-zvichajnij-vlastivosti-i-zastosuvannja>

18. Аскорбінова кислота, як біологічно активна речовина

Аліна Микитенко, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогодні аскорбінова кислота (вітамін С), є важливою поживною речовиною, яка відіграє життєво важливу роль в організмі людини: проявляє антиоксидантну активність, слугує для зміцнення імунітету, сприяє засвоєнню заліза, бере участь у регуляції артеріального тиску, рівня холестерину та цукру в крові, підвищує стійкість до стресів та зменшує ризик розвитку деяких видів раку.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний пошук літератури та сучасних наукових статей стосовно отримання та застосування аскорбінової кислоти.

Результати. Аскорбінова кислота є однією із найпопулярніших харчових добавок сьогодення. Ця сполука має ряд корисних функцій: антиоксидантну властивість, детоксикація та виведення шкідливих речовин з організму, збільшує біодоступність заліза, оскільки сприяє його кращому всмоктуванню в організмі, є важливою ланкою при синтезі колагену, підтримує розвиток лейкоцитів. Вітамін С має важливу роль у косметичі та дерматології, оскільки аскорбінова кислота діє як потужний депігментуючий агент, корисний у лікуванні різних станів гіперпигментації.

Аскорбінова кислота (вітамін С, E300) – це органічна сполука, добавка до їжі, що грає найважливішу роль людському організмі. Забезпечує хорошу роботу сполучних та кісткових тканин, є антиокислювачем, відновлюючим елементом та коензимом деяких метаболічних процесів. У харчовій промисловості аскорбінова кислота виконує багато важливих функцій, серед яких: запобігання появі нітратів, нітритів і N-нітрозоамінів у ковбасних та м'ясо-, рибно-консервних виробках; інтенсифікація отримання необхідного забарвлення при обробці м'ясопродуктів плюс стабілізація кольору в ході зберігання; підфарбовування копченого м'яса та запобігання окисленню; продовження як консервант терміну придатності жирів рослинного та тваринного походження. Варто зазначити, що неабияку роль ця добавка має у косметологічній, фармацевтичній промисловості.

Біологічну роль аскорбінової кислоти найчастіше пов'язують з участю в окисно-відновних процесах. Встановлено, що вона служить донором водню для відновлення різних біологічних субстратів. Відомо, що аскорбінова кислота може відновлювати дисульфідні зв'язки до сульфідних груп, активуючи цим самим ряд ферментів. У свою чергу дегідроаскорбінова кислота може ферментативно відновлюватись у тканинах організму за участю глутатіону. Біологічна роль аскорбінової кислоти тісно пов'язана з обміном білків, вуглеводів, мінеральних речовин. За участю аскорбінової кислоти перебігають процеси гідроксилювання з утворенням цілого ряду біологічно активних речовин. Через гідроксилювання триптофан перетворюється в 5-гідрокситриптофан, який служить основою для утворення медіатора серотоніну.

Висновки. Проаналізовано літературу та встановлено, що аскорбінова кислота є біологічно активною речовиною, яка проявляє потужну антиоксидантну властивість.

Література

1. Фармацевтична хімія: підручник / ред. П. О. Безуглий, Вінниця: Нова Книга, 2008.: С. 455-459, 560 с.;
2. Mitic S. S. Rapid and Reliable HPLC Method for the Determination of Vitamin C in Pharmaceutical Samples Tropical / Mitic S. S., Kostic D. A., Naskovicokic D. C., Mitic M. N. // J. Pharm. Res.; 2011; Volume 10 (1). P. 105-111

19. Про деякі властивості зернят соняшника у скрабі для тіла

Оксана Зеленська, Галина Біла

Національний університет харчових технологій

Вступ. Очищення шкіри абразивом (або скрабом) – ефективний метод глибокого очищення шкіри пацієнта, шляхом нанесення абразивних частинок і м'якого масажу, під час якого відбувається відлущування поверхневих ороговілих лусочок.

Скраб – це спеціальний косметичний засіб, до складу якого входять абразивні компоненти. Ви можете використовувати дрібні тверді речовини, такі як мигдальне борошно, подрібнену основу чи шкаралупу, маленькі пластикові кульки, мінеральні гранули або морську сіль. Скраби можна назвати очисними, за допомогою таких частинок вони видаляють з поверхні шкіри мертві старі клітини і різні забруднення [1]. Метою будь-якого скрабу є Видаляти мертві клітини з поверхні шкіри та покращує зовнішній вигляд шкіри; ініціювати процес регенерації (відновлення) шкіри, тим самим покращуючи еластичність і тонус шкіри; запобігати небажаним змінам шкіри, таким як шрами від прищів або вросле волосся [2]. Відомо, що ефектом від скрабу є поліпшення якості шкіри; ефект відлущування; усунення гіперпігментації; зменшення кількості зморшок; зволоження шкіри; зменшення жирності шкіри. Асортимент скрабів досить широкий: скраби для рук, тіла, ніг та ін. Звичайно, всі вони різні. Наприклад, скраби для обличчя дуже ніжні та містять невелику кількість абразивних частинок, які мають більш точну форму та завдають менше шкоди шкірі. Скраби для рук і ніг створені на основі лосьйону і складаються з більшої кількості відлущувальних частинок для більш грубого відлущування шкіри. Скраби для тіла, що утворюють більші абразивні частинки, виробляються на основі лосьйонів або гелів [3].

Матеріали та методи. Метою даної роботи була розробка *екологічно безпечної рецептури скрабу*, що містить абразиви на основі соняшника та є екологічно безпечною для навколишнього середовища. А також, спробувати здешевити виробництво скрабу.

Результати. Основним компонентом скрабів є абразиви, порошкоподібні тверді речовини мінерального або органічного походження. Абразивні речовини додають в косметику для механічного очищення шкіри та видалення мертвих клітин і забруднень. Їх також використовують як основу для зубних паст і декоративної косметики. Абразиви також вводяться в косметичні рецепти в кількості 25-50% від маси барвних пігментів. Тому вони замінюють більшість дорогих пігментів у складі [4]. *Існують такі види природних рослинних абразивів як:* уламки шкаралупи фундука або волоського горіха; пелети з качанів кукурудзи; пелети соняшникового воску (натуральний продукт від компанії Koster Keunen, який забезпечує ніжне та делікатне відлущування, підходить для всіх видів косметики: кремів, гелів, скрабів та ін. Пелети доступні в різних розмірах (20/40, 20/60, 40/60) і кольорах (червоний, жовтий, зелений, білий, синій); частинки олії жожоба; порошок з виноградних кісточок використовується в фармацевтичній промисловості, косметології, домашній косметології та народній медицині; фруктовий порошок [5-7].

Сьогодні скраби з насіння соняшнику не так популярні, як косметичні засоби на основі фруктових дерев або насіння кави. Але порівняно з іншими інгредієнтами, насіння соняшнику також популярні завдяки своїм ефектам: доступності та універсальності ароматерапії.

До основних переваг у використанні зернят соняшника можна віднести наступні:

➤ Має антиоксидантні властивості. Насіння соняшнику містить велику кількість вітаміну Е. Саме цей компонент відповідає за здоров'я шкіри і захищає клітини організму.

➤ Насіння містить достатню кількість кислот з антиоксидантними властивостями. Зернові культури багаті на амінокислоту аргінін. Саме цей інгредієнт нейтралізує вільні радикали, які пошкоджують клітини шкіри та прискорюють процес старіння.

➤ Фітостероли, що містяться в насінні, мають молекулярну структуру, подібну до холестерину, і мають високу спорідненість зі шкірою, здатні глибоко проникати та відновлювати кутикулу епідермісу. Вони є природними УФ-фільтрами, пригнічують вироблення меланіну та стимулюють регенерацію шкіри. Сквален рослинного походження є незамінним компонентом ліпідного шару шкіри, легко проникає в шкіру, сприяє відновленню шкіри та зменшенню зморшок [7].

Висновки: Рецепт ефективного скрабу з насіння соняшнику. Для скрабу з насінням соняшнику і морською сіллю знадобляться 4 ст. ложки шроту соняшнику, 2 ст. ложки морської солі, вівсянка та 3-4 ст. оливкової олії. Змішайте всі інгредієнти, енергійно масажуйте шкіру протягом 3-5 хв. і залиште на 15 хв. Якщо використовувати цей антицелюлітний скраб 2-3 рази на тиждень, ваша шкіра швидко стане пружною та еластичною.

Для боротьби з целюлітом також можна використовувати просту суміш 100 грам порошку насіння соняшнику і 25 мл настоянки кайенського перцю. Для пом'якшувального ефекту додайте в «гарячий» скраб для тіла невелику кількість ефірного масла. Отриманий склад нанести на шкіру протягом 10 хвилин до появи почервоніння і набряку, потім змити і очистити тіло холодною водою. Рекомендується проводити цю процедуру кожні 7 днів [8]. Таким чином, прискорення мікроциркуляції крові і очищення пор призводить до зменшення целюліту.

Література

1. Ернандес Є. І., Марголіна А.А., Петрухіна А.О. Ліпідний бар'єр шкіри та косметичні засоби, 2005. 397 с.
2. Плетньов М.Ю. Нове у сфері косметики: вплив мінливого світового ринку олеохімічної сировини, 2002. 4-13 с.
3. Бардіна Р.А. Натуральна косметика, 2011. 165 с.
4. Дядькин В.Ю. Справочник по іншим і венеричним хворобам для лікарів загальної практики, 2006. 319с.
5. Абразиви, солі, смоли. Leko Style. Гарні рішення. URL: <https://lekostyle.com/catalog/1/10.html> (дата звернення 01.03.2024).
6. Порошок абрикосових кісточок. Інтернет-магазин Aroma Zone. URL: <https://aroma-zone.com.ua/p615222116-poroshok-abrikosovyhkostochek.html> (дата звернення 01.03.2024).
7. Насіння соняшнику: застосування, користь і шкода. URL: <https://agrozerholding.com.ua/semena-podsolnechnika-primenenie-polza-vred/> (дата звернення 01.03.2024).
8. Скраб для обличчя у домашніх умовах: ТОП-5 найкращих рецептів. URL: <https://www.depo.ua/ukr/life/skrab-dlya-oblichchya-u-domashnikh-umovakh-top-5-naykrashchikh-retseptiv-202010051224152> (дата звернення 01.03.2024).

20. Екстракт хмелю – характеристика та застосування в косметичній галузі

Тетяна Бойчук, Олександр Руденко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогодні у косметології рослинні екстракти застосовуються дуже широко. Найбільш часто у різній косметичній продукції зустрічаються: екстракти алое, шавлії, жасмину, лотоса, екстракти календули, женьшеню, чайного дерева, екстракт винограду кісточок, екстракт паростків пшениці, екстракт шишок хмелю.

Хмелепродукти містять значну кількість вітамінів: ретинол, бета-каротин, нікотинова кислота, тіамін, рибофлавін, фолієва кислота, піридоксин, пантотенова кислота, холін, аскорбінова кислота і токоферол; мінеральних речовин: кальцій, магній, фосфор, натрій, залізо, калій, сірка, цинк, хлор, йод, марганець, селен, мідь і фтор; клітковину, органічні та гіркі кислоти, ефірне масло, флавоноїди, фітоестроген (8-пренілнarinгенін), та інші [1].

Матеріали і методи. Використано методи інформаційного пошуку, узагальнення та аналізу даних літератури.

Результати. *Хміль* (*Humulus lupulus* L.) - дводомна багаторічна рослина, що належить до роду *Humulus* і родини Cannabaceae. Росте в помірному кліматичному поясі. Найцінніші метаболіти містяться в лупулінових залозах, які в основному утворюються в жіночих плодах, що називаються шишками. Шишки хмелю містять кілька груп сполук: смоли та їх похідні, поліфеноли, ефірні олії, білки, ліпіди, віск, целюлозу та амінокислоти. Шишки хмелю містять дуже різноманітну групу поліфенолів, включаючи преніловані флавоноїди і мультифідольні глюкозиди, які майже виключно присутні в хмелі, принаймні в значних кількостях. Преніловані флавоноїди проявляють біологічну активність, корисну для здоров'я, що дозволяє використовувати їх як нові лікарські засоби для лікування та профілактики багатьох захворювань, у тому числі раку.

Хміль - натуральне джерело рослинних фітоестрогенів. Ці схожі на гормони речовини сприяють підтримці свіжого кольору шкіри та збереженню її тону, стимулюють синтез колагенових волокон, зміцнюють дермальний матрикс, а також мають протизапальний ефект, що сприяє зменшенню поверхневої сіточки з капілярів та дрібних кровоносних судин, що зумовлює широке застосування хмелепродуктів у виготовленні косметичних засобів по догляду за обличчям і тілом (гідролати, бальзами, маски, креми, антицелюлітні композиції та інше).

Екстракт шишок хмелю має загоювальні, протимікобні та протигрибкові властивості, а тому він є популярним інгредієнтом у зубних пастах і еліксирах, також з давніх-давен він є незамінним компонентом косметичних засобів по догляду за волоссям.

Найбільш популярним хмелепродуктом є вуглекислотний екстракт хмелю, однак показано, що фенольні речовини при цьому типі екстракції залишаються у відходах. Етанольний екстракт містить до 90% фенольних сполук первинної сировини, антиоксидантні властивості яких мають велике значення, оскільки забезпечують стабільність та терміни зберігання як харчової, так і косметичної продукції.

Висновки. Завдяки вмісту біологічно активних сполук хміль широко використовується в косметичній, фармацевтичній та харчовій промисловості.

Література

1. Van Cleemput M. Hop (*Humulus lupulus*) – Derived Bitter Acids as Multipotent Bioactive Compounds // Van Cleemput M, Cattoor K, et al.// J. Nat Prod., 2009. V. 72(6). p.1220-1230.

21. Особливості застосування екстракту зеленого чаю в шампунях для волосся

Дарина Мишко, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Україна, Київ

Вступ. Сучасними тенденціями в технологіях косметичних засобів - є розробка продуктів з натуральними основами, без синтетичних барвників, з чітким значенням рН, гіпоалергенні та ін.

Методи та засоби. Проаналізовано літературні джерела інформації на тему ефективності використання екстракту зеленого чаю у різноманітних косметичних засобах, зокрема у шампунях для волосся.

Результати та обговорення. До основи піно-мийних косметичних засобів у першу чергу повинні входити компоненти, які не мають подразнювати шкіру і слизові оболонки. Особливу увагу треба звертати також на безпечність поверхнево-активних речовин у розроблених рецептурах косметичних засобів.

Обов'язковими складниками шампуню є рослинні екстракти, біоактивні речовини, натуральні масла.

При виборі екстракту також акцентують увагу на фотопротекторні властивості (УФ-захисні), вони забезпечують захист від сонячного впливу.

Екстракт зеленого чаю, є продуктом, що володіє високою біологічною цінністю завдяки унікальному біохімічному складом, прекрасним органолептичним показникам та благотворному фізіологічному впливу на організм людини. Відомо, що до складу зеленого екстракту чаю входять біологічно активні речовини, що синтезуються чайною рослиною, серед яких найбільше значення мають фенольні сполуки або таніно-катехінова суміш (ТКС), кофеїн, теобромін, теофілін, ефірні олії, вітаміни (Р, С, В1, В2, К, U, РР та ін.).

Слід відмітити, що екстракт зеленого чаю має протизапальну та антибактеріальну дію на шкіру і волосся голови. Має значну антиоксидантну активність. Також відомо, що екстракт зеленого чаю має піноутворюючі властивості.

Висновки. Екстракт зеленого чаю можна рекомендувати як УФ-захисний фільтр до застосування в косметичних засобах не тільки для дорослих, а й для дитячих косметичних продуктів.

Екстаркт зеленого чаю містить високий вміст БАР (танін, кофеїн, флавоноїди, вітаміни (С та Р) та володіє значною антиоксидантною активністю.

Література

1. Фурс, Т. І. Ефективність застосування неорганічних уф-фільтрів у косметичних засобах / Т. І. Фурс, А. О. Коваль // Modern chemistry of medicines : матеріали Міжнар. Internet-конфер., м. Харків, 18 трав. 2023 р. Харків: НФаУ, 2023. С. 246.
2. Куник, О. М., Сарібекова, Д. Г., & Гаргаун, Р. В. (2019). Розробка складу косметичного лосьйону з тонізуючими властивостями на основі гідролату зеленого чаю. Вісник ХНТУ(4 (71)),Херсон: ХНТУ, 2019- С. 76-83.

22. Екстракт ехінацеї - властивості та спектр застосування

Артем Литвиненко, Михайло Мілюкін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. *Ехінацея* - це багаторічна рослина, що має походження з Північної Америки. Її екстракт використовується в народній медицині тривалий час для лікування різноманітних захворювань. Сучасні дослідження надали наукове підґрунтя багатьом з цих традиційних застосувань.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження було обрано екстракт ехінацеї, зокрема ехінацеї пурпурної, оскільки він є найбільш поширеним для використання в різних сферах діяльності людини. Для ознайомлення з властивостями та спектром застосування даного екстракту було використано наявну літературу та інтернет-джерела.

Результати. Ехінацея пурпурна має довгу історію використання в народній медицині. Корінні американці використовували її для лікування інфекцій, запалення, ран та опіків. Перша згадка про ехінацею пурпурну в науковій літературі датується 1753 роком. У 20 столітті інтерес до ехінацеї пурпурної знову зріс. Було проведено дослідження екстрактів ехінацеї сучасними фізико-хімічними методами, які показали, що екстракт ехінацеї володіє низкою цінних фізіологічних властивостей, включаючи імуномодулюючі, протизапальні та антибактеріальні дії.

Висновки. Екстракт ехінацеї є цінним продуктом. Дослідження усього спектру його біологічних властивостей та вдосконалення методів екстрагування рослинної сировини з використанням спектральних, хроматографічних та мас-спектрометричних методів аналізу є перспективним напрямком роботи.

Література

1. Ехінацея пурпурна. Фармакологічна характеристика та застосування. Монографія. За ред. О.В. Поліщук. К.: Медицина, 2013. 144 с.
2. Echinacea purpurea: A Review of Its Efficacy and Safety. *Planta Medica*, 2020, 86(1), 1-25

23. Особливості виробництва ксиліту

Анастасія Мовчун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. *Ксиліт* – це п'ятиатомний спирт, який знаходить широке застосування як низькокалорійний замінник цукру, особливо цінується за його антикарієсні властивості та вплив на рівень інсуліну в крові. Його можна виготовляти з різних рослинних матеріалів, які містять ксилан – це полісахарид, що зустрічається у багатьох видах рослинної біомаси.

Результати. Сировиною для виробництва ксиліту зазвичай служать такі матеріали, як кукурудзяні качани, деревина берези, та інші біомаси, що містять ксилан.

Процес виробництва охоплює кілька етапів:

1. Попереднє гідролізування ксилану до ксилози за допомогою кислот або ензимів.
2. Гідрогенізація ксилози до ксиліту, яка включає високотемпературний та високотисковий процес у присутності каталізаторів.
3. Очищення ксиліту через кристалізацію, рекристалізацію, та іонний обмін для видалення небажаних домішок і отримання чистого продукту.
4. Сушіння та упаковка готового ксиліту для роздрібно́ї та промислової торгівлі.

Науково-дослідна робота в цій області зосереджена на вдосконаленні технології з використанням альтернативних енергоощадних процесів, зниження вартості сировини та підвищення виходу кінцевого продукту.

Висновки. Виробництво ксиліту вимагає подальшого розвитку ефективних та екологічно чистих технологій. Потенціал ксиліту як здорової альтернативи традиційному цукру обумовлює важливість інвестицій у наукові дослідження та розвиток в цій галузі. Стратегічно важливим є створення виробничих ліній, здатних обробляти широкий спектр сировини, забезпечуючи стійкість та економічну ефективність в умовах зміни клімату та зростаючих вимог до екологічної безпеки.

Література

1. Gare, Fran (February 1, 2003). "The Sweet Miracle of Xylitol". Basic Health Publications, Inc. ISBN 1-59120-038-5. Archived from the original on October 18, 2012. Retrieved March 7, 2008. Link
2. Rao, R. Sreenivas; Pavanajyothi, Ch.; Prakasham, R. S.; Sharma, P. N.; Rao, L. Venkateswar (2006). "Xylitol production from corn fiber and sugarcane bagasse hydrolysates by *Candida tropicalis*". *Bioresource Technology*. 97: 1974-1978.
3. Мустафін, Михайло. Цукор. Солодка (може, навіть занадто) історія. К., 2018, с.58
4. Бальон, Я. Г.; Сімунов, О. В. "Синтез та біологічні властивості цукрозамінників". Вісник Черкаського університету. Науковий журнал. 2007, Вип.87. Посилання Архівовано June 7, 2009 у Wayback Machine.

24. Ключові аспекти технології виробництва лаурил сульфату натрію

Соломія Іванюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.

Вступ. *Лаурил сульфат натрію (SLS)*, відомий також як натрієвий додецилсульфат, є поверхнево-активною речовиною, що широко використовується в побутовій хімії, зокрема у виробництві миючих засобів, шампунів та зубних паст. Ця речовина забезпечує ефективне видалення жиру та бруду за рахунок утворення піни та емульгування нерозчинних часток.

Матеріали та методи. Проведено аналітичних огляд вітчизняних та закордонних джерел інформації, які присвячені методам отримання лаурил сульфату натрію та його сфері використання.

Результати обговорення. Виробництво SLS здійснюється через сульфатування лауринової кислоти, яка отримується з пальмової олії або кокосового масла. Процес сульфатування включає реакцію жирної кислоти з сірчаною кислотою, що призводить до утворення сульфатної кислоти. Після цього проводиться нейтралізація отриманого продукту гідроксидом натрію, в результаті чого формується сіль – лаурил сульфат натрію.

Ключові аспекти процесу включають контроль температури та pH на стадії сульфатування та нейтралізації для запобігання побічних реакцій та забезпечення високої чистоти кінцевого продукту. Після нейтралізації SLS піддається очищенню шляхом відмивання та сушіння.

Завдяки сучасним технологіям, шукаються способи виробництва SLS, які були б більш екологічно стійкими та економічно вигідними. Наприклад, розробляються біотехнологічні методи для отримання лауринової кислоти, а також удосконалені методи рециркуляції відходів.

Висновки. Лаурил сульфат натрію має значне виробниче і комерційне значення, і його виробництво є важливою складовою глобальної хімічної індустрії. Покращення технологічних процесів з метою підвищення ефективності та екологічної стійкості виробництва має критичне значення для забезпечення сталого розвитку цього сектору.

Література

1. Ataman Kimya / Ataman Chemics. Sodium Lauryl Sulfate, CAS NO: 151-21-3; EC NUMBER: 205-788-1

25. Лецитин, як харчова добавка із широким спектром застосування

Валерія Мартинюк, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасному світі термін "лецитин" вивчається з двох точок зору: в першому випадку він слугує синонімом для назви класу фосфоліпідів (ФЛ), зокрема фосфатидилколіну та його похідних; в другому випадку використовується як термін для позначення комплексної харчової добавки, яка виготовляється з соєвих бобів, насіння соняшнику, арахісу та інших олійних культур, а також з жовтків яєць.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний пошук літератури та сучасних наукових статей стосовно отримання та застосування лецитину.

Результати. В Україні існує значуще джерело сировини для виробництва лецитину - концентрати фосфатидів з соняшникової олії. Зараз їхнє виробництво перевищує 4000 тонн, з яких понад 1600 тонн використовуються для виробництва харчових продуктів, в основі яких лежить лецитин. Даний компонент за рахунок дифільної структури, проявляючи поверхнево-активні властивості, застосовується не тільки у харчовій промисловості, але й у фармацевтичній та косметичній промисловості для одержання ліків, кремів та інших продуктів. При використанні в цих виробництвах лецитин повинен бути високої якості, як за функціональними технологічними властивостями, так і товарним виглядом.

Лецитин вирізняється споживчою характеристикою через його емульгуючі властивості, що дозволяє включити його до категорії природних харчових добавок (E322). Даний продукт відноситься до підкласу емульгаторів та антиоксидантів. Це дозволяє використовувати лецитин у виготовленні маргарину та при випіканні хліба та інших хлібобулочних виробів з метою підвищення їх якості, включаючи питомий об'єм, стійкість форми, пористість, еластичність, уповільнення процесу черствіння та інші характеристики. Також лецитин соняшниковий застосовують в якості кормової добавки для домашньої птиці, свиней, коней, кроликів, мальків та риб.

Дослідження впливу вмісту лецитину з соняшникової олії на якість хліба показало, що додавання його у концентраціях від 0,3% до 0,5% маси борошна призводить до поліпшення органолептичних та фізико-хімічних характеристик продукту, таких як збільшення об'ємного виходу, світліший колір м'якуша, рівномірنا пористість хліба, а також підвищення пружності та еластичності тіста.

Ще однією суттєвою властивістю лецитину є його участь у всмоктуванні жиророзчинних вітамінів А, D, Е та К, а також в їх біологічній трансформації, як і вітамінів групи В, з утворенням метаболічно активних форм.

Висновки. Проаналізовано літературу та встановлено, що соняшниковий лецитин широко використовують у харчовій промисловості в якості емульгатора, стабілізатора.

Література

1. Шульга С.М., Глух І.С., Дроздов О.Л. Біологічні властивості лецитину з соняшнику. *Одеська національна академія харчових технологій*. 2012. № 42. С. 234-238.
2. Чумак О.П., Березка Т.О., Мольченко С.М. Щодо отримання лецитину з фосфатидів соняшникової олії. *Вісник Національного Технічного Університету «ХПІ»*. Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів, № 15 (1340). 2019. С. 14-19. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/231841401.pdf> (дата звернення 27.02.2024)

26. Про деякі аспекти виробництва лимонної кислоти

Дарина Михайленко, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.

Вступ. Лимонна кислота, відома своїми консервуючими та антиоксидантними властивостями, є ключовим інгредієнтом в харчовій промисловості, а також знаходить застосування у фармацевтиці та косметології. Відкрита в 1784 році, ця кислота довгий час отримувалася виключно з природних джерел, зокрема з лимонного соку. Однак з розвитком промислових технологій виробництво лимонної кислоти стало можливим завдяки ферментації за участю мікроорганізмів, особливо штамів *Aspergillus niger*.

Матеріали і методи. Уданому дослідженні проаналізовано вітчизняні та закордонні джерела інформації, що присвячені основним методам синтезу лимонної кислоти.

Результати та обговорення. Основний метод виробництва лимонної кислоти – це ферментація, яка включає в себе сучасне виробництво лимонної кислоти базується на процесах глибокої ферментації з використанням мікроорганізмів, здебільшого *Aspergillus niger*, який є високоефективним продуцентом цієї кислоти. Вихідними матеріалами для ферментації є сахароза або глюкоза, які можуть отримувати з багатьох видів сировини, включаючи кукурудзяний сироп, мелясу чи відходи сільськогосподарського виробництва. Процес ферментації має кілька критичних факторів, які впливають на ефективність, включаючи рН середовища, температуру, концентрацію кисню та час ферментації. Після завершення ферментації отриманий продукт підлягає витягу, очищенню, концентрації та кристалізації. Важливим кроком є також дефекація і видалення важких металів та інших домішок, які можуть вплинути на якість кінцевого продукту.

Останнім часом, для збільшення виходу лимонної кислоти, ведуться дослідження генетичної модифікації мікроорганізмів та оптимізації ферментативних шляхів. Розвиток метаболічної інженерії та біоінформатики відкриває нові перспективи для маніпулювання мікробними шляхами, що дозволяє підвищити продуктивність виробництва та знизити його вартість.

Висновки. Лимонна кислота залишається незамінним компонентом у багатьох секторах харчової та косметичної галузі виробництва, та її виробництво є важливим для забезпечення потреб глобальної економіки. Пріоритетні напрями досліджень у цій сфері включають розробку нових штамів мікроорганізмів з підвищеною продуктивністю, вдосконалення технологічних процесів і зниження впливу на навколишнє середовище. По мірі зростання світового попиту на лимонну кислоту важливо зосередитися на сталому розвитку виробництва, яке буде екологічно обґрунтованим і економічно вигідним.

Література

1. *Apelblat A.* Citric Acid. // Springer, 2014.
2. *W. M. Haynes.* CRC Handbook of Chemistry and Physics // 97th ed. CRC Press, 2016-2017. P. 5-90.
3. *Verhoff F. H., Bauweleers H.* Citric Acid // Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley, 2014

27. Аналіз ринку бензойної кислоти - харчової добавки з широким спектром застосування

Владислав Здоренко, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Бензойна кислота – харчова добавка E210, яка широко використовується у більшості галузей таких як: косметична, фармацевтична, харчова. У харчовій промисловості застосовується як консервант. У косметичній промисловості бензойна кислота використовується при виробництві помад. Важливим є також застосування при лікуванні захворювань шкіри: акне, екзема та псоріаз.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз сфер застосування, ринку та технології виробництва харчової добавки E210.

Результати та обговорення. Бензойна кислота застосовується в промислових умовах для виготовлення найрізноманітніших продуктів, як-от парфуми, барвники, препарати для місцевого застосування і репеленти від комах. Міститься в складі багатьох харчових продуктів. У харчовій промисловості добавку E210 використовують під час виготовлення соусів, паст, кетчупів, желе, мармеладу, безалкогольних напоїв, консервованих овочів та фруктів.

У природі бензойна кислота міститься в таких продуктах, як брусниця, журавлина, чорниця, мед [1].

Ця хімічна речовина вперше була отримана лабораторним методом у 16 столітті. З того часу технології виробництва зазнали багато змін.

Україна імпортує бензойну кислоту з Китаю, Індії та інших країн. Haihang Industry - хімічна компанія у Китаї має потужність виробництва 1000 т/місяць.

Найефективнішим залишається каталітичний метод її одержання з толуолу, яким її сьогодні й виробляють Компанії випускають 750 тис. тон бензойної кислоти у рік. І тенденції виробництва розширюються.

Відповідно до статистичних даних, опублікованих у 26-му випуску Beverage Digest Factbook, випущеному у 2021 році, споживання газованих напоїв на душу населення в Сполучених Штатах становить 38 галонів. Понад 50 відсотків респондентів нещодавнього міжнародного опитування заявили, що вживають безалкогольні напої принаймні кілька разів на тиждень, якщо не щодня. Бензойна кислота є ефективною в середовищах з низьким рівнем рН, зокрема менше 5, що робить її придатною для використання в кислих продуктах, таких як напої [2].

Крім зазначеного використання в харчовій промисловості, бензойна кислота має унікальні антибактеріальні властивості й тому широко використовується в ліках проти кашлю, відхаркувальних засобах та антисептиках.

Крім цього, цей продукт може використовуватися у виготовленні лакофарбових матеріалів, зокрема, лаків та інших барвників на алкідній основі.

Висновки. Бензойна кислота, завдяки своїм властивостям, є перспективною добавкою не тільки в харчовій промисловості, а й у фармацевтичній та косметичній галузях. Цю добавку масово додають до рецептур не тільки в Україні, а й за кордоном, а широкий спектр дії збільшує необхідність її виробництва.

Література

1. E 210 – Бензойна кислота. URL: <https://uk.dobavkam.net/additives/e-210>
2. Benzoic Acid Market Analysis. Benzoic Acid Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029). Mordor Intelligence, India: Hyderabad, Telangana.

28. Тонкощі виробництва мікрокристалічної целюлози

Матвій Зоря, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мікрокристалічна целюлоза (МКЦ) — це очищена, частково дегідратована целюлоза з високою чистотою та стабільністю, яка має широке використання в фармацевтиці як наповнювач, в харчовій промисловості як стабілізатор текстури, а також у косметології. Отримання МКЦ полягає в гідролізі натуральної целюлози, що призводить до утворення дрібних, добре кристалізованих частинок.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз наукової літератури щодо застосування МКЦ у різних галузях промисловостей, та способи її виробництва.

Результати. Процес виробництва МКЦ починається з натуральної целюлози, яка може бути отримана з різноманітних джерел, включаючи деревину та бавовняні відходи. Целюлоза піддається гідролітичному розкладу за допомогою кислоти, що видаляє аморфні ділянки і залишає мікрокристалічну структуру. Цей процес вимагає ретельного контролю умов реакції, зокрема, температури, часу та концентрації кислоти, щоб оптимізувати величину та чистоту МКЦ. Після кислотного гідролізу отриманий матеріал має бути ретельно очищений для видалення кислоти та інших залишкових речовин. Така очистка зазвичай включає промивання, нейтралізацію та фільтрацію. Далі МКЦ сушиться, що може відбуватися за допомогою розпилювальної сушіння або ліофілізації, в залежності від бажаної кінцевої форми і застосування.

Останнім часом дослідження спрямовані на розробку екологічніших і ефективніших методів виробництва МКЦ. Розглядаються інноваційні підходи, такі як використання ензиматичного гідролізу для зниження використання кислоти та термохімічна обробка для підвищення виходу продукту.

Висновки. МКЦ відіграє ключову роль у багатьох промислових секторах, пропонуючи безліч переваг з точки зору текстури та стабільності продукції. Продовження розробки сталих виробничих процесів та вдосконалення технологічних параметрів є важливим для подальшого розвитку цієї індустрії. Зокрема, зростаюча увага приділяється використанню вторинної сировини та відходів, що не тільки допоможе зменшити екологічний вплив процесу виробництва, але й сприятиме круговій економіці.

Актуальність удосконалення процесів виробництва МКЦ також зумовлена її зростаючим попитом у всьому світі. Впровадження новітніх методів, таких як ензиматичний гідроліз, може сприяти зниженню вартості та підвищенню ефективності виробництва, роблячи МКЦ більш доступною для широкого спектру застосувань.

Література

1. Trache, D., Hussin, M. H., Hui Chuin, C. T., Sabar, S., Fazita, M. R. N., Taiwo, O. F. A. Naafiz, M. K. M. (2016). Microcrystalline cellulose: Isolation, characterization and bio-composites application—A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, 789–804

29. Калієва селітра - спектр використання та особливості виробництва

Надія Мошак, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Калієва селітра є безбаластним добривом, що містить калій і азот. Нітрат калію є однією з основних потреб хімічної промисловості. Зі збільшенням попиту в різних галузях виробництва добрив, фармацевтичної, вибухової, харчової промисловості тощо, виробництво калієвої селітри стає все більш затребуваним.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз наукової літератури щодо застосування калієвої селітри у різних галузях промисловостей, та способи її виробництва.

Результати. Аналіз промислових методів виробництва калієвої селітри показав, що кожен з них специфічний у плані використовуваної сировини, одержаних побічних продуктів, застосовуваних процесів та апаратів, впливу на навколишнє середовище та інших факторів.

Існує два основних способи виробництва калієвої селітри:

- *метод подвійного розкладання:* цей метод використовує хімічну реакцію між нітратом натрію (NaNO_3) та хлоридом калію (KCl).
- *метод випаровування:* цей метод використовує випаровування розчину, що містить нітрат калію.

Технічна калієва селітра (нітрат калію) містить 99,7%-99,9% KNO_3 .

Її використовують у багатьох галузях промисловості і сільському господарстві. Продукт вищого сорту використовують у виробництві електровакуумного і оптичного скла. Калієва селітра входить до складу димних порохів і піротехнічних композицій, використовується для емалей, гарту металів, в харчовій промисловості, і як добриво.

Найбільший ефект досягається при внесенні KNO_3 під культури, що негативно відносяться до хлору: цукровий буряк, виноградники, тютюн, садові і ягідні культури, цитрусові і інші. Унаслідок високої вартості і дефіцитності калієва селітра доки в сільському господарстві України має обмежене застосування.

Слід зазначити, що сьогодні середні показники України за обсягом добрив, що вносяться на гектар, не перевищують 80-100 кг/га, у той час як Китай уже вносить 340 кг/га, Бразилія – 246 кг/га, США – 140 кг/га, тож, за умови настання миру, аналітики прогнозують значне зростання української хімії – понад 15% на рік за рахунок збільшення обсягу добрив, що вносяться на гектар землі.

Висновки. Дотепер все ще вважають, що запаси калію в ґрунті невичерпні. Але інтенсивне сільськогосподарське використання ґрунтів, у тому числі і чорноземів типових, без застосування добрив, на фоні від'ємного балансу, призводить до зниження вмісту всіх форм калію, що свідчить про тісний взаємозв'язок процесів перетворення калійного фонду після розорювання перелогу. Досвід світового землеробства показав, що калій – це елемент високого врожаю. Проте застосуванню калійних добрив в Україні поки що не надається належна увага.

Література

1. Господаренко Г. М. Черно О. Д. Нікітіна О. В. За заг. ред. Господаренка Г. М.; ТОВ «ТРОПЕА». Агрохімія калію. Київ. 2021.
2. Мачула С. Л. Одержання калієвої селітри з хлориду калію та азотної кислоти з застосуванням оксидів марганцю. Дніпропетровськ. 2001.
3. Волошин М. Д. Черненко Я. М. Іванченко А. В. Олійник М. А. Технологія неорганічних речовин. Частина 3. Мінеральні добрива. Дніпродзержинськ. 2016.

30. Хімічна модифікація крохмалю

Дудко Вікторія

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Хімічна модифікація крохмалю є ключовим аспектом його подальшого використання в різних галузях промисловості та спрямована на покращення функціональних властивостей крохмалю. Властивості модифікованих крохмалів: стабілізуючі, емульгуючі гелеутворюючі, а також нутритивні та нутривцетичні властивості (використання в якості харчового волокна). В результаті хімічних перетворень отримують модифікований крохмаль, який може використовуватися у виробництві різноманітних продуктів з покращеними фізико-технічними та реологічними характеристиками.

Матеріали і методи. В роботі використано аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел, які присвячені розробкам наукових основ модифікації крохмалю та його ролі в харчовій промисловості.

Результати. Модифікований крохмаль – це хімічно, фізично або біотехнологічно модифікований крохмаль з нативного, гранули якого піддавались зміцненню або послабленню, для покращення його функціональних властивостей. Хімічно модифікований крохмаль, який отримують за допомогою ацетилювання, гідроксипропілювання або в присутності октенілсукцинату, представляє собою гідрофільний полімер амілози та амілопектину, здатним утворювати стабільні гідрогелі при низьких концентраціях. Завдяки цьому він є хорошим стабілізатором та емульгатором, займаючи перше місце серед гідроколоїдів за використанням в промисловості, що становить близько 73%.

Встановлено, що значущим критерієм, який визначає характеристики крохмалю, є температура желатинізації, тобто температура, при якій 5% водний розчин крохмалю починає набухати, а його гранули починають зв'язувати воду.

Виділяють три структурних рівня крохмалю – молекулярний, мікроскопічний та макроскопічний. З різної сировини гранули крохмалю мають неоднакову форму. Варто зазначити, що різна форма гранул впливає на властивості крохмалю на макроскопічному рівні, що використовується для інноваційних розробок.

До складу модифікованих крохмалів (Е 1450) входять ліпофільні та гідрофільні фрагменти. Показано, що ліпофільні фрагменти октенілсукцинату знижують величину поверхневого натягу на поверхні розподілу двох фаз «олія-вода» емульсії, що забезпечує електростатичну стабільність продукту. Гідрофільні залишки, взаємодіючи з водою, загущують продукт та забезпечують механічну стабільність продукту.

Висновки. Розглянуто характеристики модифікованого крохмалю із застосуванням різних модифікуючих добавок. Продемонстровано їх визначальну роль для формування загущуючих і гелеутворюючих систем, які можуть бути ефективно використані у виробництві інноваційних продуктів, розкриваючи нові можливості для їх удосконалення та оптимізації.

Література

1. Бухкало С. І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (прикладні та тести з технології крохмалю). 2-ге вид. доп.: ч. 2. Центр навчальної літератури, 2019. 108 с.
2. Phillips G. O., Williams P. A., (Eds.). (2000). Handbook of Hydrocolloids. Cambridge: Wood Head Publishing, 156 с.

31. Кофеїн - властивості та застосування

Ворона Марина

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасному світі велику цінність мають багатофункціональні речовини, продукти та інгредієнти. Однією з таких універсальних речовин є кофеїн.

Матеріали і методи. Поведено аналітичний огляд літератури, аналіз спектру застосування кофеїну.

Результати. Кофеїн – за структурною будовою гетероциклічний алкалоїд пуринового ряду. Це речовина природного походження, яка міститься в кавових зернах, чайному листі, плодах какао, а також у насінні, листі та плодах інших рослин. Однією з основних властивостей кофеїну є його здатність стимулювати центральну нервову систему, також він виявляє властивості діуретика, прискорює обмін речовин та є антиоксидантом.

Кофеїн – це білий кристалічний порошок (або білі шовковисті голкові кристали) без запаху та має гіркуватий смак. Речовина легко розчинна у гарячій воді, важко розчинна у спирті, $T_{пл}=234\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Завдяки своїй багатофункціональності кофеїн користується попитом у різних сферах. Він широко застосовується в харчовій промисловості, медицині, фармацевтичній та косметичній промисловості.

Безпечною дозою щоденного надходження кофеїну, спираючись на останні рекомендації EFSA, для дорослої людини вважається 400 мг та 3 мг/кг маси тіла для підлітків.

Головні джерела кофеїну для сучасної людини включають чай, каву і шоколад. Дослідження Європейського органу з безпеки харчових продуктів показали, що кофеїн, який споживається з енергетичних напоїв, не є значним. Найбільша частина кофеїну споживається з кави, чаю, шоколаду і коли, що стосується людей будь-якого віку.

У медицині кофеїн та його розчинна сіль, кофеїн-бензоат натрію, використовуються переважно як стимулятор центральної нервової системи. Кофеїн збільшує та регулює активність в корі головного мозку, підвищує рефлексі, і підвищує рухову активність, що призводить до підвищення розумової та фізичної працездатності та зменшення втоми.

Кофеїн знаходить широке застосування у виробництві косметичних засобів для догляду за шкірою та волоссям. Він часто включається до складу засобів для волосся з метою зменшення випадіння волосся та прискорення їхнього росту, а також у засобах для догляду за втомленою, тьмяною та віковою шкірою. В косметиці для тіла кофеїн використовується для боротьби з целюлітом. В косметиці для обличчя кофеїн допомагає покращити тонус шкіри, зміцнити стінки судин, покращити мікроциркуляцію в епідермісі та надати шкірі здоровий колір. У засобах для догляду за волоссям кофеїн стимулює кровообіг у шкірі голови, покращуючи живлення волосяних фолікулів.

Висновки. Властивості кофеїну дозволяють розглядати перспективи використання у багатьох сферах життя, широкий спектр фізіологічного впливу на організм людини обумовлює актуальність і необхідність подальших досліджень.

Література

1. Elias ML, Israeli AF, Madan R. Caffeine in Skincare: Its Role in Skin Cancer, Sun Protection, and Cosmetics. Indian J Dermatol. 2023 Sep-Oct;68(5):546-550. doi: 10.4103/ijd.ijd_166_22. PMID: 38099120; PMCID: PMC10718232.

32. Формальдегід – сучасні реалії виробництва

Віталій Кияниця, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Формальдегід HCHO має велику реакційну здатність. Це є причиною широкого використання його як сировини у виробництві багатьох органічних сполук: синтетичних смол, пластмас, нових органічних барвників, поверхнево-активних речовин, лікарських препаратів і навіть вибухових речовин.

Мета: дослідити ринок формальдегіду в Україні та світі, спектр застосування та особливості виробництва.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літературних джерел, аналіз ринку формальдегіду в Україні та світі, спектру застосування та особливостей виробництва формальдегіду.

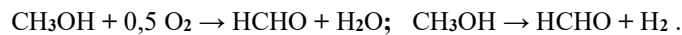
Результати. В даний час основним споживачем формальдегіду є промисловість феноло-формальдегідних, карбамідо-формальдегідних смол; малорозчинних лаків, покриттів, клеїв, шаруватих пластиків. Розчини формальдегіду з водою, що містять 33-40% формальдегіду, називають формаліном. Формалін застосовується в сільському господарстві для протруювання насіння, для дезінфекції овочесховищ, у шкіряній промисловості - для дублення шкіри, в медицині - як антисептик.

Промисловими способами одержання формальдегіду є:

1. Каталітичне окиснення метанолу CH_3OH на металевих каталізаторах;
2. Каталітичне окиснення метанолу на оксидних каталізаторах;
3. Окиснення природного газу та нижчих парафінів.

Перший спосіб - це добре освоєний технологічний процес і близько 80% формаліну одержують саме за цим методом. Каталізатором найчастіше є срібло Ag .

Сутність методу полягає у парофазному окисненні - дегідруванні метанолу киснем повітря в адіабатичному реакторі із подальшим поглинанням продуктів реакції водою:



Каталітичне перетворення метанолу на формальдегід проводиться в контактному апараті при температурі понад 600°C в присутності каталізатора. Вихід формальдегіду досягає 80-85% при конверсії метанолу 85-90%. Таким способом можна отримувати формалін із вмістом формальдегіду 37% і метанолу до 10% (або формалін із 50% формальдегіду та менше 1% метанолу).

Світовими лідерами у галузі формальдегідних технологій є компанії Perstorp Formox (Швеція) та Haldor Topsøe (Данія). За технологією "Персторп Формокс" побудовано понад 100 установок у світі, на яких виробляється 25% всього формальдегіду [1].

В Україні підприємство ТОВ «КАРПАТСМОЛИ» займається виробництвом карбамідо-формальдегідних смол, карбамідо-формальдегідного концентрату та формаліну. Формалін реалізується медичним установам і тепличним господарствам [2].

Література

1. Химические технологии: учебн. / А. Згуро и др. Elukestva Öppe Arendamisse Sihtasutus Innove. Йыхви, 2012. 377 с.
2. «КАРПАТСМОЛИ». URL: <http://karpatsmoly.com/> (Дата звернення 05.03.2024)

33. Особливості отримання гліциризинової кислоти

Ільченко Дарина

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гліциризинова кислота, відома своїми лікувальними властивостями та здатністю підсилювати смак, є ключовим компонентом кореня солодки. Її застосування варіюється від фармацевтичної промисловості до харчової та косметичної галузей. Ефективність виробництва гліциризинової кислоти та якість кінцевого продукту залежать від вибору технологічного процесу та сировини.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури щодо виробництва гліциризинової кислоти.

Результати і обговорення. Отримання гліциризинової кислоти проходить через декілька критичних етапів:

1. *Екстракція:* Використання водно-спиртової екстракції дозволяє ефективно вилучити гліциризинову кислоту з коренів солодки. Методи ультразвукової та суперкритичної флюїдної екстракції демонструють високу ефективність, зменшуючи час обробки та покращуючи вихід діючої речовини.

2. *Очищення:* Після первинної екстракції сировину піддають ряду процесів очищення, що можуть включати осадження, фільтрацію та іонообмінну хроматографію. Ці методи допомагають видалити небажані домішки та концентрувати гліциризинову кислоту.

3. *Концентрація та кристалізація:* Очищений екстракт концентрують за допомогою випаровування або обертових випарників, після чого розчин піддають кристалізації для отримання твердої форми гліциризинової кислоти.

4. *Сушіння та упаковка:* Останнім кроком є сушіння кристалів для зниження вмісту вологи до прийнятного рівня, після чого продукт упаковують для зберігання та транспортування.

Останні дослідження та інновації в області отримання гліциризинової кислоти зосереджені на розробці більш ефективних і екологічно чистих методів екстракції, а також на покращенні процесів очищення та кристалізації для підвищення виходу та чистоти продукту.

Висновки. Розвиток технологій отримання гліциризинової кислоти відіграє критичну роль у забезпеченні потреб ринку високоякісної сировини для фармацевтичної, харчової та косметичної промисловості. З огляду на важливість гліциризинової кислоти, вдосконалення екстракційних та очищувальних процесів є пріоритетним напрямком досліджень, що спрямовані на підвищення ефективності виробництва, зниження вартості та мінімізацію екологічного впливу. Адаптація до інноваційних технологій, таких як суперкритична флюїдна екстракція та ензиматичний гідроліз, відкриває нові можливості для створення екологічно сталого та економічно ефективного виробництва. Завдяки неперервним дослідженням та розвитку, можливо досягнути значних успіхів у виробництві гліциризинової кислоти, що забезпечить її ширше використання та доступність для споживачів по всьому світу.

Література

1. <https://catalysis.com.ua/yaki-perevagy-korenya-solodky-abo-gliczyryzynovoyi-kysloty/> (дата звернення 23.03.2024 р.)

34. Виробництво карбаміду - запорука продовольчої безпеки України та світу

Надія Магден, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Карбамід – висококонцентроване азотне добриво, де вміст азоту не менше 46%. Карбамід є важливим продуктом основної хімічної промисловості. Його широко застосовують в сільському господарстві як концентроване мінеральне добриво, а також в тваринництві як білкову добавку до кормів; в виробництві карбамідно-формальдегідних полімерів, клеїв, фарб; при дубленні шкір; для виготовлення лікарських препаратів, кремів та ін..

Матеріали та методи. У дослідженні проаналізовано важливість виробництва карбаміду як в Україні, так і за її межами, а також описано розвиток та економічне підґрунтя виробництва цього добрива за останні роки.

Результати. За оцінками аналітиків у довоєнний час потреби українського ринку складали 4 млн. тон азотних добрив на рік. Українська хімічна промисловість була здатна виробляти 7,5 млн. тон добрив на рік. З них – 4 млн. тон можуть виробляти три заводи OSTCHEM Дмитра Фірташа – Черкаський «Азот», «Рівне азот» і Северодонецький «Азот», що нині в окупації. Ще 3,5 млн. тон – державний Одеський припортовий завод і «ДніпроАзот» І. Коломойського, які нині теж вийшли з ринку.

2021 рік кардинально змінив архітектуру українського та глобального ринку азотних добрив. Гостро постало питання про продовольчу безпеку багатьох країн. Шокове зростання цін на енергоносії зробило ринки добрив важкопрогнозованими. Важливим ціновим фактором на глобальному ринку добрив є зупинка найбільших хімічних заводів, насамперед європейських, спричинена різким підвищенням ціни на газ. Для рентабельного виробництва азотних добрив необхідною умовою є дешевий природний газ, оскільки саме на газ припадає близько 70-80% у собівартості мінеральних добрив.

Головні маркет-мейкери на ринках карбаміду – Китай та країни MENA «Middle East and North Africa». Їхні заводи зберігають досить стабільні обсяги виробництва карбаміду, оскільки дешевого природного газу у них більше, ніж достатньо. Порт Констанца (Румунія) на сьогодні є новим європейським хабом, у якому трейдери купують карбамід за найприйнятнішою ціною без прив'язки до конкретного виробника, там є туркменський, азербайджанський, малазійський, індонезійський, китайський карбамід. У Європі карбамід випускає дуже обмежена кількість хімічних підприємств. На тлі дешевого імпорту його стало ще більш не вигідно виробляти та ще тяжче продавати європейським фермерам. Україні поки що цей тренд не торкнувся. Маючи явні логістичні переваги та досить прийнятні внутрішні ціни на газ, українські виробники зберегли виробництво карбаміду, пропонуючи його українським споживачам за конкурентною ціною.

Висновки. Попри величезні кадрові втрати пов'язані з мобілізацією, попри катастрофічне падіння попиту на мінеральні добрива та попри дефіцит електроенергії українська хімія встояла та витримала удар війною. В умовах війни та зруйнованих логістичних ланцюжків, українські заводи забезпечували виконання всіх взятих на себе зобов'язань та продовжували здійснювати експортні поставки.

Література

1. Ключові тренди українського ринку азотних добрив у 2021-22 рр. <https://interfax.com.ua/news/blog/794281.html> (Дата звернення 01.03.2024р).
2. Ринок добрив 2022: українська хімія витримала удар, адаптувалася до військових умов і розпочала відновлення. URL: <https://interfax.com.ua/news/blog/880515.html> (Дата звернення 01.03.2024р).

35. Уротропін – спектр застосування, тонкощі технології виробництва

Іван Тищенко, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Гексаметилентетрамін, також відомий як метенамін, гексамін або уротропін, є гетероциклічною органічною сполукою з формулою ($C_6H_{12}N_4$).

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літературних джерел, аналіз спектру застосування та особливостей виробництва уротропіну.

Результати. Розглянемо спектр застосування уротропіну. *Виробництво полімерів* - використовується як заміник формальдегіду у виробництві фенол-формальдегідних смол, а також у виробництві інших пластмас, туди його додають як зміцнюючий компонент. *Фармацевтика* - гексаметилентетрамін проявляє свою антисептичну дію переважно в сечовивідних шляхах. Механізм дії базується на вивільненні вільного формальдегіду. Утворюється вільний формальдегід. З цим пов'язана тканинна специфічність гексаметилентетраміну, оскільки він розкладається тільки в кислому середовищі сечі, вивільняючи активний формальдегід, що робить його відносно безпечним, діючи безпосередньо на бактерії, що викликають захворювання сечовивідних шляхів, і на запальні гнізда, багаті на кислі продукти розпаду тканин. *У виробництві твердого палива* разом з 1,3,5-триоксаном гексаметилентетрамін є компонентом гексамінових паливних таблеток. Гексаметилентетрамін горить бездимно, має високу щільність енергії 30,0 МДж/кг, не розріджується при горінні і не залишає попілу, хоча його пари токсичні. *В органічній хімії* універсальний реагент в органічному синтезі. Гексаметилентетрамін використовується у реакції Даффа (формілювання аренів), реакції Соммлетта (перетворення галогенідівбензилу в альдегіди) та реакції Делепіна (синтез амінів із алкілгалогенідів). *В харчовій промисловості* використовується як харчова добавка – консервант Е239. *У виробництві вибухових речовин* - сировина для виготовлення гексогену та гексаметилентрипероксиду діаміну.

Існує дві технології отримання уротропіну. 1) Рідиннофазний синтез аміаку і формаліну з утворенням нових С-С зв'язків і отриманням технічного гексаметилентетраміну класу М. 2) Газофазний синтез аміаку і формаліну з утворенням нових С-С зв'язків і отриманням технічного гексаметилентетраміну класу С. Найбільш поширеним методом є рідиннофазний синтез, так як він є економічно ефективним та технічно простим.

Хімізм реакції отримання уротропіну полягає в наступному: $4NH_3 + 6CH_2O \rightarrow C_6H_{12}N_4 + 6H_2O + 81 \text{ ккал}$. Дана речовина утворюється при екзотермічній реакції аміаку із формальдегідом. Реакція проходить в декілька стадій. Безпосередньо саме виробництво уротропіну відбувається у водному середовищі, де формальдегід та амоніак реагують з утворення циклічної сполуки. Реакція вимагає точного контролю температури, часу та тиску середовища для оптимізації утворення уротропіну та мінімізації утворення побічних продуктів.

Після синтезу реакційну суміш охолоджують, щоб уротропін кристалізувався. Кристали відділяють фільтрацією або центрифугуванням, а потім їх промивають для видалення залишків реагентів. Останній етап включає сушіння кристалів, після чого уротропін може бути упакований та відправлений до споживачів.

Висновки. Уротропін залишається важливою хімічною сполукою з широким спектром застосувань, і його виробництво має велике економічне значення. Напрями розвитку включають покращення виробничих процесів, екологічну безпеку та рециклінг відходів, що в кінцевому підсумку можуть призвести до ефективніших та екологічно чистих методів виробництва.

36. Етанол - сучасні реалії та перспективи на ринку палива

Олександр Косовець, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Світовий інтерес до етанолу як палива значно зріс за останні кілька років через різке зростання цін на нафту. До інших причин належать: дедалі більша стурбованість станом навколишнього середовища, а також можливість вирішення деяких соціально-економічних проблем, таких як використання сільськогосподарських земель та перевиробництво харчових продуктів. В Україні згідно проєкту «Національного плану дій з розвитку відновлюваної енергетики на період до 2030 року» споживання енергії з відновлюваних джерел має бути не менше 27% — зокрема й завдяки розвитку виробництва біоетанолу.

Результати. *Технічний спирт* — це тип спирту, який використовується в промислових цілях, наприклад у виробництві розчинників, палива та хімікатів.

Біоетанол (етиловий спирт), або просто етанол, отримують шляхом зброджування вуглеводних компонентів рослинної сировини. Найбільш використовуваною сировиною є зерно (наприклад, кукурудза, інші грубі зерна та зерна пшениці) і цукрова тростина.

Найбільша галузь використання технічного спирту на сьогодні — це *паливо для двигунів і присадка до палива*. Станом на 2022 рік Сполучені Штати були країною з найбільшою часткою виробництва етанолу у світі — близько 55%. У США та багатьох інших країнах переважно використовують суміші етанол/бензин E10 (10% етанолу) і E85 (85% етанолу). Використання етанолу навіть у низьковмісних етанолових сумішах (наприклад, E10, у яких - 10% етанолу та 90% бензину) може мати значний позитивний екологічний ефект. Тестування показало, що при використанні E10 скорочуються викиди в атмосферу монооксиду вуглецю (CO), сірки діоксиду (SO₂) і діоксиду вуглецю (CO₂) в порівнянні з блендованим бензином (RFG). При спалюванні сумішей з більш високим вмістом етанолу (E85 з вмістом всього 15% бензину) або навіть чистого етанолу (E100) утворюється в багато разів менше викидів в атмосферу фактично всіх забруднюючих речовин.

У Європі виробляється понад 5 млрд. л біоетанолу на рік, хоча встановлені потужності дозволяють отримувати майже 10 млрд. Основними виробниками є Франція (лідер), Німеччина, Угорщина. В ЄС 55 заводів виробляють біоетанол першого покоління і 4 заводи — біоетанол другого покоління (передовий) з лігноцелюлозної сировини. Заводи з виробництва біоетанолу першого покоління мають продуктивність до 400 млн. л на рік, передового біоетанолу — до 70 млн. л.

Україна має значний потенціал біомаси, доступний для виробництва рідких та газоподібних моторних біопалив. За оцінками 2021 року, цей потенціал для виробництва біоетанолу становить 0,86 млн. т н. е. на рік, а до 2050-го може збільшитися до 1,29 млн. т н. е. Наразі в Україні існують лише 22 невеликих біоетанолових заводи, які загалом можуть виробляти близько 500 млн. л/рік.

Література

1. Аналіз ринку технічного спирту та біоетанолу в Україні та в ЄС. 2023р. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-tehnicheskogo-spirta-i-bioetanola-v-ukraine-i-v-es-2023-god> (Дата звернення 06.03.2024р)
2. Виробництво біоетанолу в Україні: стан і перспективи розвитку. URL: <http://milkua.info/uk/post/virobnictvo-bioetanolu-v-ukraini-stan-i-perspektivi-rozvitku> (Дата звернення 06.03.2024р)

37. Дослідження в'язко-пружності желатинових гідрогелів під дією постійного магнітного поля

Швед Марія

Національний університет харчових технологій

Вступ. Желатинові гідрогелі зараз використовуються для регенерації гортані та голосових зв'язок в отоларингології. Желатин, матеріал з матричною структурою, стабілізує конфігураційні зміни, впливаючи на біомеханічні властивості гідрогелю.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз наукової літератури щодо в'язкопружності желатинових гідрогелів під дією постійного магнітного поля

Результати обговорення. Для проведення експерименту використовувався крутильний маятник. Об'єктами дослідження були гідрогелі желатину з концентраціями 5, 8, 10, 12, 15, 17, 20, 22, 25% . Основним результатом експерименту є визначення модуля зсуву для кожного гідрогелю. Експериментальний метод включає вимірювання частоти коливань системи з порожньою трубкою та системи з трубкою, заповненою вивченою рідиною [1].

Підготовка досліджуваного зразка для вимірювання модуля зсуву включала такі етапи. Пробірка, що містила гідрогель желатину, розташовувалась в сталевому магнітному полі з індукцією 0,43 мТл, створеному кільцями Гельмгольца, і залишалась у ньому протягом 15 хвилин. Після цього досліджувана рідина наповнювала поліетиленову циліндричну кювету, яку далі затискали в затискачах та розміщували в захватах крутильного маятника.

Залежність модуля зсуву гідрогелю желатину від концентрації виявляє відмінності порівняно із гідрогелем желатину, який не був підданий впливу постійного магнітного поля. Ці різниці стосуються як концентраційної залежності, так і зображень поверхневих шарів. Пояснення цього ефекту може бути таким: при заморожуванні желатинового гелю структура формує сітку, вузли якої пов'язані переплетеними потрійними спіралями. При низьких концентраціях розміри комірок сітки більші, переважає м'яка фаза. Перевищуючи певну концентрацію, співвідношення фаз змінюється, і структура може бути класифікована як твердий розчин заміщення, де кількість твердої фази перевищує кількість м'якої. Цей умовний розподіл характерний для діапазонів від 0% до 15% та від 15% до 25%.

Вплив магнітного поля на гідрогель желатину призводить до переорієнтації розмірів комірок через вільні кінці ланцюгів, розташованих у комірці. Магнітне поле змінює кут розвороту сегмента ланцюга, який перебуває в стані, схожому на скло. Зміна форми комірки призводить до збільшення модуля зсуву.

Висновки. В роботі експериментально досліджено концентраційні залежності модуля зсуву гідрогелів желатину, які були оброблені та необроблені в постійному магнітному полі. Запропоновано молекулярний механізм утворення гелевої структури в магнітному полі, пов'язаний із зміною форми комірки через схожість геля желатину із структурою спинового скла. Отримані результати можуть бути використані при розробці регенеруючих засобів для використання в отоларингології.

Література

1. Вергун Л. Ю. В'язко-пружність желатинових гідрогелів під дією постійного магнітного поля. Фізика аеродисперсних систем. 2019. №56. С. 49-54.

38. Дослідження властивостей екстракту календули

Дмитро Тригубчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Календула (*Calendula officinalis*) відома своїми лікувальними властивостями та широким спектром застосувань у медицині, косметичі та харчовій промисловості. Екстракт календули містить в собі ряд корисних речовин, таких як флавоноїди, каротиноїди та терпеноїди, які надають йому антиоксидантні, протизапальні, антимікробні та імунотимізуючі властивості. У зв'язку з цим, дослідження використання та властивостей екстракту календули є актуальним і важливим.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз наукової літератури щодо сучасних методів дослідження екстракту календули.

Результати та обговорення. Для дослідження були використані квіти календули, які були піддані екстракції за допомогою різних розчинників, таких як вода, етанол, гліцерин, олія. Процес екстракції проводився при різних температурах та тривалостях. Для визначення властивостей екстракту використовувалися стандартні біохімічні та фармакологічні методи, зокрема вимірювання антиоксидантної активності за допомогою методу DPPH. Екстракт календули має виражену антиоксидантну активність, що була підтверджена вимірюванням відповіді на DPPH (2,2-дифеніл-1-пікрилгідразил) з використанням стандартних методів. Виявлено, що при концентрації 0,1 мг/мл екстракт календули здатний знеутралізувати 85% вільних радикалів DPPH.[1]

Додатково, була вивчена протизапальна активність екстракту календули. За результатами дослідження, проведеного на клітинах RAW 264.7 (модель макрофагів), було виявлено, що екстракт календули здатний значно зменшити рівень виділення протизапальних цитокінів, таких як TNF- α та IL-6.

Дослідження також виявило протимікробну активність екстракту календули. Використання екстракту календули демонструвало значне зниження кількості бактерій *Staphylococcus aureus* та *Escherichia coli* в *in vitro* умовах.

Висновки. Отримані результати підтверджують високий потенціал екстракту календули як природного антиоксиданту та засобу з протизапальним та антимікробними властивостями. Оптимальні умови отримання екстракту включають використання етанолу як розчинника та температури екстракції 60°C.

Література

1. Smith A., Johnson B. "The use of calendula extract in skincare products." *J Dermatol Res.* 2018; 36(2): 101-110.
2. Garcia R., et al. "Antioxidant activity of calendula extract." *Food Chem.* 2019; 25(4): 321-328.
3. Patel S., Patel J. "Anti-inflammatory activity of calendula extract." *J Pharmacol Exp Ther.* 2020; 45(3): 210-215.

39. Тонкошарова хроматографія як метод ідентифікації вітаміну Е

Анна Кутняк, Михайло Мілюкін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Робота ознайомлює з науковими джерелами щодо вітаміну Е та його форми α -токоферолу ацетату, включаючи їх фізико-хімічні властивості та методи одержання, аналізує ефективність тонкошарової хроматографії (ТШХ) як методу ідентифікації вітаміну Е та сучасні наукові розробки для його екстрагування.

Матеріали і методи. ТШХ на силікагелі - швидкий та економічний метод аналізу, що дозволяє визначити кількість компонентів у суміші та підтвердити ідентичність сполук, яка використовується для контролю якості харчових продуктів і ліків, а також для виявлення домішок і перевірки стабільності препаратів. Пластина ТШХ складається з адсорбентного шару, зазвичай кремнезему або оксиду алюмінію, покритого на склі, металі або пластику. Аналіз здійснюється, зануривши пластину у розчинник у камері проявлення, де елюент рухається вздовж пластини, розділяючи компоненти суміші.

Результати. У даній роботі проведено дослідження тонкошарової хроматографії в силікагелі як метод аналізу α -токоферолу ацетату та його виявлення у присутності інших вітамінів. Силікагель у хроматографії має свої недоліки та переваги. До недоліків можна віднести його розчинність при рН менше 2 і більше 9, неоднорідність поверхневих силанольних груп, що може спричинити викривлення форм піків, а також властивість швидко адсорбувати воду. Детально розглянуто вибір розчинника для аналізу, порівняно результати та вивчено методику експерименту. Досліджено хроматографічну поведінку гідрофобних вітамінів А та Е у різних рухомих фазах, що містять суміші неполярних та полярних розчинників. Застосовано пластинки для тонкошарової хроматографії з нормальною фазою, алюмінієвою підкладкою та зв'язуючою речовиною крохмалем. Об'єм розчинів вітамінів наносили мікрошприцом на пластину. Робочі розчини хроматографічної камери насичували протягом 15 хв. Для обробки хроматограм використовували пульверизатор та підсушували хроматограми феном. Для визначення величини R_f використовували спеціальну програму ТСХ. Отримані результати аналізу фіксували обприскуванням хлоридною та сірчаною кислотами. Для розрахунку полярності розчинників використовували індекс полярності Снайдера. Проводили розрахунок числа теоретичних тарілок N , обчислювали висоту еквівалентної теоретичної тарілки H , знаходили роздільну здатність двох вітамінів R . За результатами елюентів визначено наступне: елюент циклогексан–толуол–хлороформ–пропанол-2 найбільш підходить для ефективного розділення вітамінів, рухливість вітаміну Е в цьому елюенті вища, ніж вітаміну А.

Висновки. Результати дослідження можна використати для диференційного розділення суміші вітамінів, для виявлення їх методом ТШХ на силікагелі з різними елюентами. Завдяки широкому спектру фізичних способів виділення можна досягти максимальних значень для екстракції та подальшого застосування α -токоферолу ацетату з сумішшю природного і штучного походження.

Література.

1. Pozharitskaya O.N., Kosman V.M., Shikov A.N. et al. Comparison between HPLC and HPTLC densitometry for the determination of icariin from Epimedium koreanum extracts // J. Sep. Sci. 2007. Vol. 30. N 5. P. 708-712.
2. Huang J., Weinstein S.J., Yu K. et al. Relationship Between Serum Alpha-Tocopherol and Overall and Cause-Specific Mortality // Circ. Res. 2019. 125(1). P. 29–40.

40. Thin ceramic-polymer coatings for thermal insulation of refrigerating units and air conditioning systems in the food industry

Serhii Monakhov, Olena Fedorenko

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

Introduction. Thermal insulation of cooling equipment plays an important role in ensuring optimal energy efficiency when storing food industry products. The report highlights an alternative approach to creating thin-film insulation using man-made raw materials.

The goal of the research is the development of ceramic polymer coatings for effective thermal insulation of refrigeration equipment, air conditioning systems for long-term storage of perishable products, as well as suitable freight transport (refrigerators, trailers, thermal containers, etc.).

Research materials and methods. The objects of research are polymer matrix composites, which are filled with technogenic glass-ceramic microspheres. The methodological approach to the development of ceramic-polymer compositions included: analysis of requirements for thermal insulation of cryogenic equipment, air conditioning systems for long-term storage of fruit and vegetable products and also the special vehicles; determination of the using possibility of man-made microspheres as a filler based on the study of their composition and properties cenospheres; justification of the polymer matrix choice for obtaining composite coatings; production of laboratory samples and determination of their operational properties. When conducting research, XRD and SEM analysis, as well as standardized methods for determining physical-mechanical and thermos-physical properties, were used.

The results. Some types of food industry products belong to perishable products: first, these are meat and dairy products, vegetables, fruits, etc. For the successful storage and transportation of such products, it is necessary to create conditions that, first of all, provide for controlled cooling using affordable methods and materials. The main requirements for refrigerating equipment thermal insulation are low thermal conductivity of insulating materials, their safety (non-toxicity), odor absence, non-hygroscopicity, high mechanical strength preservation in a wide range of operating temperatures, adhesion to surfaces of various nature, which in general ensures the effectiveness and durability of thermal insulation. For the chambers arrangement of refrigerating, as well as air-conditioning systems of warehouses for the fruit and vegetable products storage, it is no less important to ensure the specified temperature regime both during heating and cooling, hydrophobicity and moisture resistance, environmental friendliness and non-flammability, as well as the ability to "breathe" and prevent the condensate formation on surface, which causes the appearance of mold and fungus, rust of metal parts [1]. Similar requirements are put forward for thermal insulation materials used for special transport: refrigerators, trailers and thermal containers.

Considering this, in our opinion, the so-called "liquid thermal insulation" (or "ceramic thermal paint") deserves special attention. Such materials after drying forms an elastic thermal and waterproofing coating capable of simultaneously performing several functions: thermal insulation, anti-corrosion, hydrophobic. A significant advantage of such thermal insulation is the possibility of required thickness applying layers by spraying or using a brush or roller, which is also convenient when carrying out repair work.

It should be noted that all types of liquid insulations consist of acrylate polymers or copolymers and filler - the artificial glass or ceramic hollow microspheres, which production is difficult and energy-consuming [2]. According to the proposed concept of using technogenic microspheres as an alternative, the chemical and granulometric composition was determined and the structural and phase features of ash spheres extracted by flotation from the ash pits of Kryvorizka TPP were investigated. According to XRD data, the material of ash spheres is almost X-ray amorphous. According to the results of a properties comparative analysis of polymer compositions, the styrene-acrylic composition Akronal-290D was used. Variable temperatures resistance, hydrophobicity, chemical resistance, high hardness and elasticity, fast film formation, as well as adhesion to materials of various nature characterize the polymerization products of it.

After fractionation of the filler, dosing and thorough mixing of the components, a composition was obtained, which was applied to the base (samples of steel, PVC plastic, and concrete) after it was degreased and dust cleaned. Experimentally determined technological parameters of coating application: the ash spheres number (30 vol. %/cm³ with a 1:1 ratio of fractions 30-50 µm and 50-150 µm), density 1.04 g/cm³ and moisture content of the mixture 40% for application with a roller or brush, as well as the duration of polymerization 2 hours in normal condition. Using standardized methods, the operational properties of the coatings were determined: density 370 kg/m³, thermal conductivity coefficient 0.0025 W/m·°C, water absorption 0.1% after 24 hours of saturation, operating temperature range (-50÷200 °C), adhesion: to steel 1.0 MPa, to plastic 1.34 MPa, to of concrete 1.12 MPa. Taking into account the wide temperature range of the coatings, their physical and mechanical properties (the tensile strength of 8.7 MPa, the relative elongation at break of up to 2.5% and the Shore hardness of 88 (on the A scale), as well as high adhesion to a wide range of materials, the service life of the developed ceramic-polymer coatings will be at least 15 years.

Conclusions. According to the properties studies results that determine the functionality of the coatings and their behavior during operation, the obtained ceramic-polymer compositions are recommended for thermal insulation of cooling equipment at food industry enterprises.

References

1. Thermal insulation in industrial refrigeration and storage systems. [Online] Available at: <https://subzero.ua/en/thermal-insulation-in-industrial-refrigeration-and-storage-systems/> [Accessed 2021].
2. Bozsaky D. Laboratory tests with liquid nano-ceramic thermal insulation coating. (2015) Procedia Engineering. 123. 68 – 75.

41. Властивості екстракту шипшини в косметичних засобах

Анатолій Крешук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мета роботи полягає в аналізі наукових даних щодо складу та властивостей шипшини, а також оцінці її потенційного використання в косметичній промисловості. Актуальним є використання екстракту шипшини через її велику користь для організму людини.

Матеріали та методи. Продукти з шипшини є інгредієнтами багатьох засобів дерматокосметики й косметології: шампунів, кремів, лосьйонів, сироваток і масок. Через таке велике різноманіття і широку поширеність екстракту шипшини можна тільки здогадуватися, наскільки цей компонент є ціним і важливим у різних косметичних засобах.

Результати та обговорення. Екстракт шипшини став одним з популярних інгредієнтів у сучасній косметології завдяки його неймовірним корисним властивостям для шкіри. Цей природний компонент, багатий вітамінами та антиоксидантами. Завдяки вітаміну А, шипшина забезпечує еластичність шкіри, допомагає позбутися від прищів, зменшує пігментацію, розгладжує рубці, підвищує рівень колагену та уповільнює старіння. У насінні дикої троянди міститься велика кількість гамма-ліноленової кислоти (GLA), яка надає шкірі сяйво, сприяє усуненню слідів сонячних опіків, дозволяє уникнути втрати гідратації. Вітамін С допомагає зменшити ознаки старіння, такі як зморшки і лінії, допомагає зменшити пігментацію та нерівномірний тон шкіри. Антиоксиданти в шипшині допомагають у відновленні пошкодженої шкіри та покращують її текстуру.

Сучасні технології в області косметології дозволяють ефективно екстрагувати активні компоненти з рослин, зберігаючи їх корисні властивості. Екстракт шипшини може бути використаний в різних формулах і комбінаціях, що дозволяє розширити його застосування в різних косметичних продуктах.

Зростання інтересу до природних і органічних косметичних продуктів відбувається на глобальному рівні. Екстракт шипшини, як унікальний природний інгредієнт, знаходить своє місце на ринках різних країн і сприяє розширенню асортименту натуральної косметики.

Висновки. Виходячи із вище сказаного можна зробити висновок, що "Екстракт шипшини в косметичних засобах" є вкрай актуальною темою і відповідає сучасним трендам у сфері краси та здоров'я, а зростаючий попит на продукти з екстрактом шипшини стимулює розвиток бізнесу в галузі виробництва натуральної косметики.

Література

1. О.Н. Burdo, Y. Algur, (2021) Ways to increase the energy efficiency of rosehip fruit processing processes, Collection. of science ONAKHT Ave., Odesa, Vol. 47, T.2. P.118-122.
2. Goyko I.Yu., Ivasenko I.A. (2020) New health drink for fermented milk purpose/ National University of Food Technologies, Kyiv.

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 Valentyn Petrenko
Secretary – Roman Gryshchenko

18.1.

Промислова теплоенергетика

Голова – професор Валентин Петренко
Секретар – Роман Грищенко

1. The feasibility of using an electric energy storage device for joint operation with a PV power plant in order to provide the "arbitrage" generation service in the energy market.

Oleksandr Stoliarov

National University of Food Technologies, Kyiv

Introduction. Market conditions and specific consumption patterns determine the electricity tariff for businesses. A flexible cost and a kind of "price corridor" between price caps are strategically beneficial for businesses, as they will ensure greater stability of the power system and reduce the likelihood of outages.

Materials and Methods. An increase in the maximum price during a shortage will be compensated for by a decrease in the price during overproduction. "Arbitrage", or commercially attractive accumulation of electricity during low prices and subsequent release to the grid during high prices, allows smoothing out areas of nighttime dips and morning and evening peaks in the daily load curve of the power system, and is a means of participating in trading using the difference in the price of electricity on the wholesale electricity market. Price caps are the maximum and minimum prices set by the NEURC in the Ukrainian electricity market every six months.

Results. The feasibility of using an electricity storage device was determined by calculating the probable additional income from arbitrage, the return on investment, which was carried out according to the developed methodology in two ways:

Option 1. Determination of additional income from arbitrage, SPP capacity and investment return period based on actual data of SPP operation, guided by hourly prices for the purchase and sale of electricity on the DAM in 2023 using the graphical method and Microsoft Office Excel 2016.

Option 2. Simplified calculation of additional income from arbitrage on the difference in prices for the purchase and sale of electricity on the DAM for the working hours of 14.00-15.00, based on the price cap for 2023.

The hourly purchase and sale price on the DAM for the working hours of 14.00-15.00 is

calculated by the formula: $\Pi(14-15) = \Pi(14.00) \cdot 0,5 + \Pi(15.00) \cdot 0,5$

Table 1.1 - Economic indicators of the investment attractiveness of the use of electricity storage according to the data of the PVPP work for 2023.

Indicators	Option 1	Option 2
Electricity sales, MWh	1 156, 8	1 156, 8
Cost of electricity sales for the year, thousand UAH	3065,29	3065,29
Actual income for the year, thousand UAH	2421,46	2421,46
Probable additional income for the year, thousand UAH	1757,25	819,162
Probable income for the year, thousand UAH	4178,7	3240,62
Actual payback period, years	6,6	6,52
Investment return period with consideration of probable additional income, years	3,8	4,9

Conclusions. The assessment of the indicators shows that in our case the application is commercially attractive, as the likely additional income is 30-50%, and the payback period is reduced from 6.5 to 3.8 years. However, there are two aspects that affect the expected profit: the unstable generation of PV power plants and a certain overregulation of the Ukrainian electricity market.

2. Аналіз ефективності переведення ТЕЦ цукрових заводів малої потужності на спалювання кам'яного вугілля

В'ячеслав Масло, Михайло Масліков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Суттєве зростання вартості природного газу у попередні роки актуалізувало питання зменшення видатків на його придбання шляхом переходу на спалювання альтернативного палива, зокрема, кам'яного вугілля.

Методи досліджень. Використані методики: розрахунку основних енергетичних і техніко-економічних показників роботи ТЕЦ; теплового розрахунку твердопаливного парогенератора OR-32.

Результати і обговорення. Ця проблема є особливо актуальною для цукрових заводів малої потужності (до 2,5 тис. тонн переробки буряків за добу), ТЕЦ яких спалюють природний газ і укомплектовані парогенераторами малої потужності (типу ДКВр 10-23-370) та паровими турбінами з протитиском потужністю 2,5 МВт. Розглянуто збільшення прибутковості за рахунок переведення ТЕЦ на спалювання кам'яного вугілля, а також підвищення техніко-економічних показників роботи ТЕЦ, зокрема, підвищення параметрів перегрітої пари.

Наведено порівняльний техніко-економічний аналіз роботи ТЕЦ при спалюванні природного газу та кам'яного вугілля марки Г (пиловугільне спалювання пилу у факелі та спалювання вугілля у шарі).

Аргументовано вибране паливо і найбільш ефективний спосіб його спалювання в парогенераторах ТЕЦ Кашперівського цукрового заводу. Виконано техніко-економічний розрахунок системи теплоенергопостачання для порівняння різних способів спалювання за існуючих умов роботи підприємства і вибраний оптимальний варіант. Для вибраного варіанту проведено розрахунок і вибране основне і допоміжне обладнання та розраховано капітальні затрати.

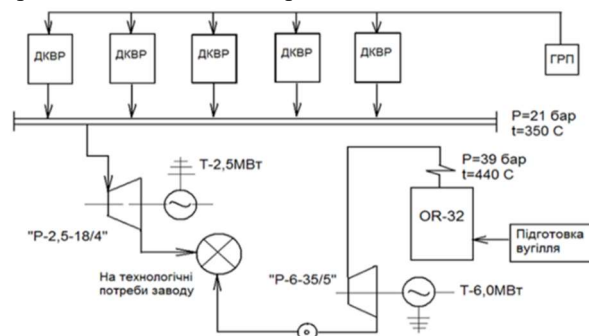


Рис. 1. Принципова схема реконструйованої ТЕЦ

Висновок. Перехід на спалювання кам'яного вугілля доцільний. Очікувана економія коштів на купівлю палива (газ - вугілля) складе 18,8 млн. грн. за сезон. Капітальні затрати на реконструкцію ТЕЦ при організації спалювання вугілля в шарі складуть 163,12 млн грн., простий термін окупності – 5,38 років.

3. Дослідження закономірностей піролізу відходів виробництва олійноекстракційних заводів

Софія Бойко, Людмила Гапонич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Біомаса має значний потенціал енергетичного використання в Україні. Реконструкція та проектування установок термічної переробки різних видів біомаси потребує дослідження закономірностей термічного розкладання такого палива в умовах швидкого нагрівання до температури 900-1000 °C.

Матеріали і методи. Досліджено зразки лушпиння соняшника (ЛС) – відходи виробництва Пологовського олійноекстракційного заводу. Для реєстрації газоподібних летких було застосовано експериментальний метод дослідження термічної переробки палива в лабораторному реакторі в умовах киплячого шару (КШ) із застосуванням маспектрометру, що працює в режимі реального часу [1].

Результати і обговорення. Горіння частинок твердого органічного палива – комплекс складних фізико-хімічних процесів, які можна умовно розділити на такі послідовно-паралельні стадії: 1) перша стадія – піроліз палива, до якої відносять прогрів, сушіння, утворення та вихід летких; 2) друга стадія – горіння летких та коксового залишку (КЗ), у т. ч. його займання [1]. Зазначені стадії мають різну швидкість, тривалість та ступінь впливу на вигорання залежно від технологічних умов процесу. Загальний час вигорання ЛС можна розглядати як суму двох інтервалів часу, що відповідають: 1) виходу та вигоранню летких і 2) вигоранню коксового залишку (КЗ). Піроліз біомаси можна описати як пряме термічне розкладання органічних компонентів з виходом КЗ та летких – рідких (смоли) та газоподібних продуктів. При термічному розкладі ЛС в КШ частина вихідної маси конвертується в леткі, а решта (20–30%) утворюють твердий високоміцний КЗ з малою реакційною здатністю. Основними газоподібними продуктами піролізу ЛС є H_2 , CH_4 , CO , CO_2 . Загальна кількість інших газів у вихідній піролізній суміші для досліджуваного діапазону температур незначна. Досліджено термічну деструкцію частинок ЛС в КШ, отримано залежності виходу компонентів летких від часу при швидкісному піролізі в повітряному середовищі. Динамічні криві виходу летких мають дві принципово відмінні ділянки – вихід та вигорання летких; вигорання КЗ. Основний внесок у час вигорання частинок ЛС дає горіння КЗ. При підвищенні температури спостерігається зменшення загального часу вигорання ЛС. Отримано емпіричну залежність часу вигорання ЛС в КШ від температури T : $\tau = 3,55 \cdot 10^5 / T^{1,53} \pm 2,1$, с.

Висновки. Встановлено значний вплив температури на конверсію ЛС, пов'язаний з тривалим вигоранням низькорекційного коксового залишку. Для зменшення втрат теплоти з механічним недопалом рекомендується здійснювати цю стадію при температурах вище 850–900 °C.

Література

1. Л. С. Гапонич, О. І. Топал, І. Л. Голенко, С. Г. Кобзар, С. Г. Дулієнко (2023), Перспективи залучення відходів олійноекстракційних заводів України для виробництва теплової та електричної енергії, *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування, № 4(16), pp. 51-59. doi: 10.20998/2078-774X.2023.04.07

4. Вплив експлуатаційних параметрів установки пароконтактного сушіння жому на ефективність комплексу «Цукровий завод-ТЕЦ»

Олександр Гут, Віталій Філоненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фінансова доцільність використання установки пароконтактного сушіння жому для цукрового заводу (ПКСЖ) обґрунтована відсутністю потреби в спалюванні палива. Натомість, реалізація пароконтактної технології потребує значної витрати електричної енергії та створює енергетичні та теплотехнічні проблеми енерго-технологічного комплексу «Цукровий завод – а ТЕЦ» у вигляді недовироблення електроенергії власної генерації турбоагрегатами ТЕЦ та зменшення ефективності системи тепло споживання цукрового заводу (Jensen, 2007).

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є енерго-технологічний комплекс «Цукровий завод-ТЕЦ» виробничою потужністю 7000 тонн буряку на добу, в системі якого експлуатується ПКСЖ. Застосовані паливно-енергетичні та теплові баланси об'єктів дослідження, методи використання показників енергетичної та теплової ефективності обладнання та систем та метод статичного.

Результати і обговорення. Виявлено кількісні закономірності: впливу параметрів (тиску та температури) енергетичної пари ТЕЦ, питомого споживання теплової енергії заводом на недовироблення електричної енергії власної генерації турбоагрегатами ТЕЦ у разі впровадження установки ПКСЖ (рис.1);

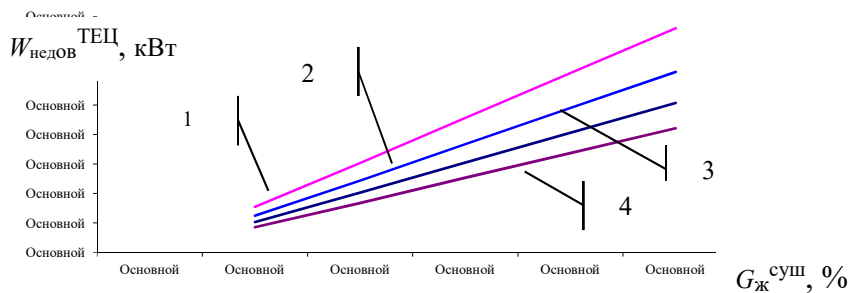


Рис. 1 Залежність потужності недовиробленої в ТЕЦ електроенергії – $\Delta W_{недов}^{ТЕЦ}$, кВт, від початкових параметрів енергетичної пари – p_0 , бар / t_0 , °C. p_0/t_0 : 1 – 85/525; 2 – 450; 3 – 35/435; 4 – 21/370;

- впливу витрати енергетичної пари через редуційно-охолоджувальну установку на недовироблення електричної енергії власної генерації.

- впливу температури перегріву рециркуляційної пари – псевдодозріджуючого агенту ПКСЖ на її витрату та потребу високо напірного вентилятора в електричній енергії.

Висновки. Наукова новизна і практична цінність отриманих результатів полягає, відповідно, у подальшому розвитку теорії ув'язки пароконтактної технології сушіння жому та формуванні відповідних технічних рішень для зменшення негативного впливу її реалізації.

Література. Jensen A.S. (2007). Latest developments in drying technology for beet pulp. *Sugar Industry / Zuckerindustrie* 132 № 10.- P.748-755.

5. Фундаментальні засади енергетичної ефективності підприємств цукрової промисловості

Дмитро Максименко, Сергій Самійленко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Сучасні підприємства цукрової промисловості – це складні ієрархічні системи нерозривно пов'язаних між собою елементів технологічного, теплообмінного та механічного обладнання, системний аналіз яких вимагає фундаментальних законів і науково обґрунтованих принципів.

Матеріали та методи. У дослідженні використано теоретичні та теоретично-прикладні методи, у тому числі: аналіз, синтез, ідеалізацію, методи аналізу класичної термодинаміки та математичне моделювання енергетичних систем.

Результати та обговорення. На першому етапі дослідження за результатами термодинамічного аналізу теплотехнологічного комплексу цукрового виробництва, який був виконаний з використанням загальнопромислових енергетичних та ентропійних балансів, встановлено кількісні взаємозв'язки між енергетичними та ентропійними характеристиками комплексу. На другому етапі, використовуючи «принцип енергетичної компенсації необоротності», визначено паливні еквіваленти та складено рейтинг зовнішньо необоротних процесів. Аналіз результатів показав, що, незалежно від форми енергії, на компенсацію одиниці необоротності затрачається однакова кількість палива. Ми назвали її **питома витрата палива на компенсацію необоротності**. Згідно з методологією ентропійного аналізу енерготехнологічних

систем цю характеристику можна визначити за наступним рівнянням: $b_{irrev}^{tot} = T_0 / Q_H^p$

де T_0 – термодинамічна температура навколишнього середовища, К; Q_H^p – теплота згоряння палива, кДж/кг. У випадку, коли аналізу підлягає лише система, що є споживачем вторинних форм енергії (теплоти, електричної енергії), та на баланс якої необхідно віднести затрати, пов'язані з генерацією даних енергій, попереднє рівняння

можна записати в іншому вигляді: $b_{irrev}^{tot} = b_{irrev} / \omega$,

де ω – відносний коефіцієнт необоротності системи, що аналізується.

У результаті витрата палива на компенсацію необоротності довільного процесу може бути розрахована за рівнянням: $B_i = b_{irrev} \Delta S_{irrev}$,

де ΔS_{irrev} – зростання ентропії від необоротності довільного процесу, кДж/(т·К).

Висновки. Отримані результати показують головну причину енергетичної неефективності теплотехнологічних систем – необоротність процесів, компенсація якої завжди потребує затрат відповідних енергетичних ресурсів.

6. Моделювання процесів теплообміну в плівках зі спіральними інтенсифікаторами

Олексій Пустовойт, Дмитро Максименко, Валентин Петренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Концентрування густих розчинів, навіть у плівковому режимі відбувається за низької інтенсивності теплообміну внаслідок високої в'язкості. Одним із способів підвищення інтенсивності тепловіддачі в плівках є застосування спіральних вставок, які порушують упорядковану структуру стікаючих плівок, генерують турбулентність і зумовлюють інтенсифікацію теплообмінних процесів.

Методи досліджень. Дослідження виконано на основі аналізу літературних даних з теоретичного та експериментального вивчення процесів перенесення під час фазових перетворень з інтенсифікаторами теплообміну.

Результати і обговорення. Інтенсивність перенесення теплоти в стікаючих плівках за умови застосування механічних збурювачів визначається як глибиною проникнення центрального вихора в упорядковану гідродинамічну структуру плівки після подолання механічної перешкоди, так і частотою нанесення збурень (щільністю розташування перешкод). Температурне поле в плівці в рамках кожного циклу описується рівнянням конвективної теплопровідності

$$\frac{6}{5} \frac{\delta}{u(\eta)^{1/5}} \frac{\partial \theta(\xi, \eta)}{\partial \xi} = \frac{\partial}{\partial \eta} (a + a_t) \frac{\partial \theta(\xi, \eta)}{\partial \eta}, \text{ в якому турбулентна в'язкість має форму}$$

зміщеної відносно центра плівки параболи $\frac{V_t}{V} = 4\varepsilon_m (\eta^2 - \eta^4)$, (Petrenko, Pryadko @

Ryabchuk, 2020).

Отримано залежності для температурного поля, які дозволяють розрахувати температурні градієнти на стінці, локальні та середні за цикл коефіцієнти теплообміну в залежності від відстані між інтенсифікаторами L_{int} та степеню турбулізації потоку ε_m .

Висновки. Отримані результати якісно відображають закономірності теплоперенесення в плівках як в області існування великих поверхневих хвиль, так і течіях по вертикальній поверхні труб зі штучними інтенсифікаторами теплообміну. Отримані теоретичні результати трактуються також як кореляції, які дають можливість узагальнювати результати експериментальних вимірювань тепло гідродинамічних параметрів плівкових течій по вертикальній поверхні як в режимі нагрівання плівок, так і під час пароутворення.

Література.

1. Valentyn Petrenko, Mykola Pryadko, Alexander Ryabchuk. 2020. Modeling heat transfer in down flowing annular weakly turbulent vapor-liquid flows during evaporation. *Ukrainian Food Journal*. 9, 4, 901 – 916.

7. Тепломасобмінні процеси під час охолодження димових газів водяними плівками

Андрій Білевич, Олександр Жабровець, Валентин Петренко
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Температуру димових газів з парогенераторів підтримують вище точки роси з метою захисту металевої хвостової поверхні парогенераторів від корозії (Шелешей, 2017). Використання теплоти конденсації водяної пари димових газів підвищує к.к.д. котлів, підвищує ефективність спалювання палива.

Методи досліджень. Дослідження виконано на основі аналізу літературних даних з теоретичного та експериментального вивчення теплообміну в процесах використання теплоти водяної пари димових газів з парогенераторів.

Результати і обговорення. Пропонується двостадійний утилізатор теплоти димових газів. На першому етапі димові гази зволожуються до точки мокрого термометра, а на другому – відводиться теплота насичених димових газів конденсацією пари з паро-газової суміші. За даного способу конденсація пари почнеться з моменту, коли охолоджувальна рідина, або тверда стінка матимуть температуру мокрого термометра, яка в стані насичення співпадає з температурою точки роси. За даного способу процес конденсації пари на поверхні теплообміну здійснюється без додаткового зволоження, а передавання теплоти до води, яка акумулює теплоту фазового перетворення, може здійснюватись безпосередньо через стінки труб без додаткового рідино-рідинного теплообмінника. В той же час, додаткове зрошення поверхні водяною плівкою інтенсифікує процес тепловіддачі від димових газів внаслідок хвильової структури поверхні плівки.

Результати досліджень тепломасообміну між плівкою води та димовими газами будуть узагальнені у формі залежності дифузійного опору масовіддачі від об'ємного витратного газовмісту ε_c та параметра поперечного потоку Π_D у вигляді залежності

$$\frac{Nu_D}{Nu_{D1}} = C \Pi_D^{-n} \varepsilon_c^{-m} \left(\frac{R_n}{R_c} \right)^{-0,1}$$

де $\Pi_D = \frac{P_n - P_{n,sp}}{P_{cm}}$ – відношення різниці парціальних тисків водяної пари в потоці P_n

та на міжфазній границі плівки $P_{n,sp}$ до тиску парогазової суміші P_{cm} ; R_n, R_c - газові постійні пари та димових газів.

Висновки. Утилізатор теплоти димових газів, що пропонується, може ефективно працювати при мінімальній витраті робочої води. Процеси тепломасообміну здійснюються між насиченими димовими газами та плівкою води.

Література

1. Шелешей Т.В. 2017. Методи забезпечення надійності газовідвідних трактів котлів ТЕС. *Вісник НТУ «ХПИ»*. 11 (1233). doi: 20998/2078-774X.2017.11.07

8. Оцінка обсягів збільшення або зменшення присьманої електричної потужності когенераційної установки, що функціонує в автономному режимі живлення

Андрій Герасименко, Віталій Філоненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Автономний (ізолюваний, аварійний) режим живлення - це ситуація, в якій установка необхідна для підтримки електропостачання споживачів за відсутності загальної електромережі; в аварійному режимі частота та напруга на шинах повинні підтримуватися у визначених межах при змінних значеннях навантаження.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є когенераційна установка Jenbacher JMS 420. Застосовано аналіз виробництва та споживання електроенергії, порівняння різних режимів потужності роботи КГУ. Використано дані виробника про характеристики установки.

Результати і обговорення. На динаміку когенераційної установки впливає кілька факторів. Механічні та електричні властивості визначають частоту та напруги в разі раптових змін навантаження. Для того, щоб визначити коливання частоти та напруги при зміні навантаження, необхідно визначити максимальні навантаження підключення та відключення. Це передбачає, перш за все, врахування стрибків навантаження, що виникають під час увімкнення споживачів. Навантажувальна здатність установки залежить не тільки від налаштувань регулятора частоти обертання, специфічних для типу двигуна, але і від середнього ефективного тиску двигуна (BMEP) при номінальній частоті і номінальній потужності, динаміки турбокомпресора, а також характеристик і налаштувань регулятора генератора (AVR). Масові моменти інерції двигуна і генератора також мають великий вплив. Оскільки взаємозалежності всіх цих факторів не можуть бути визначені кількісно, наводять середні значення для застосування навантаження, взявши за критерії максимально допустиме падіння частоти і максимальне падіння напруги. Щоб запобігти перевантаженню і подальшому виходу установки з ладу, необхідно переконатися, що потужність обладнання-споживача, що підключається до когенераційної установки, не перевищує рекомендовану вихідну потужність для конкретної генераторної установки і типу двигуна. У іншому випадку пристрій відключення навантаження споживача повинен відключити споживачів від установки протягом 50 мс щоб запобігти перевантаженню. Експлуатаційні характеристики генераторного модуля, що працює від поршневого двигуна внутрішнього згоряння оцінюються відповідно до стандарту ISO 8528-5. Залежно від застосування, для автономного режиму, розрізняють конструктивні класи від Class1 до Class4. Сформовані діаграми надають інформацію про допустиму комутовану ефективну електричну потужність, як функцію поточної активної потужності для кожного окремого класу.

Висновок. Віднесення до одного з класів залежить від споживачів, які живитимуться під час автономного режиму роботи, і тому визначається замовником. Це визначає максимально можливу зміну потужності відносно зазначеного класу. Тому ретельна координація із замовником на етапі планування є дуже важливою. На цьому етапі повинні бути відомі потужність та тип електроспоживачів, а також їхні пускові та робочі характеристики. Необхідно враховувати, що при автономному режимі роботи потужність "оберткових" споживачів з порівняно високими моментами інерції (великі вентилятори, насоси, тощо), не повинна перевищувати приблизно 40% від номінальної потужності установки.

9. Аналіз інтенсивності інсоляції піранометром

Володимир Мартенюк, Олександр Недбайло

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поєднання архітектурних прийомів із технологічними особливостями підтримання комфортних санітарно-гігієнічних умов у окремих приміщеннях є невід’ємною складовою сучасного енергоефективного будівництва.

Методи досліджень. Пасивне і узгоджене залучення та/або запобігання впливу енергії атмосферного повітря і теплоти сонячної радіації в залежності від часу доби і сезонів року служать потужним резервом підвищення енергоефективності теплового режиму будівель. В Інституті технічної теплофізики НАН України за адресою: м. Київ, вул. Булаховського, 2 на даху корпусу №1, на спеціальній платформі, встановлено піранометр типу «СР-У1» із перетворювачами теплового потоку (ППП) з метою довгострокового накопичення та аналізу даних щодо інтенсивності інсоляції. Його електронна частина, що призначена для оброблення даних знаходиться в лабораторному приміщенні корпусу.

Результати і обговорення. Згідно цієї гістограми найбільше значення інтегральної густини теплового потоку від сонячного випромінювання до ділянки перетворювача піранометра, що має кут нахилу до горизонтальної площини 50°, має місце у жовтні. Відповідне значення кута вважається також оптимальним для нахилу теплових геліоколекторів при їхньому розташуванні на широті даної місцевості. За експериментальними даними у сонячні безхмарні дні найбільша кількість енергії сонячного випромінювання надходить до поверхні, що розташована в діапазоні значень кута нахилу до горизонту 55° на початку жовтня та під кутом 65° наприкінці місяця в залежності від кута схилення Сонця по відношенню до широти місцевості Києва. При максимальній хмарності найбільша кількість енергії сонячного випромінювання надходить до поверхні, що розташована в діапазоні значень кута нахилу до горизонту 0°...10°. Це пов’язано з тим, що при хмарному небі на майже горизонтальну поверхню потрапляє дифузна складова інсоляції. Згідно з розрахунками за методикою з ДСТУ НБВ.1.1-27:2010 значення сумарної енергії прямої та розсіяної сонячної радіації, що надходить за умови середньої хмарності до орієнтованих на південь вертикальної та на горизонтальної поверхонь в жовтні, відповідно, становлять загалом 202 та 190 МДж/м², а отримані за допомогою піранометра «СР-У1» такі значення, відповідно, загалом 189 та 159 МДж/м².

Висновки. Отже експериментально визначені значення інтенсивності інсоляції нижчі за розрахункові дані в середньому на 10...20%. Таку розбіжність даних необхідно враховувати при оцінюванні можливого енергетичного ефекту від використання геліоколектора. Наразі за допомогою вищезазначеного приладу в режимі реального часу проводиться безперервний моніторинг інтенсивності інсоляції в місті Києві. Наявні результати, що отримані за допомогою піранометра та їхнє порівняння із наведеними в нормативній документації значеннями доводять можуть бути використані проектно-монтажними організаціями з метою внесення коригувань в інженерні розрахунки теплонаходжень до будівель та споруд різного призначення.

10. Впровадження енергозберігаючих заходів в системі холодопостачання рибопереробного комплексу – дієвий метод зменшення впливу при роботі системи на екологію

Сергій Фесюн, В'ячеслав Кравець, Марія Мирошник, Олександр Рябчук
Національний університет харчових технологій

Вступ. Важливим фактором енергозбереження є раціональне використання вторинних енергоресурсів центральних систем холодопостачання та зменшення споживання електроенергії компресорами. Холодильні установки, що працює на охолодження виробничих приміщень, морозильних камер довготривалого зберігання цілодобово протягом року генерує велику кількість низькопотенційного тепла з потенціал $+30...+45$ °С, чого не достатньо для традиційних систем опалення, але достатньо для підігріву підлоги в низькотемпературних камерах за допомогою проміжного теплоносія. При роботі холодильних установок основними споживачами електроенергії є компресори та електричні тенти відтаювання повітроохолодувачів. Зменшення електроспоживання компресорів та заміна способу відтаювання дозволить знизити негативний вплив на екологію як холодильної системи так і енергетичної галузі вцілому.

Матеріали та методи. Виконано порівняльний аналіз існуючих схем холодопостачання рибопереробних комплексів. Визначена можлива економія електроенергії при впровадженні запропонованих енергозберігаючих заходів.

Результати та обговорення. Розроблений проект холодопостачання рибопереробного комплексу. Джерелом низькопотенційної теплоти для обігріву підлог та відтаювання випарників є пари холодоагента, що дає змогу не лише економити електроенергію, а й зменшувати викиди тепла та шкідливих речовин в навколишнє середовище.



Рис. 1. Діаграма річної економії електроенергії

Висновки. Проект можна впроваджувати для об'єктів, де використовується системи централізованого холодопостачання. Використовуючи тепло отримане від холодильних станцій, зменшується споживання енергоресурсів та негативний вплив на навколишнє середовище від роботи енергосистеми та холодильної станції.

11. Перспективи використання CO₂ в якості холодоагенту

Олег Приступа, Марія Мирошник, Олександр Рябчук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Згідно проекту Закону України «Про ратифікацію поправки до Монреальського протоколу про речовини, що руйнують озоновий шар» до 2036 року кількість регульованих речовин, що використовуються на даний час має скоротитись на 85%. Відповідно замінити гідрофторвуглеці (ГФВ) повинні природні холодоагенти з мінімальним або нульовим озоноруйнівним потенціалом та потенціалом глобального потепління.

Матеріали та методи. Виконано аналіз можливості використання природніх холодоагентів для систем холодопостачання об'єктів ритейлу. Розроблений проект системи холодопостачання продуктового гіпермаркету з використанням CO₂.

Згідно рекомендаціям проекту Закону скорочення споживання ГФВ повинно проходити в 5 етапів: 2019 р – зменшення на 10%, 2024 р – на 40%, 2029 – на 70%, 2034 – на 80%, 2036 р – на 85%.

Результати та обговорення. З метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище розвинені країни світу зменшують використання озоноруйнівних холодоагентів, існуючі системи переводять на природні. Україна також стала на шлях переходу на природні холодоагенти.

Проте для реалізації подібних проектів необхідні значні фінансові інвестиції, що в 1,5-2 рази вищі ніж аналогічні проекти на ГФТ; нормативна та законодавча база; технічна підготовка персоналу для проектування, монтажу та сервісного обслуговування; сучасне обладнання.

На рис.1 наведена мнемосхема реалізованого проекту з використанням CO₂ в якості холодоагенту, що працює в транскритичному режимі з тиском 120 бар.

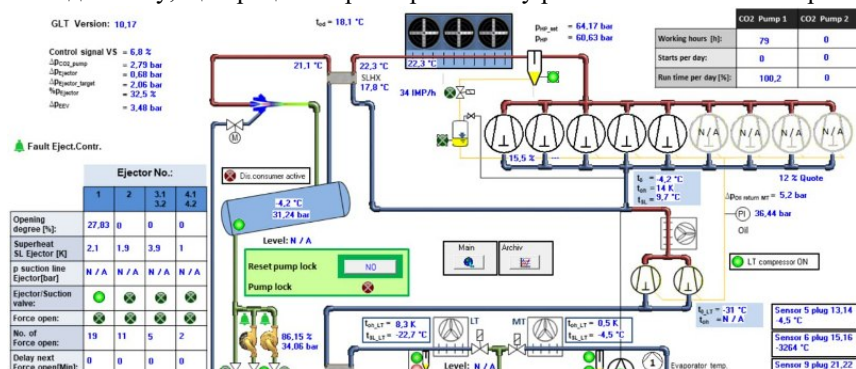


Рис. 1. Мнемосхема холодильної установки

Висновки. При використанні CO₂ як холодоагенту особливу увагу слід приділяти проектній документації, дотриманню правил техніки безпеки при проведенні монтажних робіт та експлуатації системи. Холодильні системи на CO₂ дозволяють отримати значну кількість високопотенційної вторинної теплової енергії, що дає перевагу в порівнянні з системами на ГФТ.

12. Аналіз робочих речовин для органічного циклу Ренкіна при використанні утилізатора теплоти УТ 4,5 на газовому приводі ДТ-71

Дмитро Михайличенко, Олексій Пилипенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Компресорні станції газо-транспортної системи України мають значні обсяги вторинних енергетичних ресурсів у формі теплової енергії димових газів. Видається доцільним використати цю теплоту для отримання електроенергії за допомогою ORC-циклу.

Матеріали і методи. Аналітичний огляд інформаційних джерел в частині БЕР в газотранспортній системі. Аналіз результатів математичного моделювання проведеного за допомогою програми MatLab та модулю CoolProp.

Результати. Один із варіантів використання вторинних енергетичних ресурсів (БЕР) з подальшою генерацією електричної енергії в умовах компресорних станцій – це використання циклу Ренкіна на органічних речовинах (The Organic Rankine Cycle – ORC). Утилізатор теплоти УТ 4,5 розташований на вихлопній трубі від газотурбінного двигуна, має паспортні показники теплової потужності у 4,57 МВт. Температура теплоносія на вході до УТ-4,5 +70 °С на виході +115 °С. Температура вихідних газів ДТ-71 становить +410 °С, а їх витрата 30 кг/с. Утилізатор має конструктивне обмеження по максимальному тиску теплоносія у 1,18 МПа. Видається доцільним використати в якості теплоносія для УТ-4,5 органічну речовину, що дозволить застосувати схему ORC-циклу в якій випарником буде утилізатор. Під час розрахунків прийняті припущення: постійний тиск та температура робочого середовища на виході з випарника; стиснення та розширення є адіабатичними процесами; втрати теплоти в навколишнє середовище відсутні. Використовуючи програмний комплекс Matlab 2023b та модуль CoolProp створено програму розрахунку по визначенню ефективності ORC-циклу. Розрахунок враховує, що температура на вході в турбіну дорівнює 370 °С. Для аналізу обрано 80 речовин. Результат розрахунку ефективності циклу наведено на рис. 1.

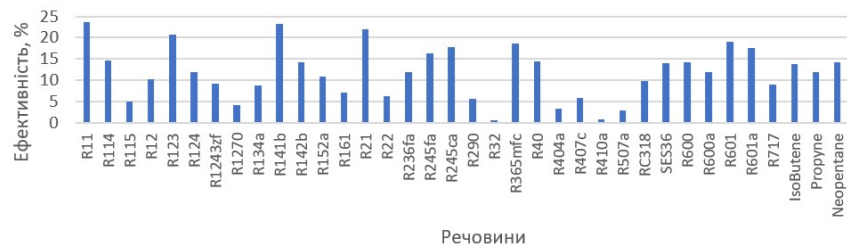


Рисунок 1. – Ефективність органічного циклу Ренкіна на різних речовинах.

Аналіз результатів наведених на рис. 1 показав, що ефективність органічного циклу Ренкіна при роботі з утилізатором теплоти УТ 4,5 коливається в межах 1 ÷ 24 % в залежності від робочої речовини.

Висновки. Найвищу ефективність мають заборонені Монреальським протоколом речовини R11 (23,6%), R141b (23,2%), R21(21,9%), тому доцільно використовувати дозволений холодоагент R601 з ефективністю циклу 19,08%.

13. Огляд методів оцінки теплового навантаження будівель

Максим Кривошеєв, Роман Грищенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день розрахунок теплового навантаження на системи опалення та охолодження будівель є першим та головним кроком процедури ітераційного проектування систем HVAC&R. Вибір «правильної» потужності системи починається з точного розуміння методу розрахунку теплового навантаження на опалення та охолодження приміщення.

Матеріали та методи. Проведено систематичний огляд наукових публікацій, що містять актуальні дослідження у галузі за останні 100 років. Визначено їх переваги та недоліки в контексті вимірювання теплового навантаження на системи опалення та охолодження будівель.

Результати і обговорення. Rees S at all [1], зазначали, що з початку 1930 років попередники ASHRAE (США) та CIBSE (Великобританія), проводили дослідження по результатам яких описували різноманітні ефекти нестационарного теплообміну у будівлях, починаючи з 1930-тих років. В 1938 році в США були видані методичні рекомендації для інженерів-практиків, які враховували вплив сонячної радіації та нестационарні ефекти пов'язані з цим. Найбільш достовірним є метод теплових балансів ASHRAE (Heat Balance Method, HBM), який є одночасно більш складним. В основних актуальних рекомендаціях ASHRAE наразі вказані 2 методи, як такі, що рекомендовані до використання при визначенні теплових навантажень та проведення енергетичних розрахунків, це вже згаданий вище ASHRAE (Heat Balance Method), і метод радіаційних часових рядів (RTS), що є спрощеною версією HBM. Зміни в архітектурі 1950 роках призвели до появи будівель зі збільшеним склінням, що в свою чергу стимулювало появу в Сполученому Королівстві так званого Admittance Method і головною ціллю цього методу розрахунків було визначення пікових температур у будівлях з природною чи механічною вентиляцією. Іншою відмінністю між методами розрахунків теплонаходжень в США та Великобританією було те, що в Admittance Method комбінував динамічну модель теплообміну для огорожувальних конструкцій зі спрощеною моделлю зонної конвекції та радіаційної теплопередачі для приміщень. Transfer Function Method (TFM) був прийнятий в нормативних документах США, та для розрахунків нестационарної теплопровідності. Крім того, цей метод був використаний для розрахунків нестационарної теплопровідності багатошарової стінки у програмах TARP (Walton 1983) і BLAST (1986) і на думку авторів [1] найбільш фундаментальним з усіх запропонованих методів таких обчислень, оскільки він прагне максимально безпосередньо моделювати фізичні процеси, що відбуваються у будівельних конструкціях.

Висновки. Для оптимального вирішення завдань щодо підвищення ефективності систем опалення та охолодження будівель в Україні, важливо дослідити та структурувати методи, такі як Heat Balance Method, Admittance Method, і Transfer Function Method, для Українського ринку з урахуванням їх точності та складності. Подальше вивчення та адаптація сучасних методів розрахунку має потенціал підвищити ефективність проектування сучасних будівель в Україні.

Література

1. Rees, S., Spitler, J., Davies, M. and Haves, P. (2000). Qualitative Comparison of North American and U.K. Cooling Load Calculation Methods. HVAC&R Research, 6(1), pp.75–99. doi:<https://doi.org/10.1080/10789669.2000.10391251>.

14. Підвищення енергоефективності льодової арени спорткомплексу НУХТ

Вадим Калита, Олексій Пилипенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглянуто економічну доцільність застосування холодильної машини для функціонування ковзанки на території спорткомплексу НУХТ, з використанням теплової енергії на потреби системи теплопостачання.

Матеріали і методи. Виконані дослідження території спорткомплексу НУХТ. Проведено математичне моделювання системи холодопостачання льодової арени, та визначено економічні показники її роботи. Проаналізована економічна доцільність використання теплоти конденсації на потреби теплопостачання спорткомплексу.

Результати. З аналізу території спорткомплексу визначено розмір льодового поля, що дорівнює $57 \text{ м} \times 21 \text{ м}$. Максимальні теплонадходження до системи холодопостачання льодової арени в межах 256 – 400 кВт. Розрахунок проведено для температур від $+3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+10 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Аналізуючи архів середніх місячних температур в місті Києві за 2021-2023 роки вказало, що теплонадходження при $+10^{\circ}\text{C}$ відповідають періоду від середини жовтня до середини квітня, що відповідає опалювальному сезону. З аналізу архівів середньомісячних температур м. Києва за 2021-2023 р встановлено, що період використання ковзанки триває від середини жовтня до середини квітня. Обмеженням є середньоденна температура $+10 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Вказаний період відповідає опалювальному сезону. Стандартною температурою конденсації холодильних установок з повітряним конденсатором для відкритих ковзанок є $+20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. В роботі розглянуто схеми холодопостачання льодової арени: одноступенева з повітряним конденсатором (базисна), одноступеневі з проточним рідинним конденсатором з та без РТО, двоступенева установка з проточним конденсатором. Температура конденсації для систем з проточним конденсатором прийнята $+50 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Розрахунок показав, що різні схемні рішення дають можливість отримати від 644 кВт до 892 кВт теплової енергії з температурою теплоносія до $+45 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Результат техніко-економічних розрахунків наведений в таблиці 1:

Таблиця 1.

Параметр	Одиниці виміру	Типи холодильних систем			
		без РТО	з РТО	дво-ступенева	з повітряним конденсатором
Капіталовкладення	тис. грн.	8429	8134	7989	9209
Собівартість холоду / тепла	грн/кВт × год (Гкал)	3,062 / 1454,2	2,811 / 1430,4	2,725 / 1448	1,839 / -
Термін окупності	роки	1,544	1,425	1,393	1,551

Висновки. Стандартна одноступенева холодильна система з повітряним конденсатором є економічно недоцільною для використання спорткомплексом НУХТ. Доцільно використовувати двоступеневу холодильну установку, що забезпечить найменші капіталовкладення та найкоротший термін окупності.

15. Режими роботи теплоутилізаторів димових газів, що використовують теплоту димових газів та теплоту конденсації водяної пари

Богдан Сослюк¹, Володимир Бойко¹, Андрій Чепяков²

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²ТОВ «Max Group Technology», Київ, Україна

Вступ. При досягненні гранично можливої величини ККД котлоагрегату постає питання використання прихованої теплоти конденсації водяної пари, що міститься у димових газах. Це актуально у зв'язку з тим, що при спалюванні твердого палива та біомаси значної вологості, частка прихованої теплоти конденсації зростає.

Це призводить до підвищення загальної ефективності роботи котельного агрегату, що в результаті зменшує споживання палива та викиди CO₂.

Методи досліджень. У дослідженні були використані загальнонаукові і спеціальні методи.

Результати і обговорення. Для дослідження було прийнято наступну схему зняття показників роботи теплоутилізатора встановленого на жаротрубному котлі потужністю 5 та 10 МВт, що зображено наведено на рис.1.

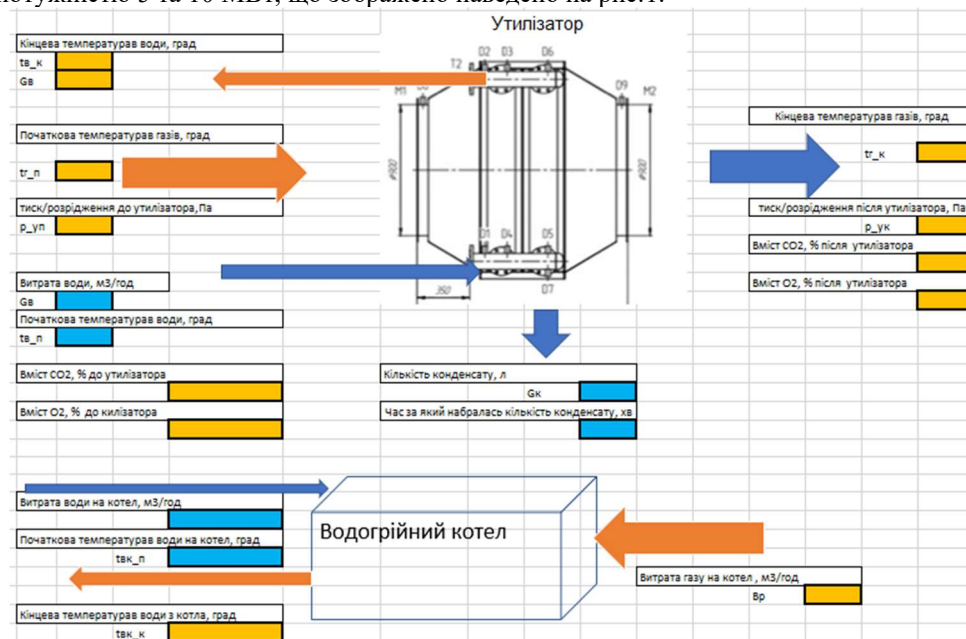


Рисунок 1. – Схема теплоутилізатора на жаротрубному котлі потужністю 5 та 10 МВт

Проведено дослідження двох утилізаторів потужністю 5 та 10 МВт в трьох режимах роботи від 30 до 90% завантаженості.

Розглянуті утилізатори є трубчастими з оребренням, що використовуються в котельній житлово-комунального господарства міста.

Висновки. Встановлення теплоутилізаторів для використання прихованої теплоти конденсації передбачає визначення економічно обґрунтованої поверхні теплообміну, що залежить від початкових температур димових газів та теплоносія.

16. Транскритичні холодильні машини на CO₂. Розрахунок оптимального тиску холодильного агента при виході з газоохолодника і досягнення найвищого показника COP транскритичної установки для кожної області України

Гліб Пилипчук, Андрій Форсюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Транскритичні холодильні машини на CO₂ (R744) стають все більш популярною альтернативою традиційним системам. Їхня висока енергоефективність, екологічність та безпечність роблять їх привабливішими для багатьох галузей. Метою дослідження було: провести аналіз роботи транскритичних холодильних машин на CO₂ визначивши оптимальний тиск на вході до газоохолодника для різних регіонів України.

Матеріали та методи: Для проведення аналізу використовувалися дані кліматологічних довідників та типові схеми організації транскритичних циклів. Основним методом аналізу був розрахунковий, з використанням прикладних комп'ютерних програм.

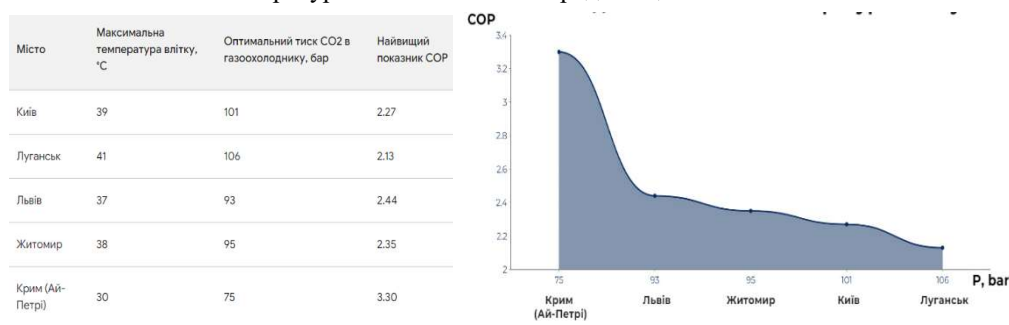
Результати роботи: В роботі досліджується вплив тиску ХА на вході до газоохолодника на COP ХМ, яка працює за транскритичним циклом.

Для дослідження обрано п'ять характерних місцин України з різними значеннями максимальної літньої температури. Це чотири міста: Київ, Львів, Луганськ та Житомир та гора Ай-Петрі (АР Крим) – місце з найнижчим показником літньої температури.

Результати проведеного аналізу дозволили визначити оптимальний тиск на вході до газоохолодника, при якому спостерігається найвище значення COP транскритичного циклу CO₂ для різних регіонів України, що може бути використано в практичній проектній роботі. За результатами аналізу було побовано графік залежності COP від тиску.

Висновки:

1. Оптимальний тиск CO₂ в газоохолоднику для транскритичної холодильної машини на CO₂ залежить від максимальної літньої температури.
2. Чим менша температура навколишнього середовища – тим менший оптимальний



тиск ХА на виході до газоохолодника та більший показник COP транскритичної ХМ.

3. Використання транскритичних циклів на CO₂ за певних умов дозволить зменшити споживання електроенергії та викиди парникових газів, зберегти навколишнє середовище та зробити економіку більш стійкою.

**17. Моделювання теплообміну під час конденсації водяної пари на групах
циліндричних струменів рідини за протетечійного руху парового потоку.**

Корчинський Михайло, Бондар Володимир, Олексій Пилипенко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На першому етапі дослідження процесу конденсації водяної пари з парогазової суміші на групі струменів рідини, що витікають через циліндричні розподільчі пристрої, проведено комплексне дослідження гідравлічних характеристик струменів нестисливої рідини.

Матеріали та методи. Досліджувався процес конденсації водяної пари з парогазової суміші за протетечійного руху фаз в двофазних паро рідинних течіях. Предмет дослідження – струменеві течії краплинної рідини з конденсацією пари на їх поверхні. Методи дослідження – експериментальний та теоретичний аналіз літературних джерел.

Результати та обговорення. Аналіз існуючих літературних джерел, які описують процес конденсації пари з парогазової суміші на струменях рідин дозволяють зробити висновки, що більшість досліджень мають переважно експериментальний характер, і тільки для невеликого діапазону змін режимних параметрів. Тому результати цих досліджень коректно використовувати тільки для цього відповідного діапазону. Ще однією особливістю є те, що в існуючих математичних моделях, які описують процес конденсації пари на циліндричних струменях рідин для розрахунків переважно приймався суцільний циліндричний струмінь рідин. Але під час проведення експериментального дослідження встановлено, що форми струменів, які витікають з циліндричних отворів протетечією до набігаючого парового потоку, відрізняються від циліндричних, суцільність струменів залежить від параметрів течії, струмені характеризуються їх обертанням з інтенсивним хвилеутворенням. Струмені поєднуються між собою з наступним їх розпадом вздовж течії, диспергуються та виносяться з паровим потоком. Відповідно, використання існуючих методик розрахунків процесів конденсації водяної пари на струменях рідини цього типу можливо використовувати тільки для суцільних струменів рідин, а поза межами змін параметрів суцільності є некоректним. Це пов'язано з тим, що обчислити площу контакту диспергованих струменів рідини, які витікають через циліндричні розподільчі пристрої, з потоком водяної пари складно, а навіть подекуди і неможливо. Відповідно використання класичних рівнянь теплообміну з врахуванням площі контакту фаз стає неможливим. А саме, відсутня можливість використовувати традиційне рівняння теплопередачі. Тому більшість існуючих методик розрахунків базується на використанні безрозмірнісних комплексів, які описують ступінь зміни температури рідини вздовж довжини струменів за відповідних геометричних умов. Тобто, на початку термодинамічного дослідження процесів конденсації водяної пари на групах струменів рідини, а також перед етапом моделювання необхідно провести гідродинамічне дослідження з встановленням меж змін суцільної структури струменів, провести класифікацію режимів руху рідини з встановленням меж існування відповідних граничних гідродинамічних режимів.

Висновки. Отримані результати досліджень процесу конденсації водяної пари на групах струменів рідини, що витікають через циліндричні розподільчі пристрої, дозволять провести класифікацію режимів руху рідини, визначити межі існування граничних гідродинамічних режимів та встановити відповідно межі використання існуючих математичних моделей, а за необхідності і розробити нові.

18. SWOT-аналіз для оцінки енергоефективних холодильних систем

Максим Андрієнко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оптимізація споживання енергії із застосуванням SWOT-аналізу дозволить знизити споживання електроенергії та підвищить рівень харчової безпеки.

Матеріали досліджень. SWOT-аналіз.

Результати. Показники сильних і слабких сторін проекту (табл.1).

Таблиця 1. SWOT-аналіз підвищення енергоефективності холодильних систем

SWOT-показники	Чинники	
	внутрішні (організаційні)	зовнішні (зовнішні ринкові та середовищні)
Сильні	1. Високоєфективні компресори та системи охолодження 2. Використання інноваційних матеріалів для утеплення та ізоляції 3. Системи ефективного управління енергоспоживанням та автоматизації	1. Високі витрати на впровадження та технічне обслуговування 2. Збільшення попиту на зелені технології та виробництво з низьким викидом 3. Залучення фінансування та підтримки від програм розвитку відновлювальної енергії
Слабкі	1. Наявність слабого ланцюжка постачання чи технологічних обмежень 2. Високі витрати на впровадження та технічне обслуговування 3. Потреба у кваліфікованому персоналі для ефективного обслуговування	1. Високі витрати на впровадження та технічне обслуговування. 2. Потреба у висококваліфікованому персоналі для ефективного обслуговування технологічна відсталість
Можливості	1. Ріст інтересу споживачів до енергоефективних продуктів 2. Збільшення попиту на зелені технології та виробництво з низьким викидом 3. Залучення фінансування та підтримки від програм розвитку відновлювальної енергії	1. Зміни в законодавстві, які можуть підтримати виробництво енергоефективних систем 2. Розширення ринків та залучення нових клієнтів 3. Розвиток нових технологій, які можуть підвищити ефективність
Загрози	1. Зміни в законодавстві, які можуть впливати на виробництво 2. Конкуренція на ринку від традиційних, менш екологічно чистих рішень 3. Негативний вплив економічних факторів на фінансову стійкість проекту	1. Конкуренція на ринку від традиційних, менш екологічно чистих рішень 2. Негативний вплив економічних факторів на фінансову стійкість проекту 3. Зміни в споживчих вподобаннях, що можуть вплинути на попит на продукцію

Сильні та слабкі сторони проекту зосереджені на внутрішніх аспектах, а можливі загрози оцінюються зовнішніми чинниками, такими як ринкові умови, технологічні зміни і законодавчі вимоги.

Висновок. Після SWOT-аналізу розробляють стратегію (інноваційні технології, підвищення ефективності виробництва, маркетингові та рекламні заходи для просування енергоефективних холодильних систем), яка використовує сильні сторони проекту, мінімізує його слабкі сторони, використовує можливості та мінімізує загрози.

19. Визначення оптимальних конструктивних параметрів циклона для газогенератора малої потужності

Андрій Степанченко, Дмитро Риндюк

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

При експлуатації газогенераторних установок малої потужності (до газу 40 м³/год) виникають значні проблеми з вибором конструкції та типорозмірів циклонів. Класичні методи розрахунку не пристосовані до такої малої продуктивності (витрат газу, що фільтрується) обладнання та не дають адекватних результатів.

Автором було прийнято рішення про доцільність створення математичної моделі процесу фільтрації генераторного газу в інерційному циклоні класичної конструкції з подальшим проведенням комплексу числових експериментів спрямованих на визначення оптимальних геометричних співвідношень основних розмірів циклону.

Вирішення поставленої задачі визначення оптимальних геометричних співвідношень основних розмірів циклону запропоновано здійснити за допомогою проведення активного числового експерименту з використанням математичної моделі процесу фільтрації генераторного газу в інерційному циклоні.

Обираємо в якості параметра оптимізації ефективність очистки газу η , % від дрібнодисперсних механічних домішок (пил, зола, сажа) в циклоні.

Проведемо вибір незалежних вхідних (геометричних) параметрів процесу: X_1 – діаметр циклону D , мм; X_2 – висота циліндричної частини циклону H_1 , мм; X_3 – відношення висоти конічної частини циклону H_2 до діаметра циклону D ; X_4 – кут нахилу конічної частини циклон β , град.; X_5 – відношення діаметру вихідного патрубку d до діаметра циклону D ; X_6 – відношення висоти вихідного патрубку h до висоти циліндричної частини циклону H_1 ; X_7 – відношення висоти вхідного патрубку a до висоти циліндричної частини циклону H_1 ; X_8 – відношення ширини вхідного патрубку b до діаметра циклону D ; X_9 – кут нахилу вхідного патрубку до горизонту γ , град.

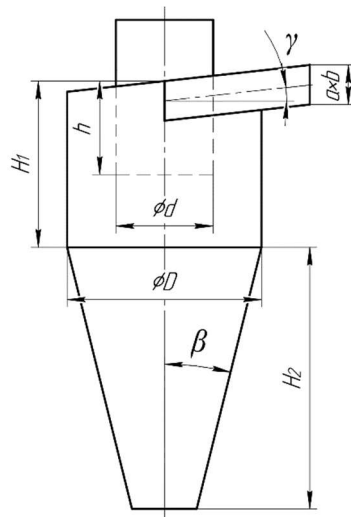


Рис. 1. Схема циклона та основні геометричні фактори

Всі вказані фактори є сумісні між собою та незалежними й, на думку авторів, є суттєвими.

Проведення повного багатофакторного експерименту за наявності 9 факторів є занадто трудомістким та тривалим процесом, тому доцільно здійснити відсіюючі експерименти з метою визначення незначущості окремих факторів [1].

Створимо ряд розрахункових схем на основі моделей циклона (рис. 2, а) з відповідним варіюванням факторів (геометричних розмірів) та проведемо комплекс числових експериментів.

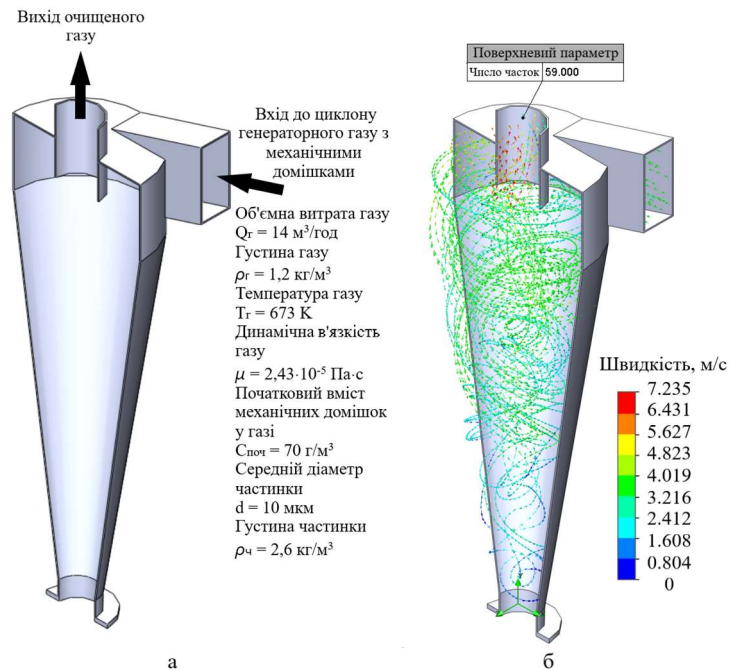


Рис. 2. Розрахункова схема (а) та приклад розподілу швидкостей руху твердих часток й ефективності очищення при одному з числових експериментів (б)

За результатами спланованих дослідів (числових експериментів), методом найменших квадратів, з виконанням вимог регресійного аналізу, визначимо коефіцієнти рівняння (табл. 1) [2]:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i X_i + \sum_{i=1}^n a_{ij} X_i X_j + \sum_{i=1}^n a_{ij} X_i^2 + \sum_{i=1}^n a_{ji} X_j^2,$$

де i – номер фактору, j – номер дослідів згідно плану ОЦКП, a – відповідні коефіцієнти рівняння.

Таблиця 1 – Коефіцієнти рівняння регресії

Коефіцієнти рівняння регресії							
a_0	a_1	a_2	a_3	a_{11}	a_{22}	a_{33}	a_{123}
-26.208	0.867	-0.131	3.760	-0.003	0.368	-0.121	3.139

Визначимо екстремум функції відгуку η , % та оптимальний розподіл факторів (геометричних параметрів циклона) в межах області факторного простору ($100 \leq D \leq 150$; $2 \leq H_2 / D \leq 3$; $11 \leq \gamma \leq 17$):

$$\eta(D, \frac{H_2}{D}, \gamma) \rightarrow \max;$$

$$D_{\text{opt}} = 126 \text{ мм}; \left(\frac{H_2}{D} \right)_{\text{opt}} = 3; \gamma_{\text{opt}} = 15,5 \text{ град};$$

$$\eta_{\text{opt}} = 60,486\%.$$

Перелік посилань:

1. Методи оптимізації та математична статистика / уклад. Т.Г. Мисюра, Т.М. Погорілий, В.Л. Зав'ялов — К.: НУХТ, 2017. — 169 с.
2. Методи оптимізації та математична статистика: курс лекцій для студентів освітнього ступеня «Магістр» / Бодров В.С., Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г. та інші. – К.: НУХТ, 2016. –103 с.

20. Математична модель циклона для газогенератора малої потужності

Андрій Степанченко, Дмитро Риндюк

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Для невеликих приватних домогосподарств і мешканців сільської місцевості можна ефективно використовувати альтернативні технології отримання теплової та електричної енергії. Це особливо актуально в умовах складної економічної та політичної ситуації, що наразі має місце в Україні. В сучасних умовах технології газифікації біопалива швидко розвиваються, і їх використання стає все більш обґрунтованим й для газогенераторів малої потужності. Для отримання електроенергії на основі генераторного газу необхідне його якісне очищення перед використанням в двигунах внутрішнього згоряння генераторів. На виході з газогенератора генераторний газ має високий вміст механічних домішок (до 100 г/м³) таких, як пил, зола та сажа. Найбільш простим способом очистки генераторного газу від механічних домішок є застосування сухих методів очистки, в першу чергу циклонів.

При експлуатації газогенераторних установок малої потужності (до газу 40 м³/год) виникають значні проблеми з вибором конструкції та типорозмірів циклонів. Класичні методи розрахунку не дають адекватних результатів.

Зважаючи на відсутність достовірної методики розрахунку співвідношень геометричних характеристик для циклонів малої потужності (до 40 м³/год), прийнято рішення про доцільність створення математичної моделі процесу фільтрації генераторного газу в інерційному циклоні класичної конструкції з подальшим проведенням комплексу числових експериментів спрямованих на визначення раціональних геометричних співвідношень основних розмірів циклону.

Для моделювання течій генераторного газу в циклоні використовувалися усереднені за Фавром рівняння Нав'є-Стокса [1], де враховуються усереднені за часом впливи турбулентності потоку на параметри потоку, а також рівняння переносу для турбулентної кінетичної енергії та швидкості її дисипації (k-ε модель).

Поставлена задача розглядалася як течія двофазних потоків де одна фаза (тверді частинки) рухаються у стаціонарному полі потоку другої (газової) фази. При цьому припускається, що вплив твердих частинок на потік газу (включаючи температуру) є незначним. Також вважалося, що масова витрата твердої фази (частинок) повинна бути не більше ніж 30% від масової витрати газової фази.

Для моделювання таких двофазних потоків, де потік газу забруднено частинками, використовувався підхід Лагранжа [2].

Частинки твердого матеріалу вважалися сферичними та такими, що мають постійну масу. Трасекторії частинок визначалися шляхом чисельного інтегрування рівняння:

$$m_{\text{част}} \frac{d\vec{U}_{\text{част}}}{dt} = \frac{1}{8} \pi \mu d \operatorname{Re} C_{\text{on}} (\vec{U} - \vec{U}_{\text{част}}) - \frac{1}{6} \pi d^3 \nabla P + m_{\text{част}} \vec{g},$$

де $m_{\text{част}}$ – маса частинки, $\vec{U}_{\text{част}}$ – вектор швидкості частинки, μ – коефіцієнт динамічної в'язкості, d – діаметр частинки, C_{on} – коефіцієнт опору частинки, $\vec{g}$ – вектор гравітаційного прискорення, Re – число Рейнольдса, яке залежить від діаметра частинки, відносної швидкості, густини та в'язкості потоку.

Коефіцієнт опору частинок C_{on} розраховувався за формулою Хендерсона [3], отриманою для безперервних, розріджених, дозвукових ($M \leq 1$) ламінарних, перехідних і турбулентних потоків, що діють на частинки. Також враховано різниці температур між генераторним газом і частинкою. Обертання частинок, їх взаємодія одна з одною та браунівський рух не враховуються.

$$C_{от} = 24 \left[Re + S \left(4.33 + \frac{3.65 - 1.53 \frac{T_{част}}{T}}{1 + 0.353 \frac{T_{част}}{T}} \exp(-0.247 \frac{Re}{S}) \right) \right]^{-1} + \exp(-\frac{0.5M}{\sqrt{Re}}) \times$$

$$\times \left[\frac{4.5 + 0.38(0.03 Re + 0.48 \sqrt{Re})}{1 + 0.03 Re + 0.48 \sqrt{Re}} + 0.1M^2 + 0.2M^8 \right] + \left[1 - \exp(-\frac{M}{Re}) \right] 0.6S$$

де M – число Маха, що базується на відносній швидкості між частинкою і потоком газу,

$S = M \sqrt{\frac{\gamma}{2}}$ – відношення молекулярних швидкостей, γ – питома теплоємність, T – температура

газу у потоці, $T_{част}$ – температура частинок.

Рівняння теплової енергії для частинки мало наступний вигляд:

$$m_{част} C_{част} \frac{dT_{част}}{dt} = \pi d \cdot k \cdot Nu (T - T_{част}),$$

де $C_{част}$ – питома теплоємність частинки, $T_{част}$ – температура частинки, k – теплопровідність газу, Nu – число Нуссельта.

Коефіцієнт теплопередачі між частинкою та газом розраховувався за формулою запропонованою в [4]:

$$Nu = \frac{2 + 0.459 Re^{0.55} Pr^{0.33}}{1 + 3.42 \frac{M}{Re Pr} (2 + 0.459 Re^{0.55} Pr^{0.33})}.$$

Також враховувалася сила тяжіння. Оскільки маса частинок вважалася постійною, частинки, охолоджені або нагріті навколишнім газом, змінювали свій розмір.

Взаємодія частинок з внутрішніми поверхнями стінок циклона враховувалася шляхом визначення неідеального відбиття. Неідеальне відбиття визначалося нормальним e_N та тангенціальним e_τ коефіцієнтами відбивання частинок:

$$e_N = \frac{V_{2,N}}{V_{1,N}}, \quad e_\tau = \frac{V_{2,\tau}}{V_{1,\tau}},$$

де $V_{2,N}$ і $V_{2,\tau}$ – нормальна та тангенціальна складові швидкості частинки після зіткнення, а $V_{1,N}$ та $V_{1,\tau}$ до зіткнення.

Висновки. У зв'язку з недостатньою достовірністю результатів розрахунків конструктивно-технологічних параметрів для циклонів малої продуктивності проведеним по класичним методикам, запропоновано математичну модель фільтрації генераторного газу від механічних домішок (пил, зола та сажа). В подальшому, автор планує проведення комплексу числових експериментів на основі наведеної моделі з метою визначення оптимальних конструктивних параметрів саме для циклонів малої продуктивності.

Перелік посилань:

1. Hirsch, Charles (2007): Numerical Computation of Internal and External Flows: The Fundamentals of Computational Fluid Dynamics. 2nd Edition - June 4, 2007, p. 700. ISBN: 9780750665940
2. Del Castello, L., and H. J. H. Clercx, Lagrangian acceleration of passive tracers in statistically steady rotating turbulence, Physical Review Letters, 107, 214,502, 2011.
3. Henderson, C. B. (1976) Drag coefficients of spheres in continuum and rarefied flows. AIAA Journal, 14(6), 707-708.
4. Muhammad I. Taiwo, Mohammed A. Namadi and James B. Mokwa, Design and analysis of cyclone dust separator / American Journal of Engineering Research (AJER), Volume-5, Issue-4, pp-130-134, e-ISSN: 2320-0847, p-ISSN: 2320-0936

21. Проектування газогенераторів малої потужності

Андрій Степанченко, Дмитро Риндюк

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Через значне зростання цін на традиційні паливні енергоресурси, постійні ракетні обстріли енергетичних об'єктів України, що призводять до нестабільності централізованого забезпечення громадян теплом та електричною енергією на перше місце виступають альтернативні шляхи подолання цієї проблеми. Використання електрогенераторів, що працюють на традиційному паливі (бензині, газі, дизелі) є досить дорогим через значне зростання ціни внаслідок проблем з імпортом. Для невеликих приватних господарств та населення сільської місцевості доцільно використовувати технології газифікації, де в якості палива можливе використання відновлюваних ресурсів.

Відновлювальні джерела енергії, такі як, біопаливо стають дедалі популярнішими, оскільки біомаса та відходи промислової діяльності, наприклад залишки сільськогосподарської, деревообробної, харчової промисловості та комунальних господарств, широко доступні та є відновлюваними, і їх можна розглядати як стійкі ресурси.

Процес термохімічної конверсії біомаси з метою отримання газоподібного палива досить відомий та неодноразово досліджений [1-2, 4]. Проте дані технології не набули широкого розповсюдження в світі. Але в умовах енергетичної кризи технології газифікації стрімко розвиваються та їхнє застосування стає економічно все більш обґрунтованим й для газогенераторів малої потужності [3].

В умовах військової агресії і, як наслідок, браку часу та коштів доцільно розглядати найбільш прості та недорогі варіанти реалізації технології газифікації з метою отримання дешевої теплової та електричної енергії.

Метою даної роботи є проектування газогенераційної установки малої потужності для отримання електроенергії на основі генераторного газу при використанні в двигунах внутрішнього згоряння електрогенераторів (рис. 1).

Газифікація – це процес, при якому вуглецеві матеріали піддаються частковому окисленню за високих температур (750–1100 °C), щоб утворити синтез-газ – газоподібну суміш із CO, CO₂, H₂ та CH₄. Цей ендотермічний процес, який вимагає тепла для утримання реакції, може здійснюватися при обмеженій кількості кисню.



Рис. 1. Газогенератор малої потужності

Основоючись на наведених в [5] методиці та даних характеристик сировини було розраховано основні технологічні та конструктивні показники газогенераційної установки малої потужності (табл. 1). Як приклад дані наведено для відходів деревини (технологічна щепка).

Таблиця 1 – Основні технологічні та конструктивні показники газогенератора

Розрахунковий показник	Позначення, одиниці вимірювання	Результат
Нижча теплотворність робочої маси твердого палива	H_n^p , МДж/кг	15,026
Вміст вуглецю в газі	C_z , кг/м ³ газу	0,1757
Вихід сухого газу з 1 кг робочого палива	V_z , м ³ /кг	2,296
Питома вага сухого газу	γ_z , кг/м ³	1,109
Кількість вологи, що міститься в 1 м ³ газу	f_z , кг/м ³	0,124
Загальна кількість водяної пари в газі	G_{H_2O} , кг/кг палива	0,285
Потрібна кількість повітря	L , м ³ /кг	1,427
Нижча теплотворність газу	H_u , МДж/м ³	4,920
Кількість повітря, необхідного для спалювання 1 м ³ газу	L_0 , м ³ повітря/м ³ газу	1,033
Витрата газу	Q_z , м ³ /год	13,903
Витрата палива на годину	G_T , кг/год	6,056
Питома витрата палива	g_e , кг/кВт	0,650
Потужність чотиритактного двигуна	N_e , кВт	5,178
Діаметр камери газогенератора	D_k , м	0,2
Діаметр нижньої частини газогенератора	d_z , м	0,0689
Діаметр фурм	d_ϕ , мм	3,624

Отримані в результаті розрахунків значення доцільно використати для побудови газогенераційної установки малої потужності.

Висновки

В роботі показано доцільність використання газогенераторів малої потужності для невеликих приватних господарств та сільської місцевості. Запропоновано проектування найбільш простої та надійної конструкції газогенератора. Проведено розрахунок технологічних та конструктивних параметрів газогенераційної установки малої потужності. Основні показники спроектованої установки: витрата палива 6 кг/год, об'єм сухого газу 13,9 м³/год, діаметр газогенератора 200 мм, висота 400 мм. Спроектований газогенератор призначений для постачання паливом чотиритактного двигуна потужністю 4 кВт.

Перелік посилань:

1. O. Negoda, V. Sobchenko and O. Orailo, "Gasification in eddies devices as promising direction development gas generators technologies.", Energy-saving technologies and equipment, 2013, pp 17-20.
2. O. Sokolovskyi, Y. Yarosh, N Tsyvenkova and S.Kukharets "The substantiation of the electrical power supply channel based on the gas-generator installation", Renewable energy, Zhytomyr, vol.1, pp. 72-82, August, 2019.
3. V. Rudzinsky, B. Yemets, C. Melnychuk, O. Ryabchuk and S. Tsimbal, "Criteria for optimal operation of automobiles on alternative fuels", Bulletin of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia, vol 13(№1), pp. 124-132, July 15, 2021.
4. P. Soprych, C. Czerski and P. Grzywacz "Studies on the Thermochemical Conversion of Waste Tyre Rubber- A Review", Energies, Basel, Switzerland, vol. 17(1), pp. 1-39, December 19, 2023.
5. B. Peterson, Wood Gasifier Builder's Bible: Advanced Gasifier Plans to Build Your Own Wood Gas Generator. Make Free Biofuel at Home Paperback – Large Print, June 29, 2014 – p.192. ISBN: 978-150036227

22. Design of low-power gas generators

Andriy Stepanchenko, Dmytro Ryndyuk

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Due to the significant increase in prices for traditional fuel energy resources, constant rocket attacks on energy facilities in Ukraine, which lead to instability in the centralised supply of heat and electricity to citizens, alternative ways to overcome this problem are becoming more and more important. The use of electric generators running on traditional fuels (petrol, gas, diesel) is quite expensive due to the significant price increase caused by import problems. For small private households and rural residents, it is advisable to use gasification technologies, where renewable resources can be used as fuel.

Renewable energy sources, such as biofuels, are becoming increasingly popular because biomass and industrial waste, such as residues from agriculture, woodworking, food processing and municipalities, are widely available and renewable and can be considered sustainable resources.

The process of thermochemical conversion of biomass to produce gaseous fuels is well known and has been studied many times [1-2, 4]. However, these technologies are not widespread in the world. Nevertheless, in the context of the energy crisis, gasification technologies are rapidly developing and their use is becoming more and more economically reasonable for low-capacity gas generators [3].

In the context of military aggression and, as a result, lack of time and money, it is advisable to consider the simplest and most inexpensive options for implementing gasification technology to generate cheap heat and electricity.

The aim of this work is to design a low- capacity gas generating unit for generating electricity from generator gas when used in internal combustion engines of electric generators (Fig. 1).

Gasification is a process in which carbonaceous materials undergo partial oxidation at high temperatures (750 - 1100 °C) to form a synthesis gas, a gaseous mixture of CO, CO₂, H₂ and CH₄. This endothermic process, which requires heat to sustain the reaction, can be carried out with a limited amount of oxygen.



Figure 1. Low power gas generator

Based on the methodology presented in [5] and the data on the characteristics of raw materials, the main technological and design parameters of a low-capacity gas generator unit were calculated (Table 1). As an example, the data are given for wood waste (process chips).

The values obtained as a result of the calculations should be used for the construction of a low-capacity gas generating unit.

Table 1 - Main technological and design parameters of the gas generator

Estimated figure	Designation, units of measurement	Result
Lower calorific value of the working mass of solid fuel	H_d^w , MJ/kg	15,026
Carbon content in the gas	C_g , kg/m ³ gas	0,1757
Dry gas yield per 1 kg of fuel	V_g , m ³ /kg	2,296
Specific gravity of dry gas	γ_d , kg/m ³	1,109
Amount of moisture contained in 1 m ³ of gas	f_m , kg/m ³	0,124
Total amount of water vapour in the gas	G_{H_2O} , kg/kg of fuel	0,285
The right amount of air	L , m ³ /kg	1,427
Lower calorific value of gas	H_{lv} , MJ/m ³	4,920
Amount of air required to burn 1 m ³ of gas	L_0 , m ³ air/m ³ gas	1,033
Gas consumption	Q_{gas} , m ³ /h	13,903
Fuel consumption per hour	G_T , kg/h	6,056
Specific fuel consumption	g_e , kg/kW	0,650
Four-stroke engine power	N_e , kW	5,178
Diameter of the gas generator chamber	D_c , m	0,2
Diameter of the lower part of the gas generator	d_{lg} , m	0,0689
Diameter of the tuyere	d_t , mm	3,624

Conclusions. The paper shows the feasibility of using low-power gas generators for small private households and rural areas. The design of the simplest and most reliable gas generator design is proposed. The technological and design parameters of a low-power gas generating unit were calculated. The main parameters of the designed unit are: fuel consumption 6 kg/h, dry gas volume

13.9 m³/h, gas generator diameter 200 mm, height 400 mm. The designed gas generator is intended to supply fuel to a 4 kW four-stroke engine.

List of references:

1. O. Negoda, V. Sobchenko and O. Orailo, "Gasification in eddies devices as promising direction of development of gas generators technologies.", Energy-saving technologies and equipment, 2013, pp 17-20.
2. O. Sokolovskyi, Y. Yarosh, N. Tsyvenkova and S. Kukharets "The substantiation of the electrical power supply channel based on the gas-generator installation", Renewable energy, Zhytomyr, vol.1, pp. 72-82, August, 2019.
3. V. Rudzinsky, B. Yemets, C. Melnychuk, O. Ryabchuk and S. Tsimbal, "Criteria for optimal operation of automobiles on alternative fuels", Bulletin of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia, vol 13(№1), pp. 124-132, July 15, 2021.
4. P. Soprych, C. Czerski and P. Grzywacz "Studies on the Thermochemical Conversion of Waste Tyre Rubber- A Review", Energies, Basel, Switzerland, vol. 17(1), pp. 1 -39, December 19, 2023.
5. B. Peterson, Wood Gasifier Builder's Bible: Advanced Gasifier Plans to Build Your Own Wood Gas Generator. Make Free Biofuel at Home Paperback - Large Print, June 29, 2014
6. p.192. ISBN: 978-1500362270

23. Mathematical model of an air cyclone for a low-power gas generator

Andriy Stepanchenko, Dmytro Ryndyuk

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

For small private households and residents of rural areas, alternative technologies for generating heat and electricity can be effectively used. This is especially true in the current difficult economic and political situation in Ukraine. In today's environment, biofuel gasification technologies are developing rapidly, and their use is becoming increasingly justified for small gas generators. To generate electricity from generator gas, it is necessary to clean it before using it in the internal combustion engines of generators. At the outlet of the gas generator, the generator gas has a high content of mechanical impurities (up to 100 g/m³) such as dust, ash and soot. The simplest way to clean generator gas from mechanical impurities is to use dry cleaning methods, primarily cyclones.

When operating low-capacity gas generating units (up to 40 m³ /h of gas), significant problems arise with the choice of cyclone design and size. Classical calculation methods do not provide adequate results.

Taking into account the lack of a reliable methodology for calculating the ratios of geometric characteristics for cyclones of low power (up to 40 m³ /h), it was decided that it would be expedient to create a mathematical model of the process of filtering generator gas in an inertial cyclone of classical design, followed by a set of numerical experiments aimed at determining the rational geometric ratios of the main cyclone dimensions.

The Favre-averaged Navier-Stokes equations [1] were used to model the flow of generator gas in the cyclone, which take into account the time-averaged effects of flow turbulence on flow parameters, as well as the transfer equations for turbulent kinetic energy and its dissipation rate (k-ε model).

The problem was considered as a two-phase flow where one phase (solid particles) moves in a stationary flow field of the second (gas) phase. It is assumed that the effect of solid particles on the gas flow (including temperature) is minor. It was also assumed that the mass flow rate of the solid phase (particles) should be no more than 30% of the mass flow rate of the gas phase.

To model such two-phase flows, where the gas flow is contaminated with particles, the Lagrange approach was used [2].

The particles of the solid material were assumed to be spherical and of constant mass. The particle trajectories were determined by numerical integration of the equation:

$$m_{part} \frac{d\vec{U}_{part}}{dt} = \frac{1}{8} \pi \mu d Re C_{res} (\vec{U} - \vec{U}_{part}) - \frac{1}{6} \pi d^3 \nabla P + m_{part} \vec{g},$$

where m_{part} – mass of the particle, $\vec{U}_{part}$ – particle velocity vector, μ – dynamic viscosity coefficient, d – particle diameter, C_{res} – particle drag coefficient, $\vec{g}$ – gravitational acceleration vector, Re – is the Reynolds number, which depends on the particle diameter, relative velocity, density, and viscosity of the flow.

The particle drag coefficient C_{res} was calculated using the Henderson formula [3] obtained for continuous, rarefied, subsonic ($M \leq 1$) laminar, transient, and turbulent flows acting on the particles. Temperature differences between the generator gas and the particle are also taken into account. Particle rotation, interaction with each other and Brownian motion are not taken into account.

$$C_{res} = 24 \left[Re + S \left(4.33 + \frac{3.65 - 1.53 \frac{T_{part}}{T}}{1 + 0.353 \frac{T_{part}}{T}} \exp(-0.247 \frac{Re}{S}) \right) \right]^{-1} + \exp(-\frac{0.5M}{\sqrt{Re}}) \times$$

$$\times \left[\frac{4.5 + 0.38(0.03 Re + 0.48\sqrt{Re})}{1 + 0.03 Re + 0.48\sqrt{Re}} + 0.1M^2 + 0.2M^8 \right] + \left[1 - \exp(-\frac{M}{Re}) \right] 0.6S$$

where M – is the Mach number based on the relative velocity between the particle and the gas flow, $S = M \sqrt{\frac{\gamma}{2}}$ – is the ratio of molecular velocities, γ – is the specific heat capacity, T – is the gas temperature in the flow, T_{part} – is the particle temperature.

The equation of thermal energy for the particle was as follows:

$$m_{part} C_{part} \frac{dT_{part}}{dt} = \pi d \cdot k \cdot Nu(T - T_{part}),$$

where C_{part} – is the specific heat capacity of the particle, T_{part} – is the temperature of the particle, k – is the thermal conductivity of the gas, Nu – is the Nusselt number.

The heat transfer coefficient between the particle and the gas was calculated using the formula proposed in [4]:

$$Nu = \frac{2 + 0.459 Re^{0.55} Pr^{0.33}}{1 + 3.42 \frac{M}{Re Pr} (2 + 0.459 Re^{0.55} Pr^{0.33})}.$$

Gravity was also taken into account. Since the mass of the particles was assumed to be constant, particles cooled or heated by the surrounding gas changed their size.

The interaction of particles with the inner surfaces of the cyclone walls was taken into account by determining the imperfect reflection. The imperfect reflection was determined by the normal e_N and tangential e_τ particle reflection coefficients:

$$e_N = \frac{V_{2,N}}{V_{1,N}}, \quad e_\tau = \frac{V_{2,\tau}}{V_{1,\tau}},$$

where $V_{2,N}$ і $V_{2,\tau}$ – are the normal and tangential components of the particle velocity after the collision, and $V_{1,N}$ and $V_{1,\tau}$ are the components before the collision.

Conclusions. Due to the insufficient reliability of the results of calculations of design and technological parameters for low-capacity cyclones carried out by classical methods, a mathematical model of filtering generator gas from mechanical impurities (dust, ash and soot) is proposed. In the future, the author plans to conduct a set of numerical experiments based on the proposed model in order to determine the optimal design parameters for low-capacity cyclones.

1. List of references:
2. Hirsch, Charles (2007): Numerical Computation of Internal and External Flows: The Fundamentals of Computational Fluid Dynamics. 2nd Edition - June 4, 2007, p. 700. ISBN: 9780750665940
3. Del Castello, L., and H. J. H. Clercx, Lagrangian acceleration of passive tracers in statistically steady rotating turbulence, Physical Review Letters, 107, 214,502, 2011.
4. Henderson, C. B. (1976) Drag coefficients of spheres in continuum and rarefied flows. AIAA Journal, 14(6), 707-708.
5. Muhammad I. Taiwo, Mohammed A. Namadi and James B. Mokwa, Design and analysis of cyclone dust separator / American Journal of Engineering Research (AJER), Volume- 5, Issue-4, pp-130-134, e-ISSN: 2320-0847, p-ISSN: 2320-0936

24. Determination of optimal design parameters of an air cyclone for a low-power gas generator

Andriy Stepanchenko, Dmytro Ryndyuk

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

The operation of low-capacity gas generating units (up to 40 m³ /h of gas) faces significant problems with the choice of cyclone design and size. Classical calculation methods are not adapted to such a small capacity (flow rate of the filtered gas) of the equipment and do not give adequate results.

The author decided to create a mathematical model of the process of filtering generator gas in an inertial cyclone of classical design with further conducting a set of numerical experiments aimed at determining the optimal geometric ratios of the main dimensions of the cyclone.

It is proposed to solve the problem of determining the optimal geometric ratios of the main dimensions of the cyclone by conducting an active numerical experiment using a mathematical model of the process of filtering generator gas in an inertial cyclone.

The optimization parameter is the gas purification efficiency η , % of fine mechanical impurities (dust, ash, soot) in the cyclone.

Let us select independent input (geometric) process parameters: X_1 - cyclone diameter D , mm; X_2 - height of the cylindrical part of the cyclone H_1 , mm; X_3 - ratio of the height of the conical part of the cyclone H_2 to the cyclone diameter D ; X_4 - angle of inclination of the conical part of the cyclone β , deg.; X_5 - is the ratio of the diameter of the outlet nozzle d to the diameter of the cyclone D ; X_6 - is the ratio of the height of the outlet nozzle h to the height of the cylindrical part of the cyclone H_1 ; X_7 - is the ratio of the height of the inlet nozzle a to the height of the cylindrical part of the cyclone H_1 ; X_8 - is the ratio of the width of the inlet nozzle b to the diameter of the cyclone D ; X_9 - is the angle of inclination of the inlet nozzle to the horizon γ , deg.

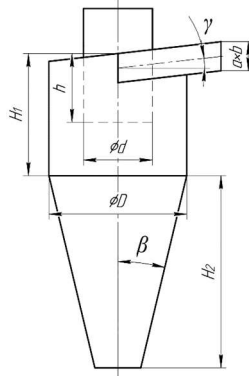


Fig. 1. Cyclone diagram and main geometric factors

All of these factors are compatible with each other and independent and, in the authors' opinion, are essential.

Conducting a full multivariate experiment with 9 factors is too time-consuming, so it is advisable to conduct screening experiments to determine the insignificance of individual factors [1].

We will create a number of computational schemes based on cyclone models (Fig. 2, a) with the appropriate variation of factors (geometric dimensions) and conduct a set of numerical experiments.

Based on the results of the planned experiments (numerical experiments), using the least squares method, in compliance with the requirements of regression analysis, we will determine the coefficients of the equation (Table 1) [2]:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i X_i + \sum_{i=1}^n a_{ij} X_i X_j + \sum_{i=1}^n a_{ij} X_i^2 + \sum_{i=1}^n a_{ji} X_j^2,$$

where i - is the number of the factor, j - is the number of the experiment according to the CLCP plan, and a is the corresponding coefficients of the equation.

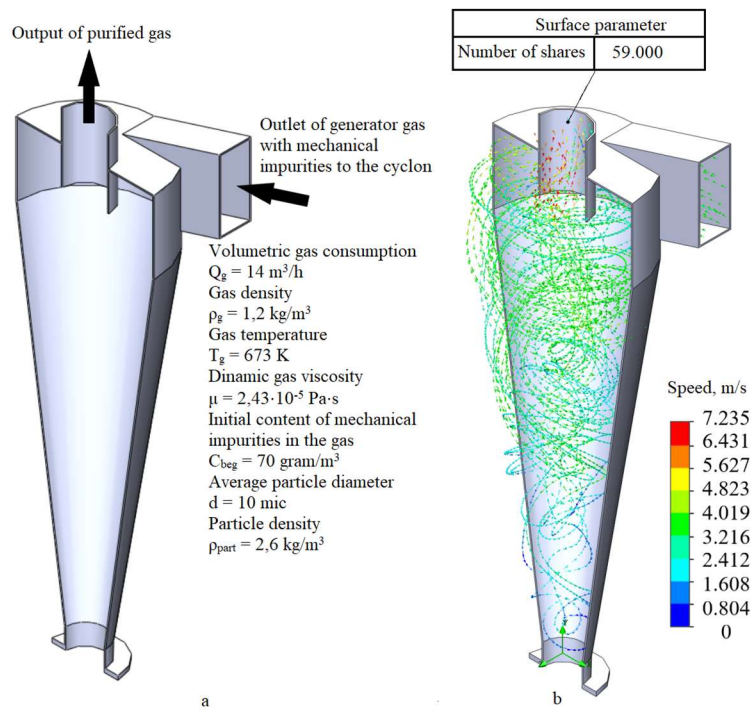


Fig. 2. Calculation scheme (a) and an example of the distribution of particle velocities and cleaning efficiency in one of the numerical experiments (b)

Table 1 - Coefficients of the regression equation

Coefficients of the regression equation							
a_0	a_1	a_2	a_3	a_{11}	a_{22}	a_{33}	a_{123}
-26.208	0.86	-0.131	3.76	-0.003	0.36	-0.121	3.13
7			0	8		9	

Determine the extremum of the response function η , %, and the optimal distribution of factors (geometric parameters of the cyclone) within the domain of the factor space ($100 \leq D \leq 150$; $2 \leq H_2 / D \leq 3$; $11 \leq \gamma \leq 17$):

$$\eta\left(D, \frac{H_2}{D}, \gamma\right) \rightarrow \max;$$

$$D_{opt} = 126 \text{ mm}; \left(\frac{H_2}{D}\right)_{opt} = 3; \gamma_{opt} = 15,5 \text{ grad};$$

$$\eta_{opt} = 60,486\%.$$

List of references:

1. Optimization methods and mathematical statistics / compiled by. T.G. Mysyura, T.M. Pogorelyi, V.L. Zavyalov - K.: NUFT, 2017. 169 p.
2. Methods of optimisation and mathematical statistics: a course of lectures for students of the Master's degree / Bodrov V.S., Zavyalov V.L., Mysyura T.G. and others - K.: NUFT, 2016. 103 p.

18.2.

Power supply and energy management

Chairperson – professor Sergii Baliuta
Secretary – I. Ye. Isvolenskyi

18.2.

Електропостачання і енергоменеджмент

Голова – професор Сергій Балюта
Секретар – старший викладач І.Є. Ізволеньський

1. Технічні характеристики, переваги та недоліки електрохімічних накопичувачів електричної енергії

Петро Зінкевич, Юлія Куєва, Сергій Балюта, Дмитро Сінюков
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Зміна концепції ринку електричної енергії, впровадження відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), розширення використання електромобілів обумовлюють широке застосування електрохімічних накопичувачів електроенергії (НЕ) на різних рівнях електроенергетичної системи. Ефективне використання НЕ може бути досягнуто шляхом правильного їх вибору з урахуванням їх особливостей і характеристик.

Матеріали і методи. Виконаний аналіз існуючих типів накопичувачів електроенергії на основі їх технічних характеристик. Визначені переваги, недоліки та особливості використання.

Результати і обговорення. Найбільш поширеними електрохімічними накопичувачами є такі: літій-іонні (Li – ion); сірчано-натрієві (NaS); на основі рідкого електроліту (Flow); на основі нікелю (Ni – Cd); нікель-метал-гідридні (NiMH); свинцево-кислотні (Lead – acid). Функціональні можливості та області застосування накопичувачів енергії обумовлюються їх характеристиками. Основна характеристика НЕ це номінальні значення потужності та енергії. Номінальна потужність відображає швидкість заряду/розряду НЕ, а номінальна енергія визначає тривалість розряду НЕ. Динамічні характеристики відображають час реакції та швидкість лінійної зміни параметрів накопичувача енергії. Час реакції – це інтервал часу, протягом НЕ переходить від нульового до повного рівня заряду, а швидкість зміни показує допустиму швидкість зміни вихідної потужності [1]. Вибір НЕ проводять за такими основними параметрами: номінальна потужність BESS; енергоємність; тривалість зберігання; саморозряд; швидкість заряду; глибина розряду (DOD); стан заряду (SoC); життєвий цикл/термін служби [2].

Виконаний аналіз технічних характеристик представлених типів акумуляторів при проектуванні системи накопичення фотоелектростанції, що встановлюється на промисловому підприємстві, показав, що з електрохімічних накопичувачів найкращі характеристики має є літій-іонний акумулятор з такими характеристиками: максимальна номінальна потужність (0-100 МВт), ККД (85–95%), термін служби (5-15 років (1000- 20000 кількість циклів).

Висновок. Вибір типу електрохімічного накопичувача енергії необхідно проводити з урахуванням області його використання. В системах електропостачання з фотоелектростанціями доцільно використовувати літій-іонні акумулятори.

Література

1. Особливості побудови та використання систем накопичення енергії у розподільних мережах / А. Ф. Жаркін, В. А. Попов, О. С. Ярмолук, В. О. Наталич // Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. – 2022. – № 3. – С. 44-52.
2. Zhai, Qiwei & Dong, Z.Y. & Meng, Ke & Ma, Jin. (2017). Modeling and Analysis of Lithium Battery Operations in Spot and Frequency Regulation Service Markets in Australia Electricity Market. IEEE Transactions on Industrial Informatics. PP. 1-1. 10.1109/TII.2017.2677969.
3. Xing L., Jihong W., Mark D., Jonathan C., Overview of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation // Applied Energy. – 2015. – №137. – P. 511 – 536.
4. Salkuti, Surender Reddy & Jung, Chan. (2018). Comparative analysis of storage techniques for a grid with renewable energy sources. International Journal of Engineering and Technology(UAE). 7. 970-976. 10.14419/ijet.v7i3.12728.

2. Порівняльний аналіз програмних засобів (ПЗ) для проєктування, моделювання та аналізу сонячних фотоелектричних систем (ФЕС)

Петро Зінкевич, Юлія Куєвда, Сергій Балюта,
Максим Кондрашевський, Людмила Копилова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Технічна, економічна та екологічна політика на глобальному рівні призвела до просування зелених енергетичних технологій у економіку країни, особливо використання ФЕС в сучасному секторі електроенергетики. Завдяки цьому ПЗ, які застосовуються для визначення розмірів, моделювання та аналізу сонячних фотоелектричних систем стали важливою частиною комерційного застосування ФЕС, їх використання для освітніх і наукових цілей.

Матеріали і методи. Проведено порівняльний аналіз ПЗ для моделювання та аналізу ФЕС, яке доступне на ринку для комерційного застосування і використовується при проєктуванні ФЕС, а також для освітніх і дослідницьких цілей.

Результати і обговорення. На сьогоднішній день існує близько п'ятдесяти ПЗ для моделювання ФЕС, які умовно поділяють на: ПЗ онлайн моделювання та аналізу ФЕС; ПЗ з фінансовим моделюванням [1]. В даному дослідженні виконано порівняльний аналіз п'яти ПЗ, що застосовуються для моделювання та аналізу фотоелектричної системи: PV Watts, PVGIS, PV*SOL, PVsyst, і System Advisor Model (SAM). ПЗ PVsyst і SAM не входять до категорії онлайн-інструментів, але інші три інструменти (PV Watts, PVGIS і PV*SOL) належать до категорії онлайн-інструментів. Встановлено, що онлайн-інструменти PV Watts, PVGIS і PV*SOL не дозволяють виконати фінансове моделювання і оцінку ефективності встановлення ФЕС (приведена вартість енергії (LCOE), закупівельна ціна електроенергії, норма прибутку, термін окупності, чиста приведена вартість та інші фінансові показники). При цьому ПЗ SAM і PVsyst надає можливість проведення фінансового моделювання. Порівняння ПЗ SAM і PVsyst показало, що ПЗ SAM має суттєві переваги. Розглянемо більш детально особливості цього ПЗ. ПЗ об'єднує модель продуктивності ФЕС з детальною фінансовою моделлю для певного проєкту, забезпечує аналіз моделювання в режимі реального часу, дозволяє врахувати наявність мережевої акумуляторної системи накопичення електроенергії, а також надає можливість порівнювати фотоелектричні системи з іншими системами відновлюваної енергії. Крім того, SAM надає можливість прогнозування вироблення ЕЕ на ФЕС, а також проводити економічну оцінку ефективності встановлення ФЕС певної конфігурації. Для цього в складі SAM передбачена база даних з інформацією про фотоелектричні модулі, інвертори, погодні умови та інші компоненти системи ФЕС [2]. При використанні SAM для аналізу конкретного проєкта ФЕС користувач отримує наступні дані: приведену вартість енергії (LCOE), закупівельну ціну електроенергії, норму прибутку, термін окупності, чисту приведену вартість та інші фінансові показники.

Висновок. Аналіз ПЗ для моделювання ФЕС показав, що ПЗ SAM є найбільш зручним та інформативним для оцінки проєкту ФЕС.

Література

1. Sharma, D.K., Verma, V., & Singh, A.P. (2014). Review and Analysis of Solar Photovoltaic Softwares. *International Journal of Engineering and Technology*, 4(2), 725-731.
2. Gardenio P. S. (2017). Utilisation of the System Advisor Model to Estimate Electricity Generation by Grid-Connected Photovoltaic Projects in all Regions of Brazil. *International Journal of Software Engineering and its Applications*, 11. 1-12. 10.14257/ijseia.2017.11.7.01.

3. Особливості застосування систем накопичення електричної енергії

Петро Зінкевич, Юлія Куєва, Сергій Балюта, Максим Жуков
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Зміни характеру ринку електричної енергії і широке впровадження відновлювальних джерел енергії (фотоелектростанцій, вітроелектростанцій і т.і.) призводить до стохастичної генерації електричної енергії, що потребує використання засобів стабілізації електроенергетичної системи до яких відносяться технології накопичення електричної енергії. В залежності від призначення технології накопичення енергії поділяються на короткочасні (кілька секунд або хвилин), середньострокові (хвилини або години) і довгострокові (від кількох годин до кількох днів) [1].

Матеріали і методи. Виявлено особливості і сфери використання систем накопичення електричної енергії/

Результати і обговорення. *Технологія зберігання енергії короткострокової реакції передбачає реакцію накопичувача у короткі проміжки часу. Накопичувачі цієї категорії технології зберігання енергії мають високу густину потужності (МВт/м³) і призначені для покращення показників якості електроенергії. Переважно основними застосуваннями таких технологій зберігання енергії є підтримка стабільності напруги під час перехідних процесів (кілька секунд або хвилин). Технологія накопичення енергії середньострокової реакції – призначена для підтримання балансу потужності та постачання електроенергії від кількох хвилин до годин. Такі накопичувачі в основному застосовуються в енергосистемах і використовуються при регулюванні частоти, управлінні перевантаженнями мережі та енергоменеджменті (керування потоками потужності). Технологія зберігання енергії довгострокової реакції направлена на утримання та постачання енергії протягом тривалого часу (днів, тижнів або місяців). Ця технологія використовується інтеграції відновлювальних джерел енергії. Аналізуючи технології накопичення енергії (BESS) за призначенням і сферами застосування умовно їх можна поділити на дві групи: керування показниками якості електроенергії (ПЯЕ) та управління потоками енергії. Застосування для керування ПЯЕ передбачає регулювання напруги та регулювання частоти. Управління потоками енергії передбачає енергетичний арбітраж, вирівнювання навантаження, зниження пікових навантажень, чорний старт та резерв потужності [2,3]. Енергетичний арбітраж передбачає оперативне зберігання ЕЕ і таким чином, щоб накопичити ЕЕ (власного виробництва та/або отриману від мережі (куплену на ринку)) під час низьких ринкових цін і віддати (розрядити накопичувач) ЕЕ при зростанні ринкової ціни. У системах ВДЕ BESS накопичує ЕЕ коли генерації перевищує попит. Зменшення піків технологія передбачає зменшення споживання ЕЕ від енергосистеми в періоди пікового попиту на ЕЕ в енергосистемі. Вирівнювання навантаження передбачає заряджання АБ під час низького навантаження та розряджання АБ під час високого навантаження. Регулювання напруги проводиться шляхом керування реактивною потужністю для підтримки напруги в допустимих межах. Чорний старт передбачає застосування BESS як джерело активної потужності, яку можна використовувати для живлення розподільних ліній або для пуску потужних електростанцій. Регулювання частоти передбачає використання ESS для балансування потужності і точного регулювання частоти.*

Висновки. Технології накопичення енергії (BESS) використовуються для керування ПЯЕ та керування енергією і забезпечують енергоефективні режими енергосистеми з ВДЕ.

Література

- 1.. Rohit, A.K., Devi, K.P., & Rangnekar, S. (2017). An overview of energy storage and its importance in Indian renewable energy sector: Part I – Technologies and Comparison. Journal of energy storage, 13, 10-23.
- 2..Bhuiyan, Faruk & Yazdani, Amirnaser. (2012). Energy storage technologies for grid-connected and off-grid power system applications. 2012 IEEE Electrical Power and Energy Conference, EPEC 2012. 303-310. 10.1109/EPEC.2012.6474970.
- 3.Ramos, Felipe & Pinheiro, Aline & Nascimento, Rafaela & Silva Junior, Washington & Mohamed, Mohamed & Annuk, Andres & Marinho, Manoel. (2022). Development of Operation Strategy for Battery Energy Storage System into Hybrid AC Microgrids. Sustainability. 14. 13765. 10.3390/su142113765.

4. Об'єктно-орієнтована реалізація методу симетричних складових

Ілля Пlostак¹, Юлія Куєвда²

1 – КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

2 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Робота присвячена створенню програмного забезпечення розрахунку та візуалізації симетричних компонент трифазної системи векторів з використанням об'єктно-орієнтованого підходу.

Матеріали і методи. Метод симетричних складових, об'єктно-орієнтоване програмування, UML, Python.

Результати. Для реалізації методу симетричних складових [1] створено UML [2] модель класів (рис.1). Клас ThreePhaseSystem описує трифазну систему та має

- приватні атрибути phases – значення величин фаз A, B, C, colors – відповідність кольорів фазам, a – поворотний множник;
- публічні методи __init__ (конструктор), symmetrical_components (обчислення симетричних складових), plot_phases (графічне виведення систем фазних величин та симетричних складових);
- приватні методи _create_init_phase (підготовка до виведення фазних величин) та _create_components (підготовка до виведення симетричних складових).

Клас Tools має два публічних методи: calculate_free_directions (розрахунок місця виведення підписів симетричних складових) та to_rect (перетворення комплексної величини до алгебраїчної форми з урахуванням одиниць завдання аргументу). Зв'язок між класами показує, що клас Tools використовується у класі ThreePhaseSystem.

Реалізовано програму на Python. Результат роботи програми показаний на рис.2.

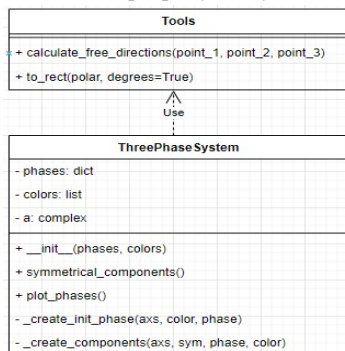


Рис.1. UML діаграма

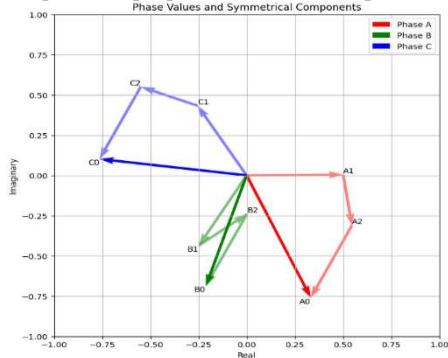


Рис. 2. Результат роботи програми

Висновки. Створене програмне забезпечення дозволяє автоматично розкласти фазні величини на симетричні складові та відобразити на діаграмі, що сприяє кращому розумінню методу та дозволяє виконувати інженерні розрахунки. ПЗ може бути застосовано в навчальному процесі та інженерній практиці.

Література

1. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки: Підручник (2012), Львів: Видавництво «Львівська політехніка» - 416с.
2. Grady Booch, Robert A. Maksimchuk, Michael et al. (2007), Object-Oriented Analysis and Design with Applications, 3rd Ed., Addison-Wesley Professional, 691p.

Висновки: Основна концепція роботи розосереджених джерел енергії – цілодобова генерація з буферним накопиченням енергії в кількості, достатній для покриття пікових споживчих навантажень

5. Концепція мікромереж *Smart Grid*

Віталій Гавриленко, Володимир Шестеренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Суттєвим аспектом оптимізації модернізованої системи енергозабезпечення стане впровадження сумісного електрозабезпечення об'єктами з використанням ВДЕ та централізованою мережею.

Матеріали та методи. Використовувались положення теорії автоматичного регулювання, фізичне та математичне моделювання процесів, методи багатокритеріального прийняття рішень, розроблення інформаційної моделі. Таким чином, всю розподілену генерацію за допомогою подібної системи керування буде зведено в єдину «віртуальну електростанцію».

Результати та обговорення. Проблеми розосередженої генерації в Україні були відомі у 80-х роках минулого століття. Коли ще терміну “розосереджена генерація” не існувало, робилися експерименти в НУХТ по використанню “надлишкової” електроенергії ТЕЦ цукрових заводів для живлення інших споживачів. При цьому ТЕЦ працювали паралельно з енергосистемою і підключались до мереж обленерго.

До джерел розосередженої генерації відносять установки малої потужності (до 10 МВт), що розташовані безпосередньо поблизу споживача, та можуть буди під'єднані до енергосистеми. До джерел розосередженої генерації відносяться: фотоелектричні елементи, вітрові установки, малі ГЕС, дизельгенератори. Доцільною є інтеграції відновлюваних джерел енергії та інших засобів розосередженої генерації (РГ) в електричні мережі на рівні розподілу електроенергії, а також їх безпосереднім зв'язком зі споживачем.

Мікромережі у загальному вигляді визначаються як мережі низької та середньої напруги з джерелами РГ, накопичувачами енергії та навантаженням, що контролюється, (наприклад, у найпростішому випадку обігрівачами та кондиціонерами). Важливою властивістю мікромереж є те, що, незважаючи на функціонування у рамках розподільної системи, вони можуть автоматично переводитися в ізольований стан у разі аварій у системі, та відновлювати синхронізацію з нею після усунення аварії з підтриманням необхідної якості електричної енергії та рівня надійності електропостачання. З точки зору системного оператора мікромережа може керуватися як єдиний об'єкт.

В перспективі мікромережі практично стануть частиною національної енергетичної системи: вони будуть пов'язані з регіональними мережами, і через них – з національною електричною мережею. Електроенергія від мікромереж спрямовуватиметься до споживачів і назад у регіональну мережу в залежності від умов попиту та пропозиції. Вирішення задач ефективного децентралізованого управління розподільними активними мережами в значній мірі залежить від тих принципів, які були покладені в основу вибору структури та параметрів мікросистем, визначення складу генеруючого обладнання, що повинно використовуватися. Саме тому питання, пов'язані з проектуванням мікросистем слід розглядати як перший і важливий етап забезпечення ефективного управління їх функціонуванням у подальшому. Економічна ефективність малої електростанції насамперед залежить від умов і місця підключення потужності та потреб кінцевого споживача. Повне заміщення централізованого енергопостачання на місцеве. **Висновки:** Основна концепція роботи розосереджених джерел енергії - цілодобова генерація з буферним накопиченням енергії в кількості, достатній для покриття пікових споживчих навантажень.

6. Перспективи використання сонячних електроустановок

Артур Лацанич, Володимир Шестеренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Суттєвим аспектом оптимізації модернізованої системи енергопостачання стане запровадження сумісного електропостачання об'єктами з використанням ВДЕ та централізованою мережею.

Матеріали та методи. Використовувались положення теорії автоматичного регулювання, фізичне та математичне моделювання процесів, методи багатокритеріального прийняття рішень, розроблення інформаційної моделі. Таким чином,

Результати та обговорення. Енергія, що йде від Сонця, розповсюджується у вигляді електромагнітного випромінювання у діапазоні від коротких радіохвиль довжиною 30 м до рентгенівських променів із довжиною хвилі 10^{-10} м. Не вся частина сонячного випромінювання, що проходить через земну атмосферу, потрапляє до поверхні землі. Велика частина сонячного випромінювання відбивається хмарами та самою атмосферою Землі; поглинається атмосферою, перетворюючись у тепло (інфрачервоне випромінювання); відбивається від поверхні землі й у вигляді інфрачервоного випромінювання йде назад в космос. І тільки 27 % всього сонячного випромінювання, що надходить на землю з космосу, перетворюється в енергію, яка йде на випаровування та нагрівання води й атмосфери, створення вітрів, хвиль, течій. Проблеми На вихідну потужність сонячних панелей впливає ще декілька факторів. Найбільш важливими є наступні.

Чутливість до забруднень. Навіть малопомітний шар бруду на поверхні фотоелементів або захисного скла може поглинути істотну частку сонячного світла та помітно знизити вихідну потужність.

Чутливість до високої температури. З підвищенням температури ефективність роботи сонячних батарей знижується. При нагріванні фотоелементів до температур вище 100–125 °C вони взагалі можуть тимчасово втратити працездатність, а ще більший нагрів загрожує їх необоротним пошкодженням. Тому необхідно приймати всі заходи для зниження нагріву, неминучого під палючими прямими сонячними променями. Зазвичай виробники обмежують номінальний діапазон робочих температур фотоелементів до 70–90 °C.

Сонячна енергетика використовує поновлюване джерело енергії і в перспективі може стати екологічно чистою, тобто такою, що не виробляє шкідливих відходів.

схема паросилової сонячної електростанції

Сонячну енергію можна використовувати для отримання тепла безпосередньо без перетворення в електричну. Установки, які збирають, зберігають і передають тепло, називаються сонячними колекторами. При цьому, на даху будинку, або на його південній стороні встановлюється панель, що складається з трубочок, по яких в спеціальний бак-акумулятор подається вода. Сонце нагріває воду в трубах до 60-70 °C, яка накопичується в баку, а звідти надходить для обігріву або гарячого водопостачання.

Фундаментальні проблеми

Через відносно невелику величину сонячної постійної для сонячної енергетики потрібне використання великих площ землі під електростанції (наприклад, для електростанції потужністю 1 Гвт це може бути декілька десятків квадратних

кілометрів). Потік сонячної енергії на поверхні Землі сильно залежить від широти і клімату. У різних місцевостях середня кількість сонячних днів в році може дуже сильно відрізнятися.

Технічні проблеми

Сонячна електростанція не працює вночі і недостатньо ефективно працює у ранкових і вечірніх сутінках. При цьому пік електроспоживання припадає саме на вечірні години. Крім того, потужність електростанції може стрімко і несподівано коливатися через зміни погоди. Поверхню фотопанелей потрібно очищати від пилу і інших забруднень. При їх площі в декілька квадратних кілометрів це може викликати ускладнення. Ефективність фотоелектричних елементів помітно падає при їх нагріванні, тому виникає необхідність в установці систем охолодження, зазвичай водяних.

Через 30 років експлуатації ефективність фотоелектричних елементів починає знижуватися.

Незважаючи на екологічну чистоту отримуваної енергії, самі фотоелементи містять отруйні речовини, наприклад, свинець, кадмій, галій, миш'як і т. д., а їх виробництво споживає масу інших небезпечних речовин. Сучасні фотоелементи мають обмежений термін служби (30—50 років), і масове їх застосування поставить в найближчий час складне питання їх утилізації.

Останнім часом починає активно розвиватися виробництво тонкоплівкових фотоелементів, у складі яких міститься всього біля 1% кремнію. Завдяки низькому вмісту кремнію тонкоплівкові фотоелементи дешевші у виробництві, але поки мають меншу ефективність. Так, наприклад, компанія «Shell» ухвалила рішення сконцентруватися на виробництві тонкоплівкових елементів, і продала свій бізнес по виробництву кремнієвих фотоелектричних елементів.

Висновки. В Україні річне надходження сонячного випромінювання перебуває на одному рівні з країнами, які активно використовують сьогодні сонячні колектори (Швеція, Німеччина, США тощо). Уся територія України придатна для розвитку систем теплопостачання з використанням сонячної енергії.

7. Система керування електротехнічним комплексом з фотоелектростанцією та комбінованим накопичувачем енергії

Сергій Балюта, Юлія Куєвда, Володимир Романюк, Людмила Копилова
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В системах електрозабезпечення з відновлювальними джерелами енергії широко використовуються накопичувачі енергії (НЕ). Враховуючи різноманітність завдань, які вирішуються за допомогою НЕ, все більшого значення набувають комбіновані системи накопичення енергії (КСНЕ) через їхню здатність підвищувати ефективність, продуктивність та термін служби компонентів при одночасному зниженні вартості системи порівняно з іншими системами накопичення енергії з одним накопичувачем.

Матеріали та методи. Представлена система керування електротехнічним комплексом з фотоелектростанцією (ФЕС) та накопичувачем енергії. Математичне моделювання з використанням програмного засобу Matlab.

Результати. На рис. 1 показано загальну структуру системи керування електрозабезпеченням, що включає комбінований накопичувач на основі літій-іонних акумуляторних батарей (АБ), інвертори, інноваційне управління температурним режимом АБ, систему онлайн-моніторингу стану АБ та систему управління енергоспоживанням. КСНЕ складається з літій-іонних АБ великої енергії та високої потужності. АБ великої енергії використовуються для ефективного використання енергії, генерованої ФЕС, а АБ великої потужності забезпечують зрізання піків навантаження. Потужність АБ високої потужності вибирається за умови пуску електроприводів великої потужності.

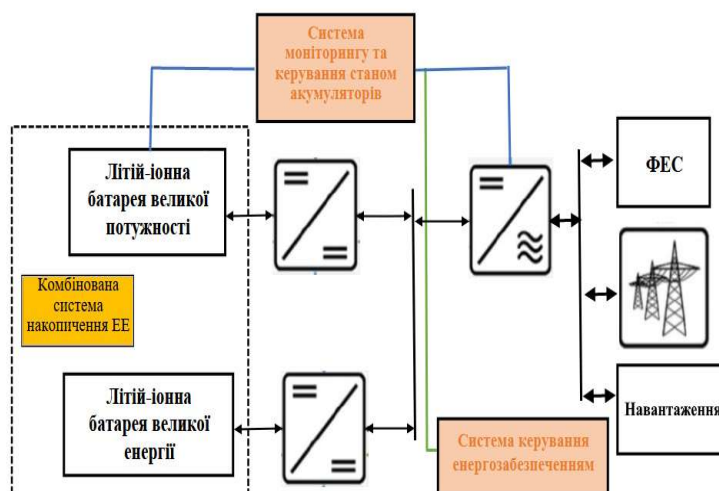


Рис. 1. Структура системи електрозабезпечення з КСНЕ

Система керування електрозабезпеченням забезпечує керування електротехнічним комплексом, ФЕС та КСНЕ. Інтелектуальні методи керування КСНЕ забезпечують енергоефективні режими ФЕС, ефективне використання АБ, нормативні терміни експлуатації АБ.

Висновки. Запропонована система керування забезпечує енергоефективні режими системи електрозабезпечення з ФЕС, підвищення ефективності використання НЕ та нормативні терміни експлуатації АБ. Використання КСНЕ дозволяє уникати перевантаження мережі в моменти пуску потужних двигунів через використання батареї високої потужності, яка забезпечує живлення навантаження, коли батареї великої енергії недостатньо.

8. Предиктивне технічне обслуговування ФЕС шляхом виявлення аномалій на фотоелектростанціях за допомогою штучних нейронних мереж

Сергій Балюта, Юлія Куєвда, Володимир Романюк, Людмила Копилова
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ефективне функціонування фотоелектростанцій (ФЕС) може бути досягнуто шляхом запровадження автоматизованої системи керування технічним станом з використанням методів предиктивного технічного обслуговування на основі інтелектуальних методів.

Матеріали та методи. Предиктивне технічне обслуговування ФЕС на основі алгоритму виявлення аномалій з використанням штучної нейронної мережі (ШНМ).

Результати. Для забезпечення ефективної роботи ФЕС запропонована автоматизована система керування технічним станом з використанням методів предиктивного обслуговування, що передбачає виявлення аномалій в роботі ФЕС та прийняття заходів для їх усунення

Таблиця 1. Можливі несправності на ФЕС

Тип проблеми	Характер проблеми	Очікувана реакція сенсорів ФЕС
Забруднення, затінення або пошкодження сонячних панелей.	Зменшена генерація енергії.	Потужність DC, яка менша за очікувану.
Проблеми з інвертором.	– Проблеми з отриманням даних з інвертора; – Велика різниця між потужністю на вході та виході з інвертора.	– Отримання даних типу “NaN” для потужностей DC та/або AC; – Різниця потужностей DC та AC, яка перевищує нормальні втрати в інверторі.
Проблеми з мережею передавання даних.	Проблеми з отриманням даних з інвертора.	Отримання даних типу “NaN” для потужностей DC та AC.
Проблеми з елементами внутрішньої електричної мережі.	Відсутність/зниження нормального рівня генерації при наявності сонячного світла.	– Потужність DC, яка менша за очікувану; – Відсутність генерації DC тоді, коли вона очікується.

Для виявлення аномалій на ФЕС з використанням даних в табл. 1 (складена на основі аналізу вихідних даних [1]) був розроблений алгоритм який передбачає: перевірку отримання даних типу “NaN” замість значень потужностей; виявлення перевищення різниці між потужностями, що генеруються та прогнозуються; відсутність генерації тоді, коли вона очікується; перевищення нормальних втрат в інверторі. Прогнозування потужності генерації виконано за допомогою багатошарового перцептрона на основі температури навколишнього середовища, температури сонячного модуля та освітленості. Залежно від результату зазначених перевірок, можна виявити та розрізнити декілька типів аномалій, описаних в табл. 1.

Висновки. Предиктивна система технічного обслуговування з використанням ШНМ забезпечить ефективність та надійність функціонування ФЕС.

Список використаних джерел.

1. Kannal, A. (2020). Solar Power Generation Data [Data set]. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/anikannal/solar-power-generation-data>

9. Дослідження динамічних властивостей електроенергетичних систем

Максим Мاستруков, Наталія Юнєсва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою роботи є дослідження впливу збільшення частки розосереджених джерел генерації (РДГ) в структурі генеруючих потужностей електроенергетичної системи (ЕЕС) на їхні динамічні властивості.

Матеріали та методи. Результати досліджень отримано з використанням розроблених цифрових моделей ЕЕС на основі відомої «6-машинної схеми ЕЕС». Для дослідження перехідних процесів використовувалась програма розрахунку режимів ЕЕС розробки Інституту електродинаміки НАН України з моделлю синхронної машини, що враховує її динаміку при розрахунках електромеханічних перехідних процесів в ЕЕС, але не враховує в явному вигляді електромагнітні процеси.

Результати. Цифрову модель зазначеної 6-машинної ЕЕС було взято за основу і виконано два її «розширення» з утворенням двох ЕЕС (що відрізняються кількістю доданих об'єктів) і збереженням практичної незмінності значень параметрів усталеного електричного режиму в основній частині схеми, «успадкованій» від 6-машинної ЕЕС (базова - ЕЕС-Б). Перша «розширена» ЕЕС (ЕЕС-1р) відрізняється від ЕЕС-Б наявністю дванадцятьох РДГ, розташованих в додаткових контурах електричної мережі. Друга «розширена» ЕЕС (ЕЕС-2р) наслідує ЕЕС-1р, але відрізняється від неї додатковими двадцятьма РДГ. Усі СГ було подано моделлю сталої ЕРС, пропорційної потокозчепленню обмотки збудження СГ, що дає змогу використовувати одну і ту ж заступну схему як за усталеного, так і перехідного режиму СГ. Така модель відтворює динамічні властивості СГ під час моделювання електромеханічних перехідних процесів, тоді перехідний процес СГ подається лише рівнянням руху ротора

$$\frac{ds}{dt} = \frac{\omega_0}{T_J S_{\text{ном}}} (P_T - P - Ds),$$

Динамічні властивості ЕЕС значною мірою залежать від інерції обертових мас СГ, і у загальному випадку стала інерції

$$T_{J\text{ЕЕС}} = \sum_{i=1}^{i=n} T_{Ji} S_i / S_{\text{ЕЕС}},$$

Було визначено сталі інерції ЕЕС-Б, ЕЕС-1р та ЕЕС-2р: $T_{J\text{ЕЕС-Б}} = 8,184 \text{ с}$, $T_{J\text{ЕЕС-1р}} = 7,212 \text{ с}$, $T_{J\text{ЕЕС-2р}} = 4,348 \text{ с}$.

ЛЕП	Власні частоти ЕЕС [Гц], розраховані за вибірками значень потоків активної потужності ЛЕП		
	ЕЕС-Б	ЕЕС-1р	ЕЕС-2р
4-100	0.9765; 1.4648	0.9765; 1.3671	1.2695; 1.5625
6-100	0.9765	0.9765; 1.3671	0.6835; 0.9765; 1.2695; 1.5625
100-202	0.9765	0.9765	0.5859; 0.9765; 1.2695; 1.5625; 2.5390

З таблиці видно, що власні частоти ЕЕС знаходяться в низькочастотній частині спектру коливань: динамічні властивості ЕЕС проявляються в електромеханічному русі, а коливання на частоті вище 3-5 Гц ротором СГ практично «не пропускаються».

Висновки. Менш інерційні РДГ призведуть до зменшення сталої інерції ЕЕС та до розширення частотного спектру складових коливань параметрів режиму у напрямі зростання частот, можливий «зсув» у цьому напрямі окремих власних частот ЕЕС.

10. Моделювання автоматики обмеження зниження частоти в ЕЕС

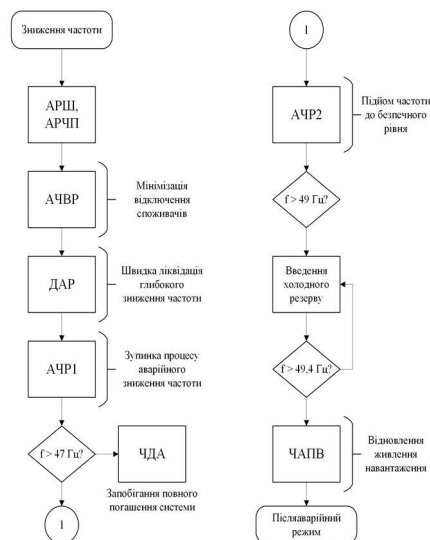
Дмитро Юрченко, Наталія Юнєєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою роботи є створення алгоритму моделювання дії пристроїв системної автоматики при розрахунках електричних режимів для дослідження аварійних процесів в електроенергетичних системах (ЕЕС).

Матеріали та методи. В якості експериментального режиму обрано тестову схему режиму мінімального навантаження ОЕС України 714 вузлів, 1138 гілок 71 генератор. Об'єкт дослідження – стаціонарні та перехідні процеси в ЕЕС. Методи дослідження – математичне моделювання динамічних процесів, імітаційне моделювання. Засоби досліджень: програмний комплекс розрахунку режимів ЕЕС з блоком моделювання автоматики обмеження зниження частоти (АОЗЧ) (рис.1).

Результати. Умови війни в яких опинилася ОЕС України, значно ускладнили її експлуатацію. У цих умовах виконання заданих нормативів статичної та динамічної стійкості висувають підвищені вимоги як до принципів та точності управління нормальними, аварійними та післяаварійними режимами енергосистем, так і до апаратної реалізації пристроїв протиаварійної автоматики (ПА), а також їх експлуатації у діючих енергосистемах. Системи ПА повинні надавати дозовані впливи на ЕЕС, щоб забезпечувати локалізацію та ліквідацію аварійних режимів, а також мінімізувати збитки від аварій. Проведено дослідження режимів з врахуванням завдання автоматичного частотного розвантаження (АЧР) в певному обсязі. На рис.2. наведено результати розрахунку перехідного процесу (ПП) тривалістю 30 с з кроком інтегрування 0.02 с з врахуванням АЧР для вузла ЕЕС при заданому збуренні (вимкненні блоків АЕС та низки ЛЕП Південно-західної енергосистеми).



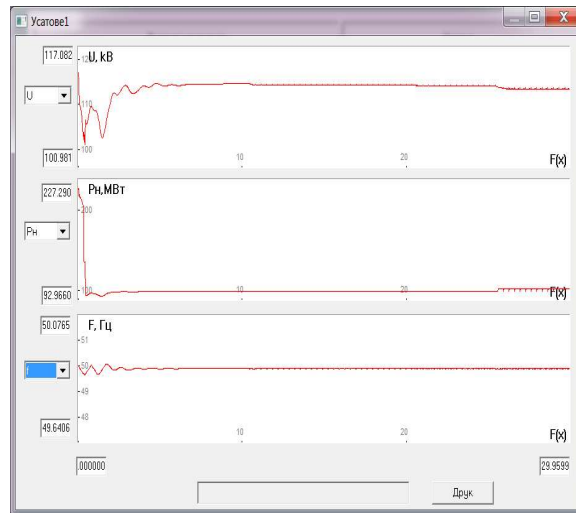


Рис.1. Блок-схема АОЗЧ

Рис.2. Графіки ПП для вузла 510

з АЧР

Висновки. За допомогою пристроїв системної автоматики забезпечується надійність та ефективність роботи ЕЕС. Об'єднання ОЕС України з енергосистемою ENTSO-E сприятиме підвищенню стійкості ОЕС України до великих збурень.

Література

Вимоги до регулювання частоти і потужності в ОЕС України: СОУ-НЄЄЯЕК 04.156:2009. Чинний від 2009-05-23. - Київ: Мінпаливенерго, 2009. – 54 с.

11. Вдосконалення електрозабезпечення міста за рахунок альтернативних джерел енергії

Ярошик Вадим, Серьогін Сергій, Изволенський Ігор, Чорний Юрій, Машенко Олег

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

В умовах стрибкоподібного зростання ціни на імпортні енергоносії нафтового походження та природний газ сільськогосподарська та переробна харчова промисловість, а також селищні котельні, бездумно переведені свого часу на спалювання природного газу, опинились в кризових умовах - як з точки зору неконкурентоспроможного збільшення собівартості продукції, так і ризику обмеження забезпечення паливом.

Рациональне використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії в комунальному господарстві : вітру, сонячного випромінювання, геотермальної енергії та біомаси, що включає відходи комунального господарства, стічні води життєдіяльності місцевих громад сільськогосподарські відходи є одним з істотних компонентів сталого розвитку сучасного суспільства, що приносить значимі екологічно-енергетичні ефекти. Зростання участі нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії в паливно-енергетичному балансі комунального господарства сприяє поліпшенню ефективності використання і економії запасів енергетичної сировини міста та міських громад, поліпшенню стану екології навколишнього середовища, через зменшення забруднень до атмосфери і води, а також зменшення кількості відходів місцевого виробництва і життєдіяльності населення. У зв'язку з цим підтримка розвитку альтернативної енергетики, утилізації відходів життєдіяльності в міських громадах стає з кожним днем все більш актуальним завданням для майже всіх країн світу.

Для цього є багато причин. Окрім економії традиційних енергоресурсів, це і зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище, збільшення рівня енергетичної безпеки, створення нових робочих місць, пропаганда регіонального розвитку.

Найпростішим рішенням здається замінити, де можливо, природний газ альтернативним паливом з відходів харчової та переробної промисловості і комунальних відходів органічного походження, що мають енергетичний потенціал.

Встановлено, що накопичення подібних відходів приносить не тільки збитки підприємству, але і значно порушує екологічну рівновагу в природі. Результати цього порушення ми відчуваємо останнім часом. Тому з метою підвищення енергетичної ефективності підприємств агропромислового комплексу і харчової та переробної промисловості слід рухатись шляхом заміщення імпортного природного газу альтернативними місцевими паливними ресурсами.

Втім, з огляду на їх практично нульову собівартість, можна запропонувати замість розробки спеціальних енергоустановок для їх утилізації **впровадити спеціальні засоби паливо-підготовки, що дозволить використовувати біовідходи як паливо для найбільш поширених в сільськогосподарській та переробній промисловості енергоустановок.**

12. Модернізація системи теплоелектропостачання житлового комплексу на базі сонячних батарей

Сергій Санюк, Олександр Серьогін, Ігор Изволенський, Юрій Чорний

Електроенергія є найбільш універсальним видом енергії. Широке застосування електроенергії в усіх галузях промисловості, транспорті і використанні в побуті пояснюється відносною простотою її вироблення, передачі, розподілом між споживачами і легкістю перетворення в інші види енергії - теплової, механічну, світлову і т. д.

Генерація електричної енергії часто супроводжується спалювання інших енергетичних ресурсів у вигляді вуглеводнів.

Але структура джерел енергії протягом останніх десятиліть істотно змінюється: зростає значення атомної енергії. Розробляються спроби повнішого використання енергії вітру, морських припливів, сонячного тепла.

Останнім часом енергетичний фонд - вугілля, нафта - наближається до виснаження, і тільки Сонце залишається стабільним джерелом енергії. Тому є підстави вважати його основою відновлювальних джерел енергетичних засобів. Сонце випромінює таку кількість енергії, якої вистачило б на задоволення не лише сучасних, але й майбутніх потреб людства, коли б існувала можливість утилізувати повністю всю енергію, що досягає Землі.

У багатьох місцях земної кулі загальна енергія випромінювання становить 7208 Дж*м² на рік (2 000 кВт*год/м² на рік). Кількість сонячної енергії, що надходить на Землю, у 10 000 разів перевищує сучасний рівень енергоспоживання.

Наближаючись до межі вичерпання викопних енергетичних ресурсів людство все частіше стало задумуватись над використанні альтернативних джерел енергії для забезпечення стабільності розвитку та уникнення енергетичної кризи, спричиненої закінченням природних запасів вуглеводнів. Одним із перспективних напрямів альтернативних джерел енергії, що в останні роки набуло популярності і в Україні - є сонячна енергетика. Завдяки екологічному процесу генерації електроенергії сонячні енергетичні системи дають можливість забезпечити локальні області електричною енергією у великому обсязі, завдяки практично не вичерпним можливостям світлового випромінювання. Дослідження і промислове виготовлення продукції в цій області на сьогодні активно розвиваються в таких країнах як США, Німеччина, Японія, , Китай і становлять великий внесок енергетичного виробітку в світі.

Сонячна електроенергетика один з найбільш стрімко зростаючих напрямів альтернативної енергетики. Великий потенціал розвитку сонячної енергетики обумовлений необхідністю забезпечення національної енергетичної незалежності, екологічної безпеки та збільшенням ціни на традиційні джерела енергії. Сонячну енергетику можна поділити на дві галузі:

- 1) використання для теплоенергетики, що передбачає нагрівання теплоносіїв (сонячні теплові колектори) і подачі його на компоненти обігріву безпосередньо за рахунок теплового випромінювання
- 2) сонячна електроенергетика або фотовольтаїка - передбачає перетворення випромінювання сонця в електричну енергію, а саме застосування явища внутрішнього фотоефекту в напівпровідникових матеріалах - сонячних батареях (СБ) та модулів з великою активною площею. В якості напівпровідникового матеріалу ФЕП використовуються зазвичай кремній (Si), зважаючи на його низьку

ціну, широку поширеність в природі та досліджений технологічний маршрут виготовлення. Фотовольтаїка є найбільш цікавою і перспективною, як з точки зору отримання електроенергії, так і з погляду на простоту технологічного процесу, параметри надійності, технологічність та гнучкість операцій отримання електроенергії від сонячного випромінювання.

В даній доповіді розглядається тема як за допомогою сонячної енергетики можна модернізувати житлові комплекси, знизити споживання викопних ресурсів та позитивно вплинути на навколишнє середовище.

13. Програмні комплекси для автоматизованого проектування

Олексій Фесенко, Юрій Чорний, Олег Машенко

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Вступ. У сучасному виробництві широке поширення одержали САПР, які дозволяють проектувати технологічні процеси з меншими витратами зі збільшенням точності спроектованих процесів і програм обробки, що скорочує витрати матеріалів та час обробки.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є програмні комплекси Autocad Electric, NEPLAN, FreeCAD, LibreCAD, SIMARIS project, CADMATIC Electrical. Використано аналіз їхньої функціональності та практичне використання для проектування електротехнічних систем.

Результати та обговорення.

Autocad Electric: 	NEPLAN: 	FreeCAD та LibreCAD: 	SIMARIS project та CADMATIC Electrical: 
Вражає швидкістю та універсальністю у вирішенні завдань проектування. Його інтеграція з елементами електричних систем підтверджує придатність для різних проектів.	Ефективний у точних розрахунках та оптимізації електричних мереж. Результати підтверджують його надійність у прогнозуванні та аналізі.	Ефективні у проектуванні електротехнічних систем. Порівняльний аналіз визначає найбільш підходящий інструмент для конкретного проекту.	Відзначаються високою інтеграцією та простотою використання. Дослідження їхньої взаємодії з іншими програмами та апаратним забезпеченням підтверджує їхню ефективність.

Дослідження підкреслює важливість ретельного вибору програм для автоматизованого проектування електротехнічних систем. Ефективні рішення визначаються конкретними вимогами та завданнями проекту, а постійне оновлення програм є критичним для забезпечення їхньої актуальності та успішної імплементації.

Висновки. Результати дослідження вказують на критичне значення ретельного вибору програм для автоматизованого проектування електротехнічних систем. Оптимальні рішення формуються відповідно до конкретних вимог та завдань проекту, зазначаючи, що постійне оновлення програм є ключовим чинником для забезпечення їхньої актуальності та успішної імплементації в динамічному середовищі електротехнічної індустрії.

Література

1. Smith, J. (2024). "Autocad Electric: Comprehensive Guide." Publisher.
2. Brown, A. (2024). "NEPLAN: Power System Analysis Software." Journal of Electrical Engineering.
3. Johnson, M. (2024). "FreeCAD and LibreCAD: Open-Source Solutions in Electrical Design."
4. White, S. (2024). "SIMARIS project Journal. Anderson, R. (2024). "CADMATIC Electrical:

18.3.

Electrical engineering and electrical systems

Chairperson – professor Oleksandr Mazurenko

Secretary – Dmytro Kolomiets

18.3.

Електротехніка і електричні системи

Голова – професор Олександр Мазуренко

Секретар – Дмитро Коломієць

1. The feasibility of using an electric energy storage device for joint operation with a PV power plant in order to provide the "arbitrage" generation service in the energy market

Oleksandr Stoliarov

National University of Food Technologies, Kyiv

Introduction. Market conditions and specific consumption patterns determine the electricity tariff for businesses. A flexible cost and a kind of "price corridor" between price caps are strategically beneficial for businesses, as they will ensure greater stability of the power system and reduce the likelihood of outages.

Materials and Methods. An increase in the maximum price during a shortage will be compensated for by a decrease in the price during overproduction. "Arbitrage", or commercially attractive accumulation of electricity during low prices and subsequent release to the grid during high prices, allows smoothing out areas of nighttime dips and morning and evening peaks in the daily load curve of the power system, and is a means of participating in trading using the difference in the price of electricity on the wholesale electricity market. Price caps are the maximum and minimum prices set by the NEURC in the Ukrainian electricity market every six months.

Results. The feasibility of using an electricity storage device was determined by calculating the probable additional income from arbitrage, the return on investment, which was carried out according to the developed methodology in two ways:

Option 1. Determination of additional income from arbitrage, SPP capacity and investment return period based on actual data of SPP operation, guided by hourly prices for the purchase and sale of electricity on the DAM in 2023 using the graphical method and Microsoft Office Excel 2016.

Option 2. Simplified calculation of additional income from arbitrage on the difference in prices for the purchase and sale of electricity on the DAM for the working hours of 14.00-15.00, based on the price cap for 2023.

The hourly purchase and sale price on the DAM for the working hours of 14.00-15.00 is calculated by the formula:

$$\Pi(14-15) = \Pi(14.00) \cdot 0,5 + \Pi(15.00) \cdot 0,5$$

Table 1.1 - Economic indicators of the investment attractiveness of the use of electricity storage according to the data of the PVPP work for 2023.

Indicators	Option 1	Option 2
Electricity sales, MWh	1 156, 8	1 156, 8
Cost of electricity sales for the year, thousand UAH	3065,29	3065,29
Actual income for the year, thousand UAH	2421,46	2421,46
Probable additional income for the year, thousand UAH	1757,25	819,162
Probable income for the year, thousand UAH	4178,7	3240,62
Actual payback period, years	6,6	6,52
Investment return period with consideration of probable additional income, years	3,8	4,9

Conclusions. The assessment of the indicators shows that in our case the application is commercially attractive, as the likely additional income is 30-50%, and the payback period is reduced from 6.5 to 3.8 years. However, there are two aspects that affect the expected profit: the unstable generation of PV power plants and a certain overregulation of the Ukrainian electricity market.

2. Передумови застосування сонячних станцій в Україні

Андрій Дорошенко, Інна Губар, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Внаслідок повномасштабної агресії РФ електричні системи України зазнають значних збитків і не завжди можуть забезпечувати безперебійне живлення споживачів електричною енергією. У такому випадку надійність електропостачання можна підвищити за рахунок використання сонячних електростанцій (СЕС).

Матеріали та методи. Аналізували природні фактори, технічні можливості та режими експлуатації СЕС в умовах II світлокліматичного районування України.

Результати. Світовий досвід показує, що наразі широко застосовуються сонячні електричні станції (СЕС), структурна схема яких показана на рис.1.

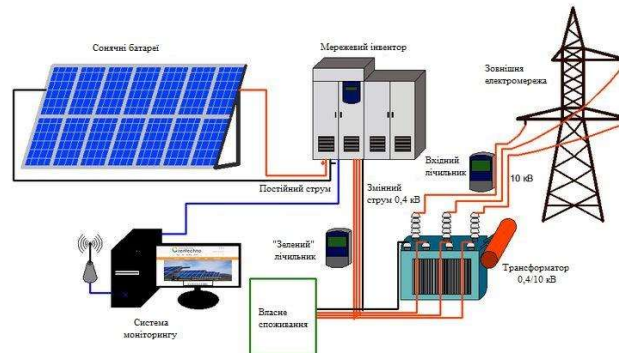


Рис.1. Структурна схема СЕС

На перший погляд, алгоритм роботи такої СЕС може здатися досить простим - наявність сонячного світла сприяє виробленню у сонячних батареях електричної енергії постійного струму і живленню через мережевий інвертор як власного навантаження з одночасною зарядкою акумуляторів, так і віддачею з допомогою трансформатора надлишків енергії у зовнішню мережу. За відсутності сонця навантаження живиться від батарей, а у разі розрядження батарей система переходить на використання електромережі. Однак, у процесі експлуатації виникає ряд питань, які вимагають рішень. Наприклад:

1. Як діяти у ситуації, коли електромережа стала недоступна через аварію, а батареї вже розряджені?

2. Що робити, коли світить яскраве сонце, акумуляторні батареї повністю заряджені, але поточне споживання енергії недостатнє, що призводить до втрати потенційної сонячної енергії (Lost Solar Energy) або невикористання сонячної енергії (Unused Solar Energy), яка могла бути згенерована?

3. Як діяти у випадку непередбачуваного довготривалого високого споживання, коли батареї розряджені до критичного рівня ще до нічного тарифу? і т.д.

Очевидно, що обов'язковою умовою при проектуванні СЕС є обґрунтований розрахунок оптимальної кількості фотовольтаїчних модулів, узгодження потужності інвертора та ємності акумуляторної батареї відповідно до обсягів споживання, типу навантажень об'єкту тощо. Наразі без сучасної системи моніторингу не обійтися.

Висновок. З врахуванням умов розташування було встановлено доцільність використання гібридної сонячної електростанції (гСЕС) на базі обладнання фірми Victron Energy (Нідерланди).

3. Оптимальна комплектація гібридної сонячної електростанції для роботи в умовах II світлокліматичного району України

Андрій Дорошенко, Дмитро Юрченко, Дмитро Коломієць
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Використання сонячних електричних станцій (СЕС), зокрема гібридних є актуальною задачею економії непоновлюваних видів енергії та підвищення надійності електропостачання.

Матеріали та методи. Визначали можливість використання обладнання фірми Victron Energy (Нідерланди) для оснащення сучасної гібридної сонячної електричної станції (гСЕС) при її встановленні та експлуатації в умовах II світлокліматичного районування території України (ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»).

Результати. ГСЕС доцільно виконати за схемою, показаною на рис.1. Основне обладнання станції: один гібридний інвертор Multi RS Solar 48/6000/100-450/80 (1 tracker) потужністю 6 kW; один контролер заряду типу Victron Energy SmartSolar MPPT RS 450/100-Tr потужністю 5 kW; один контролер основного комп'ютера Victron Energy Cerbo GX, що здійснює керування всією лінійкою продукції компанії; 36 сонячних панелей типу JaSolarJAM72S30-545/MR загальною потужністю 19,6 kW. У якості накопичувача електричної енергії DC застосовано акумулятор Pypes E-BOX-48100R. Максимальна кількість циклів «заряд/розряд» – до 8000.

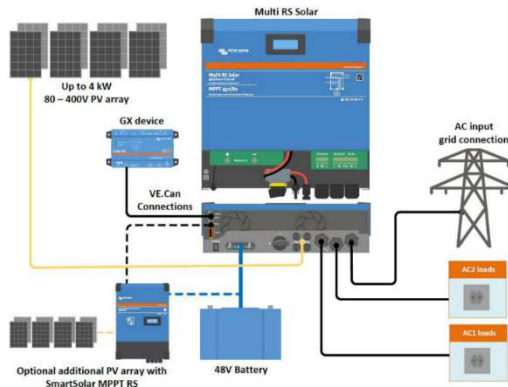


Рис.1. Функціональна схема з'єднань обладнання гСЕС

Вхід і вихід інвертора підключені через диференційний автомат hager AD982J C32 30ma. Захист мереж DC (постійний струм від сонячних панелей) реалізований за допомогою запобіжників CH 10x38 gPV 16A 1000V (10kA) встановлених у тримачі ETI EFH 10 DC (Словенія). Захист з'єднань з мережею змінного струму (AC) здійснюється за рахунок однополюсних автоматів марки hager MC132A C32, диференційних реле (УЗО) Schneider Electric Easy9 63 A 100 mA та обмежувача перенапруги ETI ETITEC SM T12 300 / 12,5 (3 + 1, 4p, TT, TN-S). Для захисту від блискавки використано розрядник GEYA GSP9-C40PV. Електричні з'єднання здійснено кабелями виробників: DINOOL Silicone (Китай), KBE Solar (Німеччина), Одесакабель і Запорізький кабельний завод (Україна).

Загальні витрати на обладнання склали до 900 тис. гривен.

Висновок. Проведені пусконаладжувальні роботи підтвердили працездатність гСЕС і доцільність її використання для безперебійного живлення приймачів сумарною потужністю до 6 kW.

4. Налаштування автономної роботи сучасної сонячної електростанції

Андрій Дорошенко, Владислав Коломієць, Петро Кандибка
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. За рахунок сучасних електронних систем та середовищ автоматики наразі експлуатація СЕС може проходити дистанційно в автоматизованому режимі.

Матеріали і методи. Об'єкт досліджень – обладнання діючої гібридної сонячної електростанції. Параметри контролю та керування - оптимальні температурні режими роботи акумуляторів, максимальний зарядний та розрядний струм батареї, споживання електричної енергії активними приймачами.

Результати. Типова гібридна сонячна електростанція включає в себе серію об'єднаних у стрінги фотовольтаїчних модулів (рис. 1, *а*) для генерації постійного струму (DC), контролери заряду, що конвертують високовольтні DC у напругу необхідну для заряджання акумуляторних батарей, інвертори для перетворення DC у змінний струм (AC), блок керування пуском генератора, захисні елементи, запобіжники, блискавкозахист та автоматичні вимикачі. Наприклад, контролер заряду, інвертор, та автоматика для генератора можуть бути як окремими модулями (рис.1, *б*, *в*, *г*), так і інтегрованими в єдиний мультифункціональний блок.

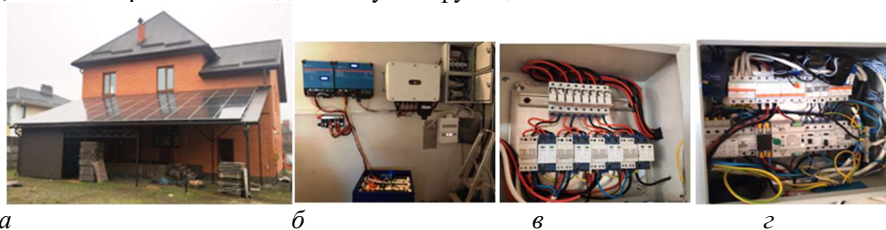


Рис.1. Монтаж елементів СЕС: фотомодулів (*а*), інверторів гібридної та мережної СЕС (*б*), розподільчий щит DC (*в*), розподільчий щит AC (*г*).

Контроль та регулювання температури акумулятора Pytes E-BOX-48100R, що зібраний з трьох літєвих акумуляторних батарей здійснюється з використанням системи WiFi SONOFF (Китай). Нагрів повітря до заданої температури, наприклад 15 °C, проводиться шляхом вмикання для підігріву повітря двох килимків марки Solgray (Україна). Максимальний зарядний та розрядний струм в залежності від температури та рівня заряду батареї контролюється інтегрованим з ними контролером Pytes, що передає дані через CAN-шину основному контролеру Cerbo GX. Пристрій GX отримує ліміт напруги заряду (CVL), ліміт струму заряду (CCL) і ліміт струму розряду (DCL) від цієї батареї та передає їх інвертору та усім підключеним зарядним пристроям. Контроль споживання енергії здійснюється лічильниками електроенергії - TOMZN Tuuya Smart Energy Meter (Китай) та системи smart-MAIC (Україна).

На час обслуговування або аварійного тимчасового вимкнення СЕС передбачено автоматичне перемикання батарей на загальну мережу за допомогою перемикача вводу резерву TAXNELE Dual Power Automatic Transfer Selector (Китай).

Висновок. Використання сучасних електронних систем типу Victron Remote monitoring (VRM) і Cerbo GX дозволяє дистанційно контролювати всі енергетичні параметри роботи СЕС в режимі реального часу, автоматично накопичувати та опрацьовувати статистичні дані характерних параметрів і за допомогою push-повідомлень, що надходять на мобільний телефон, завчасно виявляти проблеми і віддалено змінювати налаштування роботи обладнання.

5. Використання термоелектричних пристроїв для контролю параметрів газових середовищ обробки харчових продуктів

Іван Остапів¹, Олександр Потороча¹, Олександр Мазуренко¹, Сергій Іванов²

¹ Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

² Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Україна

Вступ. Інформацію про вологість різноманітних газових середовищ, в першу чергу повітря, потребують практично всі напрямки життєдіяльності людини: від сільського господарства і харчової промисловості до медицини.

Матеріали та методи. Непрямі методи вимірювання температури потоку повітря передбачають застосування методів термометрії з використанням термоелектричних перетворювачів температури. Непрямі вимірювання густини теплового потоку і потоку маси вологи, що випаровується, здійснюються з використанням методів і приладів тепломасометрії. Комплексні вимірювання фізичних величин здійснюються методом двох вимірювань, або методом надлишкових вимірювань.

Результати. Необхідність моніторингу параметрів газового середовища спонукала до появи різних методів та засобів вимірювання вологості і температури газів. Проте, невинний розвиток промисловості, а також поява нових завдань та умов для моніторингу параметрів газу потребує розвитку нових методів та засобів контролю цільових величин. У доповіді наведено результати розробки методу та термоелектричних приладів вимірювання вологості та температури газових середовищ утворюваних в ході технологічних процесів термічної обробки харчових продуктів. Зазначено, що широкого застосування набули методи, засновані на зміні електропровідності, або кількості електрики, потрібної для кількісного електролізу сконденсованої вологи. На основі аналізу існуючих методів визначення відносної вологості повітря з'ясовано, що для метеорологічних і мікрокліматичних досліджень навколишнього середовища найбільш часто використовується психометричний метод. Тому для контролю вологості повітря в промислових повітропроводах тривалої дії запропоновано метод визначення температури і вологості газового середовища з використанням перетворювачів теплового потоку, а також розроблено термоелектричний гігрометр для реалізації такого методу на практиці, що дозволить проводити довготривалі вимірювання в централізованих системах контролю газових середовищ. Згідно методу, параметри повітря визначаються за результатами вимірювання теплоти випаровування з поверхні «вологих» і показів «сухих» перетворювачів теплового потоку з розташованими на їх поверхні, відповідно, «вологими» та «сухими» чутливими елементами перетворювачів температури. Для контролю вологості повітря в повітропроводах періодичної дії розроблено гідролітичний теплотричний гігрометр.

Висновок. У харчовій промисловості значна кількість процесів технологічної обробки продуктів здійснюється з використанням газових середовищ, значення параметрів яких - температуру, швидкість руху, вологість тощо, необхідно контролювати. Наразі найбільш широко методи контролю пов'язані з використанням конденсованої фази водяної пари.

6. Розробка термоелектричних пристроїв вимірювання параметрів вологого повітря

Максим Мазурков¹, Антон Кононенко¹, Олександр Мазуренко¹, Сергій Іванов²

¹ Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

² Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Україна

Вступ. За результатами аналізу методів вимірювання параметрів вологого повітря показана доцільність використання для цього термоелектричних перетворювачів теплового потоку (ТЕПТП).

Матеріали та методи. За методами математичної статистики проводиться аналіз рівняння теплового балансу поверхні ТЕПТП приладу, на яку в результаті теплообміну з вологим середовищем діє тепловий потік сумарної густини.

Результати. Для усунення недоліків вимірювання параметрів вологого повітря, що властиві параметричним перетворювачам, які використовуються в психрометричних і сорбційних гігрометрах, а також у конденсаційних приладах, у розроблених пристроях вимірювання здійснюється з використанням термоелектричних перетворювачів температури, густини теплового потоку (ТЕПТП), а також тепломасомірів, що суттєво спрощує схеми передачі їх сигналів до АСУ ТП.

З метою підвищення точності результатів вимірювання параметрів вологого повітря при розробці теплотермічних гігрометрів враховували можливість здійснення надлишкових вимірювань та одержання додаткової інформації про параметри вологого повітря.

Оскільки в розроблених приладах вологість газового середовища визначається з використанням термоелектричних перетворювачів теплового потоку (ТЕПТП), наведемо рівняння теплового балансу поверхні ПТП-приладу, на яку в результаті теплообміну з вологим середовищем діє тепловий потік сумарною густиною q_{Σ} :

$$q_{\Sigma} = \alpha_k \cdot (T_{\text{п}} - T_{\text{ср}}) + r \cdot \beta_p \cdot (P_{f(T_{\text{п}})} - P_{\text{ср}}) + a_{\text{ф}} \cdot q_{\text{дж}} + a_{\text{ф}} \cdot q_{\text{ф}} + \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_{\text{п}}^4$$

Рівняння є сумою складових густини теплових потоків:

– конвективного теплообміну $q_k = \alpha_k \cdot (T_{\text{п}} - T_{\text{вп}})$, де α_k – коефіцієнт конвективного теплообміну, $T_{\text{п}}$ та $T_{\text{вп}}$ – температура, відповідно, поверхні теплообміну (ПТП) та вологого повітря;

– масообміну $q_j = r \cdot \beta_p \cdot (p_{T_{\text{п}}} - p_{\text{вп}})$, де r – прихована теплота випаровування, β_p

– коефіцієнт масообміну, $p_{T_{\text{п}}}$ та $p_{\text{вп}}$ – парціальний тиск як функція температури теплообміну та парціальний тиск вологого повітря;

– фонового випромінювання $q_{\text{ф}} = a_{\text{ф}} \cdot q_{\text{дж}}$, де $a_{\text{ф}}$ та $q_{\text{ф}}$ – коефіцієнт поглинання поверхнею теплообміну (ПТП) фонового випромінювання та густина фонового випромінювання джерела теплової енергії;

– радіаційного теплообміну з джерелом теплового випромінювання $q_r = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_{\text{п}}^4$, де ε – випромінювальна здатність поверхні чутливого елемента приладу; σ – стала Стефана-Больцмана.

Висновок. Вологість повітря визначається за результатами вимірювання теплоти випаровування з поверхні «зволожених» ПТП і показів «сухих» ПТП з розташованими на їх поверхні, відповідно, «зволоженими» і «сухими» ЧЕ ПТ, тому доцільно розробити прилад типу теплотермоелектричний гігрометр (ТТЕГ).

7. Термоелектричний гігрометр

Денис Верещак¹, Микита Пономаренко¹, Олександр Мазуренко¹, Сергій Іванов²

¹ Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

² Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Україна

Вступ. Подаються особливості конструкції та принципу дії розробленого комбінованого термоелектричного гігрометра типу ТЕГ

Матеріали та методи. Для контролю параметрів вологого повітря (рис. 1, а) термоелектричний гігрометр типу ТЕГ (І) розміщували на ділянці повітропроводу (ІІ) таким чином, щоб усі його вимірювальні перетворювачі знаходилися в однакових гідродинамічних умовах. З метою вирівнювання потоку повітря й усунення збурень від роботи витяжного вентилятора ділянка повітропроводу зі змонтованим ТЕГ з обох боків обмежували решітками (ІІІ). Для вимірювання температури $T_{\text{вп}}$ вологого повітря використовували термопару 12.

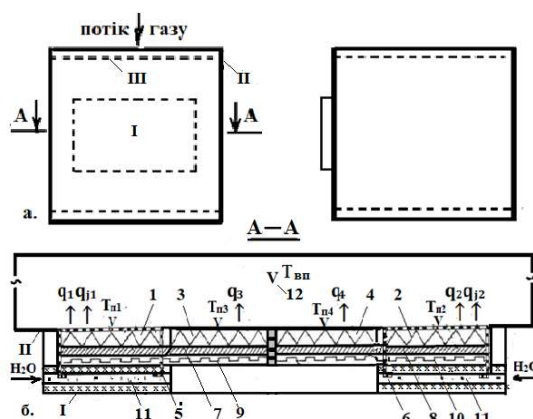


Рис. 1. Термоелектричний гігрометр

Результати. Первинні перетворювачі пристрою ТЕГ об'єднані у дві однакові групи (рис. 1, б). Першу групу утворюють перетворювачі теплового потоку ПТП 1 та 3, з розміщеними на їх поверхні чутливі елементи (ЧЕ) $T_{\text{п1}}$ і $T_{\text{п3}}$; другу - ПТП 2 та 4 з ЧЕ $T_{\text{п2}}$ і $T_{\text{п4}}$. Для вирівнювання температури перетворювачі першої і другої груп розташовані на високотеплопровідних пластинах, відповідно, 7 та 8. Крім того ПТП 1 та ПТП 2, вкрито шаром капілярно-пористого матеріалу (5 та 6), у який вбудовано ЧЕ термомірів $T_{\text{п1}}$ та $T_{\text{п2}}$. Ці матеріали, а отже, вкриті ним ПТП і ЧЕ ПТ постійно звожуються через дренажні канали 11. Це так звані «мокрі» перетворювачі пристрою. Відповідно, ПТП 3 і 4 з $T_{\text{п3}}$ і $T_{\text{п4}}$ – це «сухі» перетворювачі пристрою. Для утворення потрібної температури випаровування води з поверхонь звожених ПТП встановлено теплообмінні пристрої - електричні нагрівники 9 і 10, кожен з яких живиться від індивідуальних регуляторів напруги. Один з регуляторів забезпечує стабільність температури випаровування води з поверхонь «мокрих» ПТП, а другий – підтримує задану різницю температур між групами перетворювачів.

Висновок. Устрій пристрою дає можливість забезпечувати рівність коефіцієнтів масовіддачі для обох груп ТПП за умов різниці між температурами поверхонь випаровування води ($2 \div 15$) К.

Section 19

Automation and computer-integrated technologies

Секція 19

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

19.1.

Automation and computer-integrated technologies

19.1.

Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

1. Проблеми автоматизації процесу кристалізації цукру в вакуум-апаратах 1-го продукту

Юрій Гудзь

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В процесі управління кристалізацією цукру часто виникають проблеми через зміну вхідного продукту та недостатню точність контролю параметрів, що може призвести до непередбачуваних результатів і погіршити якість кінцевого продукту.

Матеріали і методи. Сучасні датчики, які використовуються для контролю за процесом кристалізації цукру в вакуум-апаратах, включають, крім звичних датчиків температури, тиску та рівня, мікрохвильові датчики для визначення концентрації сухих речовин в утфелі та промислові рефрактометри для визначення концентрації цукру в міжкристальному розчині. Використання цих датчиків дозволяє забезпечити точний контроль і оптимізацію процесу кристалізації цукру в вакуум-апаратах.

Результати. Пересичення маточного розчину є однією з найважливіших змінних у кристалізації цукру. Воно відіграє ключову роль у визначенні швидкості росту кристалів. Ефективність процесу значною мірою залежить від моніторингу та контролю пересичення. Щоб отримати продукт найвищої якості, пересичення повинне знаходитись в оптимальному діапазоні. Основною проблемою, пов'язаною з моніторингом і контролем пересичення, є складність отримання його вимірювань в реальному часі. Пересичення є функцією, яка нелінійно залежить від змінних процесу та кількох параметрів маточного розчину, таких як концентрація (за Бріксом), температура, чистота та інші параметри якості, які повинні бути визначені в заводських лабораторіях. Тому не існує прямого методу або єдиного приладу для вимірювання пересичення. Його можна розрахувати або вивести лише з інших вимірювань, беручи до уваги всі задіяні змінні та параметри. Інші типи датчиків, наприклад датчики електропровідності, в'язкості, мікрохвильові датчики залежать від певних параметрів утфелю, таких як вміст кристалів або склад домішок, тому вони не придатні для надійного моніторингу пересичення.

За останні роки широке застосування знайшло машинне навчання, яке також може бути застосоване для визначення пересичення маточного розчину в процесі кристалізації цукру. Алгоритми машинного навчання можуть аналізувати великий обсяг даних, включаючи вимірювання різних параметрів процесу та якості розчину, та виводити точні прогнози пересичення. За допомогою відповідних алгоритмів та навчених моделей, система може навчитися виявляти складні залежності між різними змінними та параметрами, що впливають на пересичення, і навіть коригувати рівень пересичення в реальному часі для оптимізації процесу кристалізації.

Висновки. Підхід із використанням машинного навчання відкриває можливості для точного та автоматизованого контролю пересичення маточного розчину, підвищуючи ефективність та якість виробництва цукру.

Література

1. H. Morales, F. di Sciascio, E. Aguirre-Zapata, A. Amicarelli, A model-based supersaturation estimator (inferential or soft-sensor) for industrial sugar crystallization process, *Journal of Process Control*, Volume 129, 2023, 103065, ISSN 0959-1524

2. Апроксимації Паде складних нелінійних систем

Горпинченко Антон, Кишенько Василь

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Апроксимація Паде - це метод чисельного аналізу, який використовується для наближення функцій. Застосовують у різних галузях науки та інженерії, та іншими. Апроксимація Паде в синергетичних та самоорганізуючих систем.

Методи досліджень. Апроксимація Паде складних нелінійних систем використовуються різні методи, як-от лінеаризація в околиці точки. Апроксимація Паде застосовуємо для розкладання нелінійних функцій у ряди, які простіше апроксимувати або аналізувати.

Результати і обговорення. Синергетичні системи управління та самоорганізації описують складні динамічні процеси, , які можуть самоорганізовуватися для досягнення поставлених задач.

Використовуємо апроксимацію Паде для наближеного опису цієї функції.

$$f(x) = \frac{x^3}{1 + x^2}$$

Формула 1 Нелінійна система рівнянь

Для наближеного опису нелінійних динамічних процесів у системах самоорганізації. Апроксимація Паде може допомогти спростити складні нелінійні функції: функції керування, взаємодії елементами системи.

Систему з нелінійною функцією, яка залежить від кількох змінних.

Апроксимації Паде для функції e^x

$$R(x) = \frac{a_0 + a_1x + a_2x^2}{1 + b_1x + b_2x^2}$$

Формула 2 Наближення Паде

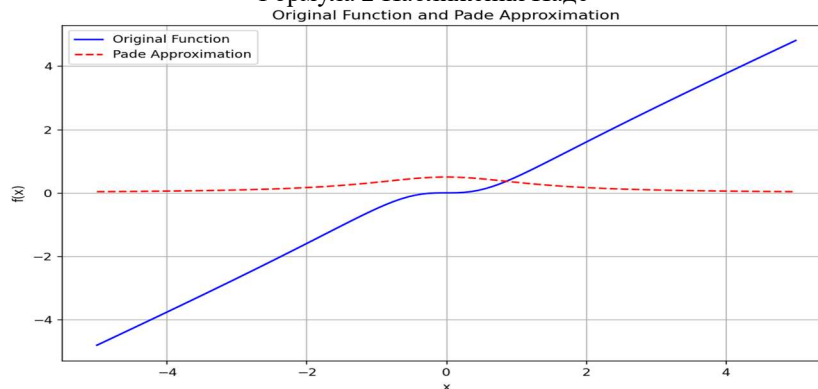


Рисунок 1. Графік апроксимації Паде для управління системою, що самоорганізується

Висновок. Апроксимація Паде може допомогти спростити складні нелінійні функції: функції керування, взаємодії елементами системи.

Література

Ладанюк А.П., Луцька Н.М., Кишенько В.Д., Власенко Л.О., Іващук В.В. Методи сучасної теорії управління: Підручник. – К.: Ліра-К, 2018. – 368 с.

3. Автоматизоване керування процесами виробництва пива з використанням підсистем моніторингу та підтримки прийняття рішень.

Діденко Олександр, Полупан Володимир

Національний університет харчових технологій

Вступ. Підвищення конкурентоспроможності виробників пива вимагає постійного вдосконалення технологічних процесів та впровадження нових методів керування. Автоматизоване керування процесами виробництва пива з використанням підсистем моніторингу, зокрема Grafana, та підтримки прийняття рішень є перспективним напрямом розвитку у цій галузі.

Матеріали та методи. Досліджуються процеси виробництва пива з використанням підсистем моніторингу, зокрема Grafana, та підтримки прийняття рішень. Проводиться аналіз вихідних даних, зокрема параметрів виробництва, а також історичних даних про виробництво. Використовуються методи математичного моделювання для оптимізації процесів та прогнозування подальших розвитків. Крім того, проводиться дослідження різних методів аналізу даних, включаючи статистичний аналіз. Для реалізації системи використовується сучасне програмне забезпечення, таке як бази даних, інструменти візуалізації даних та інші програмні засоби, що дозволяють забезпечити надійний та ефективний контроль над виробничими процесами.

Результати та обговорення. Використання Grafana для моніторингу та аналізу даних у реальному часі дозволяє здійснити ефективне відстеження стану виробничих процесів у виробництві пива. Завдяки візуалізації даних у зручній формі оператори можуть швидко отримати уявлення про поточний стан процесів та виявити будь-які аномалії чи відхилення. Інтеграція Grafana у систему підтримки прийняття рішень дозволяє не лише моніторити поточний стан виробництва, а й реагувати на нього в реальному часі. Аналіз отриманих даних сприяє оперативному прийняттю рішень щодо вдосконалення технологічних процесів, що в свою чергу підвищує якість продукції та ефективність виробничих потоків. Порівняно з іншими системами, Grafana вирізняється своєю гнучкістю та можливістю налаштування під конкретні потреби виробництва пива. Його інтеграція з різними джерелами даних та можливість швидкого налаштування візуалізації робить його ефективним інструментом для вирішення різноманітних завдань у даній галузі..

Висновок. Результати досліджень підтверджують доцільність використання Grafana у виробництві пива для моніторингу та підтримки прийняття рішень. Це сприяє підвищенню якості продукції та ефективності виробничих процесів.

Література

1. Pérez-Correa, J.R., Agosin, E., & Garde-Cerdán, T. (2022). Advanced process control strategies for beer production: A review. *Journal of the Institute of Brewing*, 128(1), 8-20.
2. Khezzar, A., & Ouchen, F. (2023). Optimization of brewing process using machine learning techniques. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(4), 1401-1412.
3. Zhang, Y., Li, J., & Shao, S. (2023). Application of IoT and big data analytics in smart brewery: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 46(1), e13440.
4. Liu, H., Zhang, Y., & Wang, J. (2023). Real-time optimization of beer fermentation process using hybrid models and decision support systems. *Journal of Food Science and Technology*, 60(1), 280-289.

4. Методологія інформаційної безпеки АСКТП та АСУВ

Андрій Михалюк, Роман Міркевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Тема інформаційної безпеки (кібербезпеки) АСКТП та АСУВ має як прикладну, так і наукову користь. Такі системи в більшості випадків є складовою частиною критичної інфраструктури України, а отже їх безпека є вкрай важливою в умовах війни.

Матеріали та методи. Для досягнення результату були використані численні дослідження українських та закордонних авторів на тему кібербезпеки в системах керування промислової автоматизації, SCADA системах, та ПІОТ системах. В ході дослідження були використані аналіз, узагальнення та класифікація отриманої інформації.

Результати дослідження. За результатами дослідження підтверджено гіпотезу про те, що тема інформаційної безпеки має як прикладну, так і наукову цінність. В прикладному аспекті підтверджено випадки використання недоліків наявних систем інформаційної безпеки об'єктів критичної інфраструктури, а саме кібератаки на енергомережі в 2015 року, в результаті яких було відключено ряд підстанцій.

Також підтверджена наукова актуальність теми, за період 2023-2024 років статистика публікацій щодо кібербезпеки в системах керування системами пошуку наукових публікацій наступна: Internet Archive – 187 публікацій, Science Direct – 761 публікацій та HAL – 3 публікації (дані за результатами аналізу від 6 березня 2024)

Виявлено відмінність виробничих інформаційних систем від інших ІТ систем. На відміну від інших систем ІТ для виробничих інформаційних систем є більш пріоритетним безперервна працездатність ніж конфіденційність даних.

За результатами дослідження запропоновано класифікувати 6 верхньорівневих блоків сукупностей прийомів та засобів методології побудови ефективної системи інформаційної безпеки АСКТП та АСУВ за рахунок використання сучасних стандартів кібербезпеки та кращих практик:

- Побудова ефективної системи управління інформаційною безпекою;
- Визначення спеціальних технік захисту АСКТП та АСУВ;
- Побудова комплексної системи захисту даних і програмних засобів ;
- Побудова системи гарантування безперервності системи АСКТП та АСУВ;
- Впровадження системи моніторингу інформаційної безпеки ;
- Ефективний контроль каналу поставок.

Висновок. Підтверджена важливість теми інформаційної безпеки АСКТП та АСУВ систем для критичної інфраструктури а також наукова актуальність теми. Виділено 6 верхньорівневих блоків методології побудови ефективної системи безпеки АСКТП та АСУВ систем.

Література

1. Воропай О. В., Погасій С. С., Король О. Г., Мілевський С. В. Розробка механізмів безпеки Scada-систем в постквантовий період. Системи обробки інформації. 2022. № 2 (169). С. 25-34.
2. Manar Alanazi, Abdun Mahmood, Mohammad Javed Morshed Chowdhury, SCADA vulnerabilities and attacks: A review of the state-of-the-art and open issues, Computers & Security, Volume 125, 2023, 10302.

5. Використання цифрових двійників в промисловій робототехніці.

Роман Міркевич, Олексій Міркевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У контексті Індустрії 4.0 фізичний і цифровий світи тісно пов'язані між собою. Рішення з цифровими двійниками зробили значний внесок у розвиток Індустрії 4.0, а одним з перспективних напрямків їх використання є робототехнічні системи.

Матеріали та методи. В промисловій робототехніці, технології цифрових двійників швидко розвиваються, та роблять революцію в робототехнічному програмуванні, пропонуючи безліч переваг. Цифрові двійники - це складні віртуальні моделі, які імітують поведінку та характеристики фізичних об'єктів, будь то робот чи ціла виробнича лінія. Це не просто статичні копії, а динамічні симуляції, здатні імітувати реальні сценарії з надзвичайною точністю.

Результати. Одна із значних переваг цифрових двійників у програмуванні робототехнічних систем — це можливість безпечно візуалізувати та перевірити різні сценарії в контрольованому та точному віртуальному середовищі перед реалізацією їх у реальному світі. Цифрові двійники у робототехнічному програмуванні використовуються в двох основних напрямках:

1. Моделювання та імітація: безпечний механізм для тестування виконання програми, який представляє собою середовище, програма виконується на віртуальній моделі без взаємодії з реальними обладнанням і використовується для детального аналізу її виконання для виявлення недоліків і подальшого їх виправлення.

2. Моніторинг у режимі реального часу: подолання розриву між віртуальним і реальним світом. Моніторинг у реальному часі за допомогою таких інструментів, як цифрові двійники, забезпечує негайний зворотний зв'язок між реальними та віртуальними роботами і дає можливість більш ефективно отримувати інформацію про стан реального технологічного обладнання.

Цифрові двійники відіграють ключову роль в оптимізації робототехнічних систем пропонуючи можливості для інновацій, безпеки та точності візуалізацій робочого простору робота та виконання програм.

Спрямовуючи промисловість на безпрецедентний рівень операційної ефективності та досконалості, цифрові двійники також дозволяють програмістам і операторам виявляти потенційні проблеми, оптимізувати роботу промислового робота та захищати як робота, так і технологічне обладнання в його робочому просторі. Такі функції життєво важливі для запобігання помилок і простоїв системи, підвищенню надійності роботизованих систем. Крім того, підвищена точність цих симуляцій зводить до мінімуму потребу в точному налаштуванні траєкторій руху роботів.

Розробники можуть створювати точні віртуальні моделі реальних робототехнічних технологічних комірок, що дозволяє їм вносити необхідні налаштування безпосередньо в цьому віртуальному середовищі перед впровадженням їх на реальному обладнанні. Це забезпечує синхронізацію та плавний перехід між змодельованим і реальним світами. Точність налаштування та прямий зв'язок між цифровим двійником і реальним роботом гарантує, що кожна концепція, розроблена в рамках симуляції, може бути точно відтворена в реальному світі.

Висновки. Цифрові двійники відіграють ключову роль в оптимізації процесу програмування робототехнічних систем в автономному режимі. Галузі, які використовують цю технологію, отримують конкурентну перевагу, керуючись складними системами з покращеною інформацією та надійністю та отримання безпрецедентного рівня операційної ефективності.

6. Багатопараметричне керування сушінням м'ясних виробів

Володимир Мельник, Ярослав Смітюх

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Багатоасортиментність та інтенсифікація сучасних виробництв, різноманіття обладнання та способів ведення технологічного процесу, суттєві відмінності в якості сировини, різниця в якості вихідної продукції через суб'єктивні оцінки і рішення операторів визначають актуальність задачі розробки і досліджень нових, інтелектуальних систем автоматизації процесу сушіння м'ясних виробів.

Методи досліджень. Проводився системний аналіз технологічних процесів сушіння м'ясних виробів, ознайомлення із сучасним станом автоматизації та методами визначення і контролю якості продукції на діючих виробництвах. Здійснювався порівняльний аналіз сучасних засобів вимірювальної техніки і методів керування для задачі побудови оптимальних систем автоматизації процесу сушіння м'ясних виробів та контролю їх якості.

Результати. На практиці керування процесом сушіння м'ясних виробів найчастіше здійснюється під контролем операторів з автоматичним програмним регулюванням окремих змінних (температури, вологості повітря в камері, розрідження і т.д.). На сучасному етапі розвитку засобів вимірювальної техніки доцільно проводити технічний контроль таких параметрів (вибірково, з врахуванням особливостей різних способів сушіння м'ясних виробів):

- температура поверхні, по можливості - температура в середині продукту, градієнт температури в продукті, динаміка їх зміни;
- вага продукту, динаміка її зміни;
- температура і вологість в камері сушки, динаміка їх зміни;
- вологовміст продукту, динаміка його зміни;
- колір і розміри м'ясних виробів, динаміка їх зміни.

Багатопараметричний контроль дозволить здійснювати оптимальне керування технологічним процесом сушіння та отримувати продукцію із прогнозованою якістю. Проте наявність багатьох контрольованих параметрів ускладнює алгоритм керування, класичні ж методи взагалі не підходять для використання. Складною також є розробка багатопараметричних моделей процесу сушіння для проведення досліджень системи керування.

Поставлену задачу можна розв'язати шляхом використання сучасних інтелектуальних методів керування з використанням нечіткої логіки, нейронних мереж, їх комбінацій. Розвиток і доступність технічних засобів вимірювань, обчислювальної техніки, досягнення в алгоритмізації інтелектуальних методів обробки інформації дозволяють їх використання в системах керування навіть типовими технологічними процесами. Нечітка логіка, нейронні, нейро-нечіткі мережі дозволяють здійснювати обробку великої кількості даних від різних сенсорів в багатопараметричних системах, враховувати складну структуру взаємозв'язків між параметрами, неповноту і нечіткість інформації, формалізовувати та використовувати досвід операторів, здійснювати самонавчання моделей і систем.

Висновки. Багатопараметричні інтелектуальні системи керування з використанням нечіткої логіки та нейронних мереж дозволять здійснювати оптимальне керування технологічним процесом сушіння м'ясних виробів з отриманням продукції із заданою якістю.

7. Реалізація прогнозуючого IIR-фільтра

Дмитро Тюляков, Наталія Луцька, Володимир Полупан

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Задача прогнозування часових рядів (time series forecasting) наряду з ідентифікацією об'єктів керування дуже розповсюджена при побудові систем автоматизованого керування в умовах невизначеності. Може використовуватись для побудови оптимального каналу компенсації збурень, контролю та діагностики технологічного процесу.

Методи досліджень. Прогнозуючий IIR-фільтр реалізовано в середовищі Matlab/Simulink без використання додаткових бібліотек. Задача моделі на базі Q дискретних вимірів складного нелінійного сигналу $f[n]$ отримати оптимальні коефіцієнти передавальної функції $W_k(z)$ IIR фільтра з горизонтом прогнозування k , які мінімізують помилку $e_k[n]$:

$$\begin{aligned} p_k[n+k] &= W_k(z)\{f[n]\} \\ e_k[n] &= f_k[n] - p_k[n] \end{aligned}$$

Результати і обговорення. Розроблено алгоритм пошуку оптимальних коефіцієнтів прогнозуючого фільтра. Визначена залежність помилки прогнозування від порядку передавальної функції $W_k(z)$, горизонту прогнозування k , розміру навчальної вибірки Q , зашумленості вхідного сигналу $f[n]$.

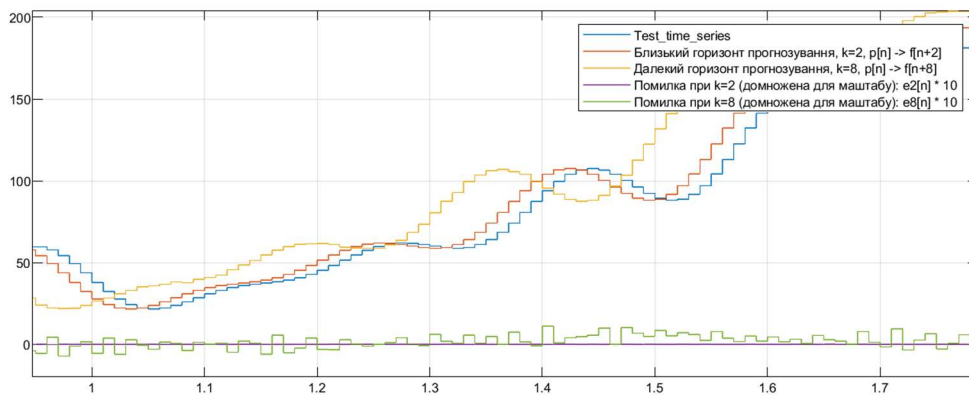


Рис. 1. Результати прогнозування та похибка при $k=2$, $k=8$.

Отриманий метод легко дозволяє розраховувати SIMO модель прогнозуючого фільтра з вектором виходу $p[k,n]$. Також можлива реалізація адаптивного прогнозуючого фільтра, зміна параметрів якого буде вказувати на відповідну зміну властивостей процесу. Зазначимо, що розмір навчальної вибірки Q – впливає на динаміку адаптації прогнозуючого фільтра

Висновок. Результати дослідження довели можливість використання IIR-фільтрів для прогнозу часових рядів. Дана реалізація дозволяє використовувати цей алгоритм в контролерах в реальному часі. Також можлива побудова адаптивного прогнозуючого фільтра.

8. Проблеми прогнозування якісних показників спиртового виробництва методами машинного навчання

Олександр Омельченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Залежності між даними спиртового виробництва характеризується складною та нелінійною структурою, що ускладнює їх аналіз та прогнозування традиційними методами та створює особливі вимоги щодо підбору методів машинного навчання (МН).

Матеріали і методи. У дослідженні розглянуто особливості використання методів МН для аналізу якісних показників спиртового виробництва.

Результати. Технологічні дані спиртового виробництва представляють собою часові ряди, що вимагає від моделі МН наявності механізмів для роботи з послідовними даними, тому звичайна багатошарова нейронна мережа (Multi-Layer Perceptron Neural Network) не здатна забезпечити необхідну точність передбачення.

Наявність нелінійних залежностей між змінними спиртового виробництва та основними якісними показниками процесу вимагає від моделі реалізації рекурентних та зворотніх зв'язків в поєднанні з обробкою зовнішніх входних даних для досягнення необхідної якості прогнозування. Таким чином моделі типу ARMA (AutoRegressive Moving Average) та прості RNN (Recurrent Neural Network), незважаючи на можливість роботи з часовими даними, не можуть коректно передбачити поведінку динамічної, нелінійної системи, в чому їм заважають непристосованість для роботи з нелінійностями та довготривалими залежностями.

Однією з моделей, архітектура якої здатна враховувати особливості об'єктів спиртового виробництва наведених вище, є NARX (Nonlinear AutoRegressive with eXogenous inputs) модель. Основні компоненти моделі NARX включають авторегресійну компоненту, що дозволяє моделі враховувати динаміку системи в часі, та екзогенні входні дані, які розширюють її можливості у моделюванні реальних систем. Крім того, NARX може використовувати нелінійні функції активації та моделі для зв'язків між входними, вихідними та зовнішніми даними, що дозволяє їй краще адаптуватися до складних нелінійних залежностей, які характерні для даних спиртового виробництва (Рис. 1).

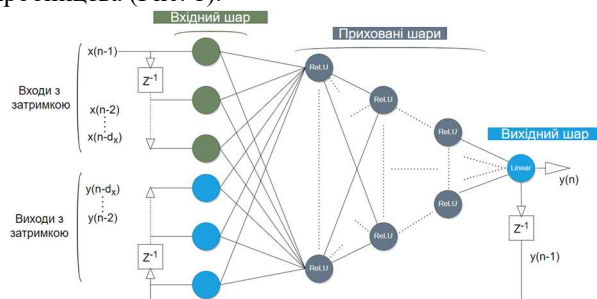


Рис. 1. Структура NARX-моделі

Висновки. NARX-модель поєднує в собі рекурентні та зворотні зв'язки для входних та вихідних даних, а також враховує зовнішні фактори. Ці особливості дозволяють їй бути більш гнучкою і ефективною у визначенні складних нелінійних залежностей, що мають місце у динамічних системах, таких як спиртове виробництво.

9. Архітектура системи віддаленого контролю роботи сушварильного апарата із зовнішнім нагрівачем

Максим Паровенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Збір виробничих даних на сьогоднішній день є дуже важливим етапом життєвого циклу будь-якої системи керування. Дане дослідження присвячене розробленню архітектури системи віддаленого контролю роботи сушварильного апарата із зовнішнім нагрівачем.

Матеріали і методи. В роботі було проаналізовано підходи до збору виробничих даних реального часу, розроблено архітектуру та експериментально протестовано на імітаційній моделі технологічного процесу.

Результати. Система віддаленого контролю роботи сушварильного апарата із зовнішнім нагрівачем призначена для автоматизованого збору даних з метою подальшого аналізу даних та віддаленого моніторингу роботи об'єкта. Розроблена архітектура системи представлена технічною та програмною структурами на рисунках 1 і 2 відповідно.

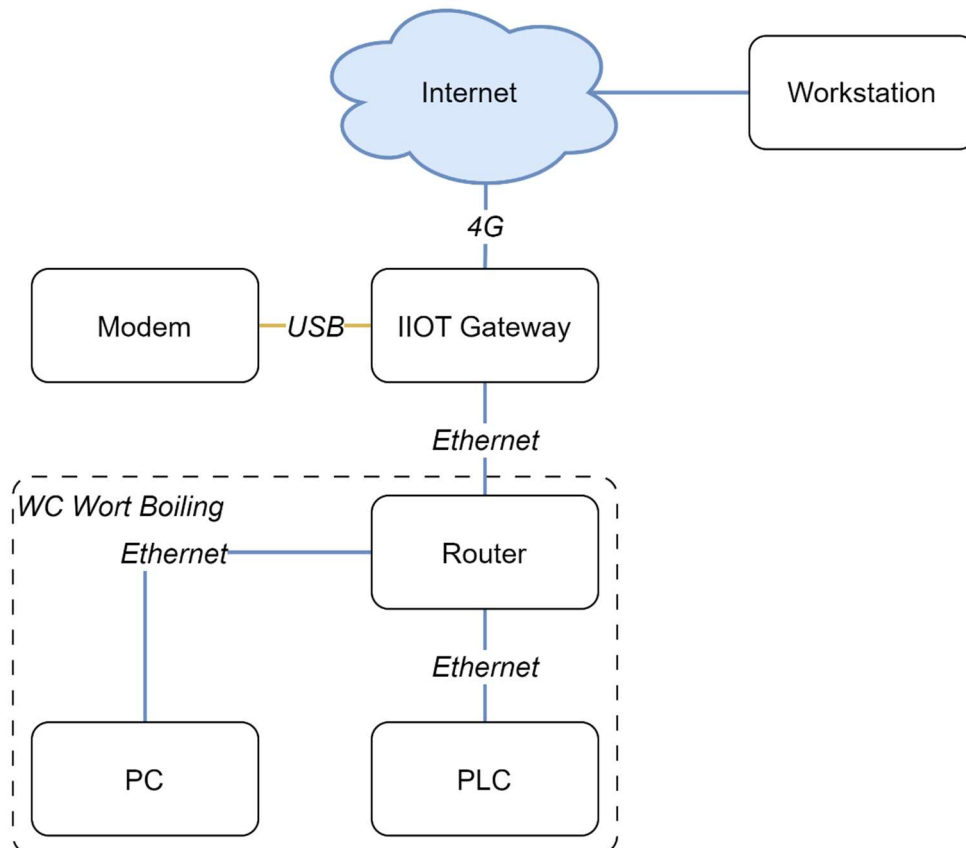


Рисунок 1. Технічна структура системи віддаленого контролю роботи сушварильного апарата із зовнішнім нагрівачем

Технічна структура проектованої системи включає:

1. Систему керування технологічним процесом, до якої відноситься:
 - PLC – програмований логічний контролер, з програмою керування.
 - PC – комп'ютер, на якому виконується програмне забезпечення людино-машинного інтерфейсу.
 - Router або Switch – маршрутизатор або комутатор, для об'єднання PC та PLC в єдину локальну мережу.
2. Проектована система віддаленого контролю передбачає інтеграцію системи керування з базою даних часових рядів, яка виконується в хмарі. Таку інтеграцію забезпечують:
 - IIOT Gateway – технічний засіб, який може виконувати «легкі» застосунки та підключений до системи керування через Router. IIOT Gateway слугує засобом, на якому розгортається програмний шлюз для інтеграції системи керування та віддаленої бази даних.
 - Modem – 4G модем, який надає IIOT Gateway підключення до інтернету.
 - Internet – база даних зберігається у хмарі.
 - Workstation – будь-який девайс з доступом до інтернету, через який потрібно доступатися до виробничих даних.

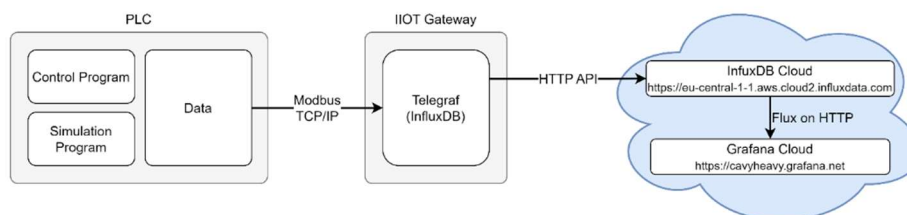


Рисунок 2. Програмна структура системи віддаленого контролю роботи сусловарильного апарата із зовнішнім нагрівачем

Система віддаленого контролю роботи сусловарильного апарата із зовнішнім нагрівачем включає такі програмні компоненти:

1. Програма PLC.
2. Telegraf.
3. InfluxDB Cloud.
4. Grafana Cloud.

В PLC реалізована класична програма керування технологічним процесом кип'ятіння суслу. Зміні вимірювальних параметрів процесу та станів виконавчих механізмів зберігаються в області пам'яті контролера, яка відповідає області пам'яті Holding Registers протоколу Modbus. При проектуванні системи було прийнято, що дані будуть архівуватися у хмарну версію бази даних часових рядів InfluxDB для забезпечення постійного та віддаленого доступу до даних. Для відправлення даних з контролера в InfluxDB прийнято використовувати програмний шлюз від InfluxDB Telegraf, який виконується на IIOT Gateway. Передбачається, що Telegraf опитує дані по Modbus TCP/IP та у вигляді HTTP пакетів відправляє в InfluxDB Cloud. Для читання даних з InfluxDB системою передбачається використання інструменту візуалізації даних Grafana Cloud.

Висновки. Розроблена архітектура надає всі необхідні технічні та програмні компоненти для реалізації системи віддаленого контролю роботи сусловарильним апаратом. Дану архітектуру було експериментально протестовано. При тестування в якості об'єкта використовувалася імітаційна модель об'єкта, реалізована в програмному симуляторі програмованого логічного контролера.

10. Актуальність підсистем прийняття рішень, концепції цифрових двійників та доповненої реальності в керуванні автоматизованими теплоенергетичними процесами.

Павло Новаковський, Володимир Полупан

Національний університет харчових технологій

Вступ. В сучасних реаліях інноваційні методи керування та моніторингу є важливими критеріями в автоматизації теплоенергетичних процесів. Технології доповненої реальності, створення цифрових двійників та підсистеми прийняття рішень значно підвищують ефективність і безпеку процесів харчових виробництв.

Матеріали і методи. Використання алгоритмів машинного навчання (нейронні мережі, алгоритми глибокого навчання) дозволяє автоматизувати процеси прийняття рішень. Використання платформ для створення цифрових двійників (Autodesk Fusion 360 та Unity), що дозволяють створити точну копію теплоенергетичної системи у віртуальному середовищі. Доповнена реальність (AR) розглядається в контексті інструменту візуалізації та взаємодії з цифровими моделями в реальному часі.

Результати. Впровадження підсистем прийняття рішень, заснованих на отриманих даних і машинному навчанні, сприяє значному підвищенню ефективності та надійності у керуванні автоматизованими теплоенергетичними процесами. Аналізуючи великі обсяги даних з сенсорів в реальному часі, системи можуть автоматично корегувати роботу обладнання для оптимізації споживання енергії та зниження витрат. Наприклад, у випадку з теплоелектростанціями, алгоритми прогностичного обслуговування дозволили знизити кількість несподіваних зупинок обладнання та підвищити загальну продуктивність станції і зменшити вірогідність аварійних ситуацій.

Інтегрування технологій цифрових двійників в автоматизованому керуванні теплоенергетичними процесами відкриває нові можливості для моделювання, моніторингу та оптимізації процесів виробництва. Цифрові об'єкти дають можливість інженерам точно відтворювати різні робочі сценарії, відслідковувати стан та зміни обладнання в реальному часі, оперативно реагувати на аварійні ситуації, визначати оптимальні параметри роботи та прогнозувати потреби в енергоресурсах з високою точністю. Використання цих технологій на практиці сприятиме зменшенню енергоспоживання, що для певних об'єктів є значним досягненням в умовах постійного зростання цін на енергоносії.

Технології доповненої реальності забезпечують інноваційний підхід до обслуговування та ремонту обладнання. Завдяки AR-додаткам, технічний персонал отримує можливість візуалізувати схеми та інструкції безпосередньо на обладнанні, що зменшує час на діагностику та усунення несправностей майже у половину. Крім того, використання доповненої реальності для навчання персоналу дозволяє підвищити рівень професійних навичок та знань, забезпечуючи більш ефективне та безпечне управління теплоенергетичними процесами.

Висновки. Таким чином ми бачимо, що впровадження інноваційних технологій в процеси автоматизації керування теплоенергетичними процесами є невід'ємною частиною сьогодення. Сучасні технології революціонізують керування та моніторинг в теплоенергетичних процесах, підвищуючи ефективність, безпеку та надійність.

Література

1. What Is a Digital Twin? [Електронний ресурс] / Scott Martin // Nvidia. – 2021. – доступу до ресурсу: <https://blogs.nvidia.com/blog/what-is-a-digital-twin/>

11. Автоматизована система керування комплексом крафтового пивоваріння на базі цифрових двійників

Романов Максим

Національний університет харчових технологій

Вступ. Впровадження принципів Індустрії 5.0, зокрема принципу людино-центричного виробництва у галузі крафтового пивоваріння зумовлює необхідність погляду на компетенції пивовара як на важливий ресурс виробництва.

Матеріали і методи. Формалізація компетенцій у вигляді переліку та нормативів людино-годин потрібних для виробництва продукту не дозволяє вирішувати завдання керування. Особливістю підходу є погляд на вимоги споживача як на компетенції – складну нелінійну структуру, і ймовірнісним характером оцінок та ефектами накопичення. Завданням дослідження є розглянути методи та способи оптимізації планування виробництва на базі з урахуванням ресурсів змінної у часі структури із ймовірнісним характером застосування. Запропонувати архітектуру системи керування відповідно до цих вимог.

Результати. Для вирішення завдань сформульованих вище пропонується сервіс-орієнтована архітектура, коли окремі системи автоматизації, чи окремі завдання та функції цих систем існують незалежно та ізольовано одна від одної, обмінюючись даними між собою через доступ до загального сховища даних організації, що фактично містить цифровий двійник підприємства. Загальне сховище з технологічної точки зору є розподіленим гетерогенним сховищем, що зберігає різноманітні записи у різних форматах. Дані щодо структури компетенцій споживача чи пивовара формуються як результати узгодженого бачення широкого круга гравців галузі. Не менш важливою є узгоджена онтологічна визначеність даних у загальному сховищі. Різноманітність даних потребує багато інтерфейсів щодо їх інтерпретації – кожна функція-сервіс має потребу в інформації власно-специфічної структури. З іншого боку є вимоги ідентифікації та відсутності дублювання. Отже центральне сховище відповідає не тільки за збереження даних цифрових двійників процесів та ресурсів підприємства, а й за трансформацію цих даних у структури, онтологія яких відповідає вимогам конкретного сервісу.

Висновки. Підсумовуючи вимоги до архітектури системи керування можемо описати її як неієрархічну шину даних та набір мікро сервісів що працюють з нею. Враховуючи що кожен мікро сервіс, в особливості бази знань по компетенціях, є окремим незалежним компонентом, архітектура системи керування найкраще представлена як платформа, на базі якої підприємство та спільноти що його оточують, співпрацюють задля загальної мети, розподіляючи доступ к даним та спільно користуючись загальнодоступними сервісами.

Література.

1. Computer integrated manufacturing: overview of modern standards / A.Pupena, I. Elperin, R. Mirkevich, O. Klymenko. // Automation of Technological and Business - Processes. – 2016. – №3. – С. 63–74.
3. ISO 23247-1 First edition 2021-10 Automation systems and integration — Digital twin framework for manufacturing — Part 1: Overview and general principles.
4. IEC 62264-1 Edition 2.0 2013-05 Enterprise-control system integration – Part 1: Models and terminology.

12. Застосування smart technologies application для управління життєвим циклом продукту в сучасних виробничих системах

Юлія Самойленко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Юлія Костюк

Державний торговельно-економічний університет, Київ, Україна

Вступ. Виробничий процес у всьому світі в основному автоматизований, де на всіх його етапах більшу частину роботи виконують механізми, машини, програмне забезпечення для аналізу даних. Одним із найбільш швидкозростаючих інноваційних напрямків є штучний інтелект.

Матеріали і методи. Протягом останніх років компанії активно інвестують в цифровізацію виробництва. Системи ERP, MES, SCADA отримують інформацію від датчиків з виробництва та забезпечують відповідну візуалізацію для інженерів та аналітиків. Кожна частина процесу записується і обчислюється в різних системах, які в більшості випадків не інтегровані між собою. Розвиток штучного інтелекту дозволяє використовувати широкі можливості для навчання та створення шаблонів різного призначення, прийняття оптимальних рішень після аналізу повної картинки діяльності підприємства в цілому.

Результати. Найбільш поширеними напрямками використання штучного інтелекту є:

1. Цифровий двійник. Представляє точну копію виробничого процесу в реальному часі, яка дозволяє контролювати весь процес в цілому, проводити аналіз продуктивності та якості, аналізувати роботу системи та бачити всі можливі помилки, несправності, недоліки. Процеси, які реалізовані на цифрових двійниках, використовують технологію сучасного передбачення, котрий полягає в передбаченні проблем і збоїв та вирішення їх заздалегідь. Наслідком таких інновацій є: точність проєкту, безперервність виробництва та підтримка високої ефективності системи, якість продукції.

2. Машинне навчання. Дана технологія дозволяє отримувати, обробляти поточні потоки інформації та шукати рішення для майбутньої оптимізації в базах даних кращих знань та попереднього досвіду. Дана технологія аналізує економічну ефективність, виробничу потужність, гнучкість та дозволяє прогнозувати зміни в процесі та на ринку збуту. Впровадження таких технологій є процесом багаторівневим. Терміни повної підготовки машин до виробничих процесів залежить від складності та кількості операцій. Зв'язок між виробництвом та управлінням в кожному сегменті є складним процесом. Для навчання машинного алгоритму бачити моменти переходу між етапами процесу, використовується інформація про попередні ітерації ключових технологічних процесів та бізнес-процесів, яку він може отримувати з даних систем SCADA та MES компанії.

Висновки. Для формування єдиної системи інтелектуального виробництва необхідна інтеграція з інтелектуальними технологіями виробництва, які є комплексом програмних, апаратних, інформаційно-комунікаційних і кіберфізичних рішень, що об'єднують усі елементи виробничої системи, на основі використання смарт-технологій та технологій штучного інтелекту.

Література

1. Yang L., Yingfeng Z., Shan R., Miying Y., Yutao W., Donald H. (2020). How can smart technologies contribute to sustainable product lifecycle management?, Journal of Cleaner Production, Vol. 249. , <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119423>.

13. Інтелектуальний аналіз даних у системах Інтернету речей

Юлія Самойленко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Інтернет речей (IoT) і хмарні технології були в центрі уваги останніх досліджень, що дозволяє накопичувати величезну кількість даних, отриманих у цьому різноманітному середовищі. Ці дані, без сумніву, включають безцінні знання, якщо їх можна правильно виявити та ефективно використовувати. Алгоритми інтелектуального аналізу даних можуть бути застосовані до Інтернету речей (IoT) для виявлення прихованої інформації з величезних обсягів даних, які генеруються IoT і мають високу цінність для бізнесу.

Матеріали і методи. Технологія IoT виступає як концепція мережі, включає апаратне забезпечення у вигляді датчиків, проміжне програмне забезпечення для полегшення зв'язку між компонентами, обробку та візуалізації даних. Інтеграція механізмів збору даних є першим кроком до створення системи на основі IoT і датчики відіграють важливу роль в цьому процесі, адже саме вони використовуються для моніторингу та сповіщення за всіма процесами в цілому. Data mining (DM) дає перевагу об'єднання блоків попередньої обробки даних і інтелектуального аналізу даних в один процес. Крім того, результат DM оцінюється та представляється у знаннях, що можуть використовувати як машини, так і люди через інфраструктуру IoT.

Результати. Розглядаються найважливіші підходи до аналізу даних, що охоплюють класифікацію, кластеризацію, аналіз зв'язків, аналіз часових рядів і аналіз викидів із знань. Класифікація є однією із найбільш відомих і поширених методик DM і його метою є правильно передбачити правильний клас для кожного об'єкта даних. Кластеризація відноситься до неконтрольованих методів навчання та розділяє зібрані об'єкти на задану кількість кластерів з подібним набором характеристик. Частими шаблонами є об'єкти даних, набори об'єктів даних або послідовності подій, які часто повторюються в системі. Аналіз таких шаблонів даних дозволяє знайти правила, які показують загальні асоціації значення певного атрибуту та допомагають створити комплексні та якісні знання, що використовуються для прийняття рішень. Часовий ряд виступає у вигляді групи елементів часових даних, має велику розмірність і постійно оновлюється. Завдання для часових рядів зазвичай покладають на три компоненти: індексацію, міру подібності та представлення. Зменшення розмірності є одним із основних цілей подання часових рядів, які класифікуються на три типи: представлення на основі моделі, представлення даних без адаптації та представлення даних з адаптацією. Аномалії або викиди, які є корисними фрагментами інформації, доступні в необроблених даних та дозволяють виявляти аномальну поведінку системи [1, 2].

Висновки. Розглянуто підходи інтелектуального аналізу даних вказуючи на найбільш релевантні підходи до сфери IoT. Цілком очевидно, що інтелектуальний аналіз даних зростає до великих темпів, щоб забезпечити розуміння і управління системами IoT у більш інтелектуальний та ефективний спосіб використання ресурсів і зниження витрат.

Література.

1. Amany M. Sarhan. (2023). Data Mining in Internet of Things Systems: A Literature Review. Journal of Engineering Research, vol. 6, no. 5, pp. 252-263.
2. Kong J., Yang C., Wang J., Wang X., Zuo M., Jin X., Lin S. (2021). Deep-Stacking Network Approach by Multisource Data Mining for Hazardous Risk Identification in IoT-Based Intelligent Food Management Systems. Computational Intelligence and Neuroscience, vol. 2021.

14. LIMS, як база знань для MES-систем, моделей Digital Twins. Проблематика та переваги

Шевченко Родіон

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дані автоматизованих лабораторій та систем LIMS мають великий невикористаний потенціал для використання їх, як додаткової бази знань для MES-систем та для моделей, на яких базуються цифрові двійники, створення та інтеграція таких систем створюють багато викликів, проте надають гнучкі переваги і мають потенціал для покращення якості, та зниження витрат

Матеріали та методи. Експертні оцінки, аналітика технологічних даних, лабораторних аналізів, досліді з введення систем збору лабораторних даних та дані ведених лабораторних журналів.

Результати та обговорення. До переваг таких LIMS можна віднести зменшення похибки, максимальне зниження впливу людського фактору, гнучкий інтерфейс, що дозволяє використовувати дані як додаткову базу знань для MES-систем та моделей, на основі яких створюються цифрові двійники. [1] Також варто зазначити, що при моделюванні Digital Twin, використання даних лабораторії для перехресного аналізу з архівами технологічного виробництва дозволяє краще визначати аномалії та викиди, відсіяти шуми і збільшити точність аналізу та навчання моделі, яка в свою чергу зможе за лабораторними даними, даними технологічних ділянок, бізнес-процесів зменшити кількість браку виробництва, покращити якість продукції, а також знайти оптимальні параметри витрат на одиницю продукції. За даними, зазначеними у [2] в середньому зараз виробництво це сукупність пропріетарних цілісних систем, які ефективні тільки в рамках своїх ділянок і не використовують увесь спектр доступних даних, лабораторні системи часто надають лише додатковий контроль, а не базу даних в системах підтримки прийняття рішень, моделях чи системах вищого рівня типу MES. Таким чином, розробка та інтеграція систем для подальшої зміни в сторону відкритої, мікросервісної архітектури даних виробництва дозволить значно покращити ефективність та точність управління виробництвом.

Висновки. Повна інтеграція LIMS до MES та мікросервісна архітектура дозволять отримати гнучку, просту і одночасно багатоцільову систему, а дані автоматизованих лабораторій покращують моделювання та точність навчання Digital Twin.

Література

1. Lei, Z. et al. (2021) "From virtual simulation to digital twins in online laboratories," in 2021 40th Chinese Control Conference (CCC). IEEE. doi: 10.23919/ccc52363.2021.9549592. [Електронний ресурс]
2. Neubert, S. et al. (2017) "Potential of laboratory execution systems (LESSs) to simplify the application of business process management systems (BPMSs) in laboratory automation," SLAS technology, 22(2), с. 206–216. doi: 10.1177/2211068216680331. [Електронний ресурс]

15. Геоінформаційні технології в роботі органів місцевого самоврядування

Андрій Єльсевич

Міжнародний класичний університет ім. Пилипа Орлика, м. Миколаїв, Україна

Вступ. Сучасні геоінформаційні системи (ГІС) являють собою потужну основу для здійснення інтелектуального управління діяльністю громад у галузі землевпорядкування чи користування, тому розглянемо їх докладніше у даній роботі.

Матеріали та методи. Прийняття стратегічних рішень із управління територіями є складним процесом через дефіцит наявних ресурсів, а також недостатність якісної інформації, на основі якої можна розробити зважений план дій.

Результати. Мета ГІС полягає в наданні актуальних даних органам влади для формування та ухвалення стратегічних управлінських рішень щодо відновлення та розвитку громад та регіонів. Система сприятиме оперативній оцінці соціально-економічної ситуації громаді, ідентифікації типових проблем та ефективності витрат публічних коштів на реалізацію місцевих і регіональних програм відновлення. ГІС також стане інструментом для ефективного управління впровадженням державної стратегії регіонального розвитку та стратегій регіонів та громад України.

На основі геопросторової інформації у формі багатoshарових мап система проводить аналіз та візуалізацію даних, що сприяє ефективному управлінню інвестиціями та регіональним розвитком на рівні громад, територій, окремих галузей та сфер діяльності. Наприклад, взаємодія з інтерактивними картами дозволяє визначити місцезнаходження об'єктів, що постраждали внаслідок збройної агресії, оцінити доступність освітніх та медичних послуг для окремих громад, вивчити динаміку змін у чисельності населення в конкретних громадах та регіонах, виявляти території що потребують інвентаризації та прийняття рішень щодо їх ефективного використання.

Розглянемо можливості геоінформаційної системи територіальної громади.

1. Візуалізація, оперативний доступ, адміністрування та актуалізація містобудівної документації, такої як генеральні плани, детальні плани території, топографічні плани, ортофотоплани, комплексні плани просторового розвитку території громади та цифрові тематичні карти.

2. Автоматизація ведення єдиного адресного реєстру, реєстрів містобудівних умов і обмежень, будівельних паспортів, тимчасових споруд, рекламних носіїв тощо.

3. Візуалізація повного та актуального земельного банку громади та достовірних параметрів земельних ділянок.

4. Автоматизація ведення земельного кадастру громади, враховуючи дані Державного земельного кадастру, Державного реєстру речових прав на нерухоме майно, Реєстру судових рішень та податкових реєстрів.

5. Аналіз земельного банку громади у сполученні з містобудівною документацією, такою як генеральні плани, схеми планування території громади, детальні плани території тощо.

6. Зручне ведення картографічної бази даних та інвентаризації інженерних комунікацій, таких як каналізаційні і теплові мережі, підземні водопроводи, газопроводи, повітряні лінії електропередач, кабелі зв'язку й силові кабелі, оглядові колодязі тощо, а також автоматизація ведення технічної документації.

Висновки. Таким чином, зважаючи на окреслені особливості ГІС, можна стверджувати, що функціональність, яку вони надають, може бути використана у якості технологічної основи для зведення систем інтелектуального управління землересурсами.

16. Автоматизована мікропроцесорна система дозування рідких продуктів

Леонтій Голубєв

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

Вступ. У сучасній харчовій промисловості точність та надійність дозування рідких продуктів відіграють ключову роль у виробничому процесі. Для забезпечення високої якості та ефективності виробництва виробники все частіше звертаються до використання мікропроцесорних систем дозування.

Матеріали та методи. Ці системи надають низку переваг та широкий спектр застосування, що робить їх невід'ємною частиною сучасного виробництва рідких продуктів. Для автоматизації дозування була використана мікропроцесорна система Arduino UNO. Завдяки використанню тензодатчиків та розроблених алгоритмів система дозування забезпечує високу гнучкість та надійність.

Результати та обговорення. До складу спроектованої мікропроцесорної системи дозування рідинних продуктів входять такі компоненти:

- Мікропроцесорна система Arduino UNO;
- Тензодатчик на 10 кг;
- Блок АЦП NX711;
- РК-дисплей LCD1602;
- Занурювальний водяний насос DC 12 В 4,2 Вт продуктивністю 240л/год;
- 2-канальний релейний модуль;
- Модуль розширювача інтерфейсу (I2C);
- Кнопковий блок керування та комутації.

Основним чутливим елементом системи є тензодатчик з блоком АЦП NX711. У системі використовується тензо-резистивний тензодатчик який є пружним елементом, на якому зафіксований тензорезистор. Під дією сили (вага вантажу) відбувається деформація пружного елемента разом із тензорезистором. За зміною опору тензорезистора можна обчислити ступінь деформації, яка буде пропорційна силі, що додається до конструкції.

Принцип вимірювання ваги за допомогою тензодатчиків заснований на врівноважуванні маси вантажу, що зважується, з пружною механічною силою тензодатчиків і подальшого перетворення цієї сили в електричний сигнал для подальшої обробки.

Алгоритм роботи системи складається з наступних кроків:

1. Скидання системи (Кнопка «Reset»);
2. Встановлення тари на ваги та облік ваги тари у вимірах (Кнопка «Zero»);
3. Встановлення значення дози рідини (Кнопка Dose);
4. Запуск насоса та подача рідини в тару (Pump). Подача рідини триває доти, поки вага рідини не буде дорівнює заданому в п.3.

До переваг розробленої системи слід віднести універсальність (можливість роботи з різними рідинами), а також, після невеликого доопрацювання, та з сипучими продуктами, а також невелику ціну.

Висновок. Таким чином застосування мікропроцесорних систем дозування дозволяє виробникам підвищити якість своєї продукції, покращити виробничі процеси та бути конкурентоспроможними на ринку.

17. Мікрокомп'ютерна система контролю якості продукції

Леонтій Голубєв, Михайло Ткач

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна

Вступ. Одним із основних завдань у сучасному виробництві є забезпечення високої якості продукції. Для цього необхідно проводити постійний моніторинг процесів виробництва та контроль якості готової продукції.

Матеріали та методи. Використання мікрокомп'ютера надає можливість автоматизувати цей процес, знижуючи ймовірність помилок та покращуючи ефективність контролю якості. Для організації якісного контролю за якістю продукції були використані мікрокомп'ютер Raspberry PI Zero, web-камера та бібліотека OpenCV.

Результати та обговорення. Одним із способів застосування computer vision у контролі якості є автоматичне виявлення дефектів на поверхні виробів. За допомогою спеціальних алгоритмів комп'ютер може аналізувати зображення виробів та виявляти такі дефекти, як подряпини, тріщини, плями, та інші ушкодження. Це дозволяє оперативно виявляти та усувати дефекти, покращуючи якість продукції та скорочуючи кількість браку.

Розроблена система виконує автоматичний контроль за технологічним процесом та контролює колір виготовлених виробів.

Апаратна частина мікрокомп'ютерної системи контролю якості виробів складається з таких компонентів: мікрокомп'ютер Raspberry PI Zero 2W, web-камера Logitech c160, монітор BENQ FP93G і сигнальний пристрій Piezoelectric Buzzer Alarm.

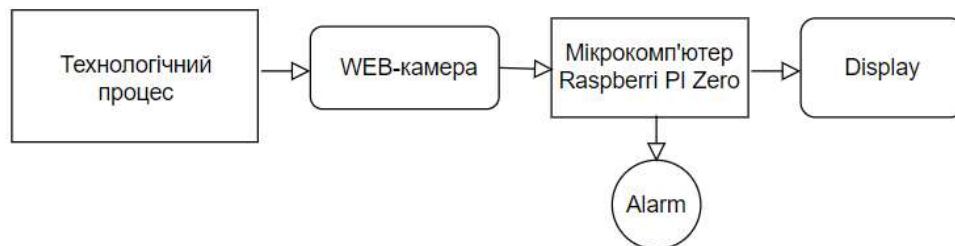


Рис. 1. Структурна схема системи

Програмна частина реалізована мовою C++ із використанням бібліотеки OpenCV під управлінням ОС Debian.

Алгоритм роботи мікрокомп'ютерної системи:

- Налаштування системи (налаштування колірного діапазону, що визначає дефекти виробу)
- Інформація з web-камери надходить до мікрокомп'ютера RaspberryPI Zero.
- Виконується перетворення і аналіз інформації, що надійшла.
- Якщо виявлено подряпини, тріщини, плями виробів система видає звуковий сигнал і на екрані виділяє деталь, колір якої відрізняється від зразка .
- Далі оператор повинен видалити дефектну деталь у бункер браку.

Висновок. Таким чином, застосування розробленої системи для контролю якості виробів дозволяє покращити якість продукції, підвищити ефективність виробництва та знизити витрати на контроль якості.

18. Удосконалення підсистеми технологічного моніторингу та контролю позаштатних ситуацій у хлібопекарському виробництві на основі використання High Performance HMI (HP HMI)

Володимир Поддукін, Ярослав Смітюх

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Покращення систем моніторингу в хлібопекарській промисловості набуває актуальності у контексті зростаючих вимог до безпеки та ефективності.

Матеріали і методи. Огляд сучасних практик управління та моніторингу в хлібопекарському виробництві з акцентом на потенціал інтеграції HP HMI для оптимізації реакції на позаштатні ситуації. Методологія базується на аналізі ефективності існуючих систем та прогнозуванні впливу впровадження HP HMI.

Результати. Пропонується ініціатива впровадження підсистеми High Performance Human-Machine Interface (HP HMI) з метою революціонізувати підходи до моніторингу та управління в хлібопекарському виробництві. Центральним елементом є вдосконалення інтерфейсу користувача, що забезпечує операторам змогу швидко ідентифікувати критичні зміни в процесах та ефективно реагувати на позаштатні ситуації без зайвих затримок. Основною інновацією є використання візуальних дашбордів, що демонструють ключові показники процесу в графічній формі, дозволяючи операторам з легкістю моніторити стан обладнання, якість продукції та інші важливі параметри виробництва в реальному часі. Введення прогнозних моделей та простих аналітичних алгоритмів дозволить не лише ідентифікувати існуючі відхилення в робочих процесах, але й прогнозувати можливі майбутні порушення, сприяючи таким чином попередженню потенційних аварійних ситуацій.

Застосування HP HMI виявило потенціал до:

- Значного зниження часу відгуку на непередбачені події, завдяки інтуїтивно зрозумілій візуалізації та спрощенню процесу прийняття рішень.
- Підвищення продуктивності обладнання та загальної ефективності виробництва завдяки оптимізації робочих процесів та скороченню часу простою.
- Покращенню якості продукції через забезпечення більш стабільного контролю за процесами випікання та обробки, мінімізуючи вірогідність виробництва бракованої продукції.

Очікувані результати вказують на високий потенціал HP HMI для підвищення рівня безпеки, надійності та ефективності в хлібопекарському виробництві, що робить цю ініціативу цінним вкладом у подальший розвиток галузі.

Висновки. Потенційне впровадження HP HMI у системи управління та моніторингу хлібопекарських виробництв обіцяє значне підвищення ефективності контролю за позаштатними ситуаціями.

19. Вдосконалення автоматизованої системи керування в рамках концепцій Індустрія 4.0

Віктор Сідлецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дослідження роботи технологічних ділянок для виявлення невідповідності в роботі та теоретично обґрунтувати необхідність модернізації системи керування випарною установкою в рамках концепцій індустрія 4.0

Методи досліджень. Модернізація існуючих автоматизованих систем керування з використанням алгоритмів машинного навчання, хмарних технологій, цифрового двійника, нейро-нечіткого регулювання, що дозволить прогнозувати, оптимізувати та підтримувати в заданих межах технологічні параметри.

Результати і обговорення. В процесі дослідження роботи технологічної ділянки були виявлені відхилення в роботі системи автоматизації рис 1.



Рис 1. Відхилення в роботі системи автоматизації досліджуваної ділянки
(— завдання, — значення технологічного параметру (рівень в апараті), — сигнал керування).

Рівень відповідає завданню, по графіки все добре, а в самому корпусі з часом поступово зменшується. Оператори переводять регулятор в ручний режим та закриваються крани з камери на корпус і зливається вміст буйкової камери – в каналу. В цей момент рівень на графіку опускається до нуля, далі при включенні камери до корпусу рівень на графіку починає набиратися до тих пір поки не порівняється з рівнем в корпусі. І, як наслідок – він врівноважується на графіку тренду в меншому значенні ніж був. Вся операція займає декілька хвилин, рівень мав залишитися той самий, але фактично він меншає. Далі регулятор переводять в автоматичний режим і він маючи розбіжність між завданням і виміряним значенням доводить рівень в корпусі до завдання. При досягненні рівня по завданню була проведена перевірка рівень в корпусі (через оглядове скло) і виявлено, що покази відповідали одне одному, покази системи керування і покази в оглядовому склі.

Висновок. В досліджувану технологічну ділянку запропоновано додати пристрої технічних засобів автоматизації для аналізу якісних та кількісних показників роботи апарату. За отриманими даними шляхом використання алгоритмів машинного навчання, розробити цифрового двійника апарату (апаратів) і використати методику порівняння показників технологічних параметрів цифрового двійника та реального технологічного об'єкту формувати керуючі дії.

20. Автоматизована система керування паровими котлами з підсистемою управління енергоефективністю

Павло Ющук, Віктор Сідлецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведено дослідження задачі енергоефективності парового котлів

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень став котел Е-50-1,4-250ГМ.

Результати і обговорення. Окремі елементи котельних агрегатів змінюють свої динамічні характеристики залежно від навантаження та інших факторів. Синтез придатних до використання систем керування ускладнюються суттєвим транспортним запізненням, характерним для контурів керування теплоенергетичними процесами. Таким чином, для забезпечення потрібної якості керування параметри регулятора треба змінювати значну кількість разів.

У котельнях, як правило, застосовуються регулюючі прилади й інші елементи САР, параметри яких встановлюються при налагодженні й після цього залишаються незмінними. Такі регулятори відносно до об'єктів зі змінними динамічними характеристиками в основному не можуть забезпечити якісного регулювання, а іноді навіть стійкого процесу.

Системи регулювання повинні визначати остаточні параметри налаштувань регуляторів при вводі об'єкта в експлуатацію, після його модифікації чи значної зміни характеристик. Фактично, автоматизовані адаптивні системи керування використовуються повсякчас, просто функції модулів адаптації виконує досвідчений оператор.

Ще однією описаною проблемою є недостатньо ефективне спалювання палива. Підвищення ефективності спалювання газового і рідкого палива, зменшення викидів шкідливих речовин досить актуальні в паливо-споживаючих системах, де спалювання великих кількостей палива відбувається з недостатньою повнотою і відносно низьким ККД. Для їх вирішення необхідне одночасне рішення часто взаємовиключних завдань: підвищення економічності спалювання, зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Можна розділити на п'ять основних напрямків:

- Автоматизація роботи котла;
- Технологічні заходи;
- Конструктивні заходи;
- Очищення продуктів згоряння;
- Утилізація теплоти відхідних газів;

У теплогенераторі, найчастіше, найбільша частина теплових втрат відбувається з вихідними топковими газами які можна знизити за рахунок:

- зниження обсягу димових топкових газів, шляхом підтримання необхідного коефіцієнта надлишку повітря в топці і зменшення всмоктування повітря;
- зниження температури вихідних топкових газів, для чого застосовують хвостові поверхні нагріву: водяний економайзер, повітропідігрівач, контактний теплообмінник.

Висновок. Розробка систем, що можуть самостійно або під наглядом оператора підлаштовуватися під зміни об'єкта керування, є актуальною науковою та практичною задачею. Збереження високої якості керування контурами та елементами устаткування сприятиме економії ресурсів та енергоносіїв, підвищенню строку служби обладнання, позитивно відобразиться на загальній роботі підконтрольних технологічних процесів та інженерних систем.

21. Використання прогностного керування в системах автоматичного регулювання мікроклімату

Ілля Величко, Віктор Сідлецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Прогностне керування за моделлю (MPC) — це розширений метод керування, у якому керуюча дія отримується за кожну вибірку часу з розв'язання задачі оптимізації, коли модель прогнозування використовується для прогнозування еволюції системи на кінцевому горизонті прогнозування. Метою використання MPC є зменшення дії невизначених збурень на систему.

Методи досліджень. Як об'єкт для дослідження взято математичну модель припливно-витяжну установку з камерою змішання. Визначення моделі установки нейронної мережі є початковим кроком у прогностному управлінні моделлю. Далі модель заводу використовується контролером для прогнозування майбутньої продуктивності. Поточний стан установки контролер MPC отримує або оцінює на кожному кроці часу. В подальшому розраховується послідовність керуючих дій, яка мінімізує витрати на горизонті шляхом вирішення проблеми обмеженої оптимізації, яка спирається на внутрішню модель підприємства та залежить від поточного стану системи.

Результати і обговорення. Для дослідження ефективності роботи MPC в умовах невизначеного збурення на систему подавався ступінчастий сигнал. В результаті дослідження отримано графік перехідних процесів (рис.1) системи з MPC (червоний колір) та без (синій колір).

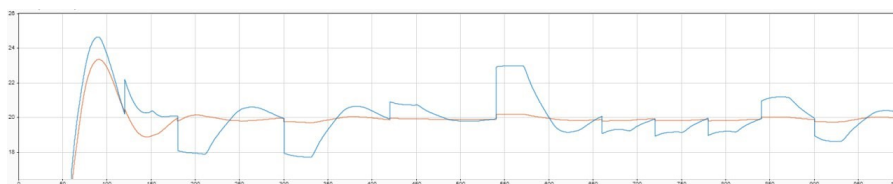


Рис. 1. Порівняння перехідних процесів керування мікрокліматом

При аналізі характеристик якості перехідного процесу було виявлено, при використанні MPC динамічна похибка зменшується, у конкретному випадку з 4.8 до 3.2, ступінь затухання змінюється з 0.58 на 0.94, та час регулювання становить 370 секунд.

Висновок. Результати дослідження показали, що використання прогностного методу керування в системах автоматичного регулювання мікроклімату є ефективним але використання методу не в повній мірі запобігає впливу невизначеного збурення на систему, а лише зменшує його.

Література

1. Pablo Krupa, Ignacio Alvarado, Daniel Limon, Teodoro Alamo (2022), Implementation of Model Predictive Control for Tracking in Embedded Systems Using a Sparse Extended ADMM Algorithm, *IEEE Transactions on Control Systems Technology*. 30(4), pp. 1798 – 1805
2. Pablo Krupa, Daniel Limon, Teodoro Alamo (2021), Implementation of Model Predictive Control in Programmable Logic Controllers, *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 29(3), pp 1117 – 1130.

19.2.

Information technology

Chairperson – professor Serhii Hrybkov

Secretary – associate professor Mykola Kostikov

19.2.

Інформаційні технології

Голова – проф. Сергій Грибков

Секретар – доц. Микола Костіков

1. Automated Control of an Evaporation Plant Based on Neural Network Controllers

Mykhailo Hrama

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Evaporation plants are designed to concentrate the diffusion juice to reach the specified dry matter level at the set capacity of the sugar plant. In addition, the evaporation plant ensures heat exchange in the technical devices of the sugar plant and supplies condensate to power the boilers, while the plant itself uses ammonia water for technological needs. A five-hull evaporator is used to evaporate the juice, which allows for consistent and repeated use of the steam supplied to the first hull [1].

Materials and methods. The analysis of existing evaporation plant automation systems indicates that the achievement of the specified evaporation capacity of the evaporation plant depends on the useful temperature difference between the heating and juice vapour in different buildings. This temperature difference is achieved by stabilising the heat difference in the evaporation unit itself, in which the juice evaporates from the first building to the fifth (concentrator). As this heat difference between the first and fifth buildings increases, the evaporation process becomes more intensive and economical. There are several methods of regulating the levels in the circulation vessels of an evaporator. The simplest are inlet level control with outlet locking and outlet level control with inlet locking. However, this can lead to uneven juice flow. Therefore, systems have been developed to gradually regulate the leakage and flow of juice into the machines [2].

Results. The plants consist of several vessels in which the evaporation process takes place in sequence. The solution is heated by primary steam in the first vessel, after which the secondary steam from the first vessel is fed to the second vessel. The evaporation unit is operated in an optimal mode thanks to automatic control of the evaporation process. To achieve high quality control, a neural network control system for the evaporation plant was developed using fuzzy logic [3].

Conclusions. Most modern evaporation automation systems mainly rely on traditional control methods, such as P-regulators, to control the juice level in the enclosures. However, these methods have their drawbacks, such as static error, oscillation amplitude, and response time. This study proposes the use of neural network controllers to help reduce the risk of these drawbacks. Many problems that have been investigated in other modern studies regarding intelligent control in the evaporation process remain unresolved. In addition, there is no analysis comparing the use of neural network controllers with traditional methods. Nor has the possibility of combining different types of intelligent controllers been investigated, if necessary. In addition, the possibility of predicting the operation of smart regulators has not been sufficiently considered.

References

1. Hrama M., Sidletskyi V., Elperin I. (2019) Comparison between PID and fuzzy regulator for control evaporator plants, *2019 IEEE 39th International Conference on electronics and nanotechnology (ELNANO)*, conf. proc., pp. 54–59.
2. Polupan V., Sidletskyi V. (2018) Genetic algorithm usage for optimization of saturator operation, *Ukrainian Food Journal*, vol. 7, is. 4, pp. 754–762.
3. Korobiichuk I., Sidletskyi V., Ladaniuk A., Elperin I., Hrama M. (2019) Use of methods of tensor analysis in the evaporator plant operating system, *Mechanotronics 2019*, conf. proc., pp. 502–512.

2. Інструменти Large Language Models в інформаційних системах підтримки клієнтів бізнесу

Ілля Бедько, Владислав Дяченко, Валерій Гавриленко

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. У цифрову епоху обсяги даних при взаємодії бізнесів із клієнтами стрімко зростають. Це дає безпрецедентні можливості для вдосконалення обслуговування клієнтів за допомогою технологій великих мовленнєвих моделей (LLM). У роботі досліджено, як інтеграція LLM здатна змінити підходи до обслуговування клієнтів, зробити взаємодію з ними оптимальною та покращити задоволення та лояльність клієнтів.

Матеріали і методи. Було проведено аналіз нових публікацій, статей та наукових робіт. Методи включали синтез та узагальнення інформації, а також порівняльний аналіз.

Результати. Впровадження LLM дозволило значною мірою покращити різні аспекти обслуговування клієнтів.

1. Аналіз настроїв не лише спростив процес ідентифікації настроїв клієнтів, але й забезпечив компаніям можливість детального аналізу переваг та недоліків їх продуктів та послуг використовуючи неструктуровані дані, що були отримані з відгуків, електронних листів та соціальних мереж. Це, своєю чергою, дає можливість покращувати продукт, послуги, а також розробляти більш персоналізовані маркетингові стратегії.

2. Автоматизація відповідей дозволяє здійснити глибокий контент-аналіз звернень клієнтів, що значно покращує можливості автоматизованої взаємодії та підтримки. Це сприяє не тільки швидкому вирішенню стандартних запитів, але й забезпечує ефективніше виявлення та реагування на складні випадки, що вимагають індивідуального підходу. Завдяки цьому компанії можуть не лише підвищити задоволеність і лояльність своїх клієнтів, але й оптимізувати внутрішні ресурси та процеси, що в кінцевому підсумку веде до зростання ефективності бізнесу та його прибутковості.

3. Аналіз контексту дає змогу автоматично направляти запити користувачів до відповідних відділів або ресурсів. Це допомагає покращити розподіл робочого навантаження та прискорює розв'язання проблем.

4. Впровадження LLM у CRM системи також сприяє кращій сегментації клієнтів, що дозволяє створювати більш точні й ефективні комунікаційні кампанії.

Можна очікувати, що майбутній розвиток LLM охоплюватиме глибшу інтеграцію з іншими інтелектуальними системами, що дозволить автоматизувати не лише відповіді на запити, а й цілісне управління взаємовідносинами з клієнтами.

Великі мовні моделі LLM постійно відкривають нові можливості у сфері обслуговування клієнтів, і можуть забезпечити цим значні переваги для бізнесу. Застосовуючи ці технології, бізнес має змогу не тільки оптимізувати наявні процеси взаємодії з клієнтами, але й сформувати нові підходи до розуміння клієнтів та задоволення їхніх потреб.

Висновки. Отримані результати підкреслюють, що інтеграція LLM може суттєво покращити досвід клієнтів, підвищити їх лояльність та, як наслідок, збільшити доходи компаній. Водночас для досягнення максимального потенціалу LLM необхідно постійно аналізувати ефективність використаних моделей та методів, а також адаптувати їх до умов ринку, що постійно змінюються, та до потреб клієнтів.

3. Міжнародні стандарти у сфері інформаційно-комунікаційних засобів навчання

Владислав Божко, Інна Юшук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Широке впровадження ІТ у різні сфери суспільства та збільшення кількості розробників програмних засобів зумовили необхідність стандартизації цієї діяльності. У сфері освіти проблеми стандартизованого використання інформаційних технологій є об'єктом обговорень як на національному, так і міжнародному рівнях.

Матеріали і методи. Досліджувались проблеми впровадження інформаційно-комунікаційних засобів навчального призначення в освітній процес та їх стандартизація.

Результати. У сфері розроблення стандартів для інформаційно-комунікаційних засобів навчального призначення важливою є співпраця ISO з міжнародними організаціями й комітетами. Такі стандарти повинні відображати узгодження вимог виробників і споживачів за різними параметрами такими як: розробка і розвиток систем інформаційних технологій та засобів їх розробки; результативність і якість продуктів і систем інформаційних технологій; безпека систем інформаційних технологій та інформації; портативність прикладного програмного забезпечення; уніфікація інструментів і засобів розробки; гармонізація словника інформаційних технологій; ергономічність дизайну користувацьких інтерфейсів тощо.

Основні стандарти в галузі інформаційних технологій навчання, освіти та професійної підготовки: ISO/IEC 19796:2005 Інформаційні технології. Навчання, освіта та професійна підготовка. Управління, забезпечення якості та метрика; ISO/IEC TR 24725-3:2010 Інформаційні технології для навчання, освіти та професійної підготовки. Технології підтримки та специфічна інтеграція; ISO/IEC TR 24763:2011 Інформаційні технології. Навчання, освіта та професійна підготовка. Концептуальна рекомендаційна модель для інформації про компетенції та подібні об'єкти.

Стандарт ISO/IEC TR 24763:2011 пропонує концептуальну рекомендаційну модель, яка складається з категорій елементів, атрибутів та взаємозв'язків між ними. Її використання можливе для визначення відношень між поняттями у сфері інформаційних технологій навчання, освіти та професійної підготовки, таких як компетентність, знання, навички, здібності, кваліфікація, продуктивність, дидактичні цілі тощо. Стандарт зосереджений на інформації про учасників освітнього процесу, взаємопов'язаних елементів цього процесу та відповідних відносин між ними в межах систем інформаційних технологій, що використовується для управління, розвитку, опису, передачі чи оцінювання інформації про компетентність або інші пов'язані з нею об'єкти.

Висновки. На жаль, наведені стандарти досі не отримали вітчизняних аналогів, що значно уповільнює процеси стандартизації національних розробок в галузі інформаційно комунікаційних засобів навчального призначення. Усвідомлення того факту, що розробка відповідних стандартів сприятиме створенню нових ринків навчальних матеріалів, зменшенню вартості розробки, збільшенню потенційного повернення інвестицій, зближенню зі світовими ринками освітніх послуг допоможе звести освіту України на якісно новий рівень.

Література

1. ISO (1999) *Information technology for learning, education and training*. [online]. URL : <https://www.iso.org/committee/45392.html>.

4. Збільшення ефективності та надійності програмного забезпечення шляхом застосування методів тестування на основі формальних специфікацій: сучасні підходи та перспективи

Олександр Бойко, Олена Андріюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Застосування методів тестування на основі формальних специфікацій визначається як один із ключових підходів до забезпечення високої якості програмних продуктів.

Матеріали і методи. Були використані експериментальні та аналітичні підходи.

Експериментальні методи включають проведення тестових сценаріїв на різних етапах розробки програмного забезпечення для оцінки ефективності методів тестування на основі формальних специфікацій.

Аналітичні методи: моделювання станів (State-based Testing), метод формальної верифікації (Formal Verification) і метод генерації властивостей (Property-based Testing).

Результати. Під час дослідження було проведено аналіз ефективності методів тестування на основі формальних специфікацій у порівнянні з традиційними підходами.

Проведений експеримент показав, що використання методів тестування на основі формальних специфікацій дозволяє виявляти більшу кількість помилок у програмному забезпеченні, порівняно з традиційними методами. Частота виявлених помилок за допомогою цих методів була відзначена як значно вища у порівнянні з результатами традиційного тестування. Деякі типи помилок, такі як помилки у логіці програми та невідповідність вимогам, були знайдені ефективніше за допомогою методів тестування на основі формальних специфікацій.

Обговорення результатів вказує на переваги цих методів у забезпеченні вищої якості та надійності програмного забезпечення. Однак виявлено, що використання цих методів може вимагати більшої кількості часу та ресурсів на розробку формальних специфікацій та тестових випадків.

Додаткове обговорення зосереджено на можливостях оптимізації процесу розробки та впровадження методів тестування на основі формальних специфікацій. Узагальнюючи результати дослідження варто підкреслити важливість і потенціал цих методів у покращенні якості та надійності програмного забезпечення.

Висновки. Впровадження методів тестування на основі формальних специфікацій може значно підвищити якість та надійність програмного забезпечення. Дане дослідження підтверджує перспективи використання таких методів у сучасній розробці програмного забезпечення.

Література

1. Nissanke N., Fischer L. (1999) *Formal Specification: Techniques and Applications*, Springer Science & Business Media, 315 p.
2. Gopalaswamy R., Desikan S. (2008) *Software Testing: Principles and Practice*, Pearson Education Canada, 480 p.
3. Myers G. J., Sandler C., Badgett T. (2011) *The Art of Software Testing*, 3rd ed., Wiley, 256 p.
4. Martin R. C. (2008) *Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship*, Pearson, 1214 p.

5. Мобільний додаток для оцінювання та аналізу фільмів із використанням технологій та бібліотеки для роботи з базою даних

Дмитрій Вдовенко, Катерина Чорнобай, Ольга Сєдих
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні технології та інноваційні підходи у сфері розроблення мобільних додатків відіграють ключову роль у поліпшенні нашого повсякденного життя та надають широкий спектр можливостей для зручності та розвитку.

Матеріали і методи. При розробленні додатка використано фреймворк UIKit для стильного та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу. Дані про фільми отримуються за допомогою бібліотеки Alamofire, що забезпечує зв'язок з сервером. Зберігання та управління локальною базою даних здійснюється за допомогою бібліотеки Realm, реалізація інтерфейсу користувача та функціонал здійснюється за допомогою засобів Xcode з використанням об'єктно-орієнтованої мови програмування Swift.

Результати. Мобільний додаток для оцінювання та аналізу фільмів, розроблений з використанням передових технологій та бібліотеки для роботи з базою даних, виявив високу ефективність та зручність у використанні. Було встановлено, що швидкість завантаження даних про фільми з сервера складає менш ніж 2 секунди, що відповідає стандартам продуктивності.

У додатку реалізовується можливість виконання наступних функцій:

- перегляд інформації про фільми, назва, рейтинг, жанр, опис, список акторів, фото-відео матеріал, відгуки користувачів щодо даного фільму;
- пошук фільмів за двома параметрами: назва та жанр;
- додавання обраних фільмів до списку для подальшого перегляду;
- створення та авторизація облікового запису;
- можливість написання коментарів та оцінювання фільмів;
- поширення даних про фільм іншим користувачам;
- можливість комунікації з адміністратором для розв'язання певних питань щодо користування додатком;
- здатність змінювання даних користувача, таких як ім'я користувача, пароль та картинка користувача.

Інтерфейс додатка є інтуїтивно зрозумілим та естетично приємним. Даний мобільний додаток зручний в управлінні, містить повідомлення та адміністратора, який підкаже у разі виявлення певних труднощів під час користування додатком.

Зручність та ефективність додатка допомагають підвищити його конкурентоздатність на ринку мобільних додатків для аналізу фільмів. Ураховуючи позитивний досвід користувачів і високу якість функцій, цей додаток може стати привабливим вибором для широкого кола аудиторії, що сприятиме його успішному позиціюванню на ринку.

Висновки. Інтеграція передових технологій та бібліотеки для роботи з базою даних значно підвищила ефективність додатка. Рекомендації полягають в продовженні розвитку та вдосконаленню функцій, спрямованих на поліпшення користувацького досвіду.

Література

1. Apple Developer (2024) *Develop apps for iOS* [online]. URL : <https://developer.apple.com/tutorials/app-dev-training/>

6. Прогнозування на основі мультиплікативного методу

Владислав Вознюк

Державний університет інфраструктури та технологій, Київ, Україна

Володимир Овчарук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У прогнозуванні, як відомо, найпоширенішими методами є екстраполяційні та адаптивні методи. Серед чинників, що визначають регулярні коливання ряду, розрізняють так: сезонні, що відповідають коливанням, які мають періодичний або близький до нього характер; циклічні (кон'юнктурні) коливання схожі на сезонні, але виявляються на триваліших інтервалах часу. Циклічні коливання пояснюються дією циклів, які охоплюють значно більші періоди часу. Такі цикли можуть бути демографічної, економічної природи та інші.

Матеріали і методи. В роботі розраховуються прогнози значення вихідними даними є зібрані дані (обсяги реалізації) за певний період часу, припустимо, що дані збиралися щотижня. У деяких часових рядах значення сезонної компоненти не є константою, а являє собою певну частку трендового значення. До таких даних застосовують модель з мультиплікативною компонентою: $A = T * S * E$.

Результати. Для того аби створити лінію тренду потрібно порахувати лінійну регресію з наших даних. Множиною аргументів вважатимемо перший стовпчик таблиці, а множиною значень — десезоналізовані значення продажів:

Обсяг реалізації (А) за середнім темпом	Ковзна середня	Центрована ковзна середня (Т)	Коефіцієнт сезонності (А/Т = S*E)	Десезоналізація продажів (А/С = Т*Е)
60,00				46,15384615
63,00	61,72			91,30434783
63,89	62,72	62,22	1,02667633	80,86963621
60,00	63,20	62,96	0,952995261	49,18032787
64,00	63,23	63,21	1,012479608	49,23076923
64,90	64,98	64,10	1,012493225	94,05955387
64,00	64,48	64,73	0,988794593	81,01265823
67,00	64,50	64,49	1,038958839	54,91803279
62,00	64,75	64,63	0,959381044	47,69230769
65,00	65,00	64,88	1,001926782	94,20289855
65,00	67,25	66,13	0,982986767	82,27848101
68,00	68,75	68,00	1	55,73770492
71,00	69,75	69,25	1,025270758	54,61538462
71,00	71,25	70,50	1,007092199	102,8985507
69,00				87,34177215
74,00				60,6557377

Рис. 1. Еволюція підходів до технічного обслуговування з часом

Наступним кроком розраховуються значення тренду. Рівняння лінійної регресії матиме вигляд $y = bx + a$, $b = (\sum xy - \sum x \sum y) / (\sum x^2 - (\sum x)^2)$, $\sum x = \sum (x - x')$, $\sum (y - y')$. В такому випадку матимемо, що $\sum(x) \approx 0$ та $\sum(y) \approx 0$, тоді коефіцієнт b можна знайти наступним чином: $b = \sum xy / \sum x^2$, $a = y' - bx'$.

Висновки. Отримане наступне рівняння лінійної регресії (тренду): $T = 0,7x + 64,8$. За цим рівнянням розраховується аналітичне значення тренду. Маючи рівняння та підставляючи відповідні періоди, розраховуємо прогнозні значення.

7. Автоматизація процесу перероблення нативної зернової барди з використанням баромембранних технологій

Василь Іванчук, Тарас Сеник

ТОВ «ОРГАНІКА», Чортків, Україна

Олена Харкянен, Даніл Булій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нативна зернова барда є відходом спиртового виробництва та одним із основних органічних забруднювачів. Її перероблення є актуальною задачею, яка може бути розв'язана впровадженням систем автоматизованого управління [1].

Матеріали і методи. Дослідження виконані у виробничих умовах з використанням програмного забезпечення для програмування ПЛК Siemens TIA Portal V17 і SCADA-системи SIControl та комплексом контрольно-вимірювальних приладів таких виробників як: Siemens, Krohne, ABB, Danfoss, Rittal, Aplisens та ін.

Результати. Скидання нативної зернової барди у водойми або ґрунтові поля фільтрації набуває характеру екологічної катастрофи в ряді регіонів України. Метою роботи було дослідження та розробка автоматичної системи керування (АСК) процесом перероблення нативної зернової барди з використанням баромембранних технологій. Для розв'язання завдання автоматизації процесу перероблення нативної зернової барди дослідження виконувалися в декілька етапів: побудована структурна схема АСК (рис. 1); проведено вибір і обґрунтування контрольованих, регульованих параметрів і керівних впливів; розроблені алгоритми управління АСК; проведено вибір і обґрунтування технічних засобів автоматизації; розроблені системи візуалізації та управління АСК (рис. 1); проведені пусконаладжувальні роботи.

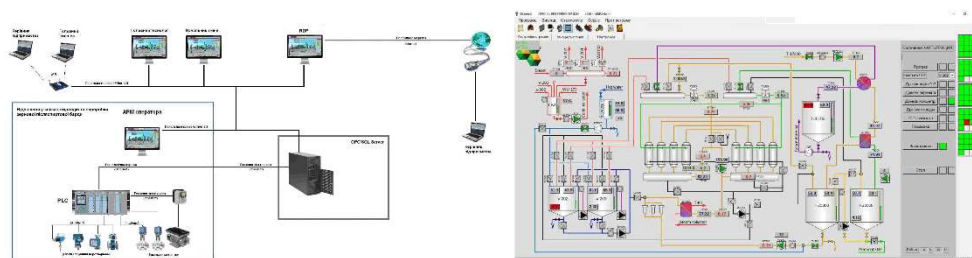


Рис. 1. Структурна схема АСК, система візуалізації та управління АСК

Проведені дослідження і розроблена АСК процесом перероблення нативної зернової барди з використанням баромембранних технологій дозволи визначити взаємозв'язок між основними технологічними параметрами, визначити перелік контрольованих, регульованих параметрів та керівних дій, сформулювати вимоги до автоматичної системи управління технологічними процесами.

Висновки. Впровадження АСК дозволило забезпечити безвідходний цикл спиртового виробництва, отримати високобілковий кормовий продукт DDGS вологістю 10–12% і вмістом протеїну 30–35% та мінімізувати людський фактор.

Література

1. Булій Ю. В., Мукоїд Р. М., Ольшевський І. М., Михайлов І. М., Іванчук В. Г., Іванчук В. В. (2022) Інноваційна технологія комплексної переробки зернової післяспиртової барди, *Харчова промисловість*, с. 85–92.

8. Кластеризація клієнтської бази телекомунікаційної компанії на основі самоорганізаційних карт Кохонена

Олександр Іващенко, Микита Зайцев, Сергій Федін

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Технологія самоорганізаційних карт Кохонена (SOM) дозволяє автоматично групувати клієнтів телекомунікаційної компанії на основі подібності їх характеристик, що сприяє створенню більш точних та репрезентативних сегментів.

Матеріали і методи. У результаті проведеного дослідження розроблено інтелектуальний нейрокласифікатор, який використовує алгоритм Кохонена, що використовує принцип топологічної організації нейронів у вигляді двовимірної сітки.

Результати. Кластеризація клієнтської бази за допомогою SOM дозволила автоматично групувати клієнтів на основі схожості їх характеристик, створюючи різні сегменти залежно від їхніх потреб та споживчих звичок.

Із застосуванням створеного додатка було виконано сегментацію клієнтської бази телекомунікаційної компанії та проведено оцінювання отриманих результатів. На рисунку 1 показано фрагмент результатів кластеризації, обираючи певні секції на кластерах, можливо переглянути середні значення по всіх вхідних параметрах, це дозволяє виявити певні групи клієнтів за схожими ознаками.

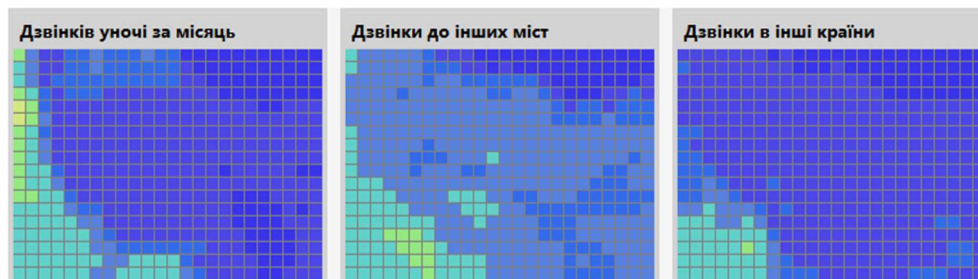


Рис. 1. Фрагмент результатів кластеризації клієнтської бази

У результаті дослідження сегментовано потреби клієнтів кожної з виділених груп щодо використання послуг телекомунікаційних компаній.

Особливу увагу звертаємо на клієнтів старшого віку, які знаходяться праворуч зверху на карті. Аналіз показує, що ця група, ймовірно, пенсіонери, мало користується мобільним зв'язком: низькі витрати, мало СМС та дзвінків.

Люди середнього віку схожі на попередню групу, але вони частіше дзвонять увечері.

На всіх кластерах дуже вирізняється група, яка знаходиться знизу ліворуч — VIP-клієнти: бізнесмени, керівники, топ-менеджери. Вони активно розмовляють телефоном удень та ввечері, але майже не використовують SMS.

Абоненти молодого віку активно розмовляють увечері та вночі, надсилають багато SMS і відповідно витрачають більше на зв'язок.

У підсумку було виділено 4 групи: «Пенсіонери», «Зрілий та пенсійний вік», «VIP-клієнти», «Активна молодь».

Висновки. Застосування нейромереж у телекомунікаційній галузі виявляється дуже перспективним напрямом. Результати роботи свідчать про ефективність такого підходу і можливість використання його в інших сферах бізнесу.

9. Вплив систем доповненої реальності на безпеку цивільної та військової авіації на основі системи HUD

Роман Карманов, Тимофій Турцевич, Наталія Зубрецька

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Технологія проєкційного дисплея (Head-UP Display, HUD) дозволяє відображати дані на прозорому дисплеї, позбавляючи пілота необхідності відводити погляд та змінювати кут нахилу голови в бік приладової панелі.

Матеріали і методи. Досліджувалися матеріали, статті та інші наукові праці за останні роки. Було зібрано низку статистичних даних з відкритих джерел авіакомпаній та авіабудівних підприємств. Застосовані методи аналізу даних, синтезу та узагальнення.

Результати. Будь-який цикл польоту цивільної або військової авіації є комплексним та багатоетапним процесом. Успішність кожного з етапів впливає не лише на можливість переходу до наступного, а й на загальну безпеку польоту.

Окрім цього, авіатранспорт завжди знаходиться під впливом низки факторів людського, стихійного, фізичного та механічного характеру. На рисунку 1 відображено статистичну вибірку сценаріїв застосування системи HUD, розбиту на найбільш типові категорії.

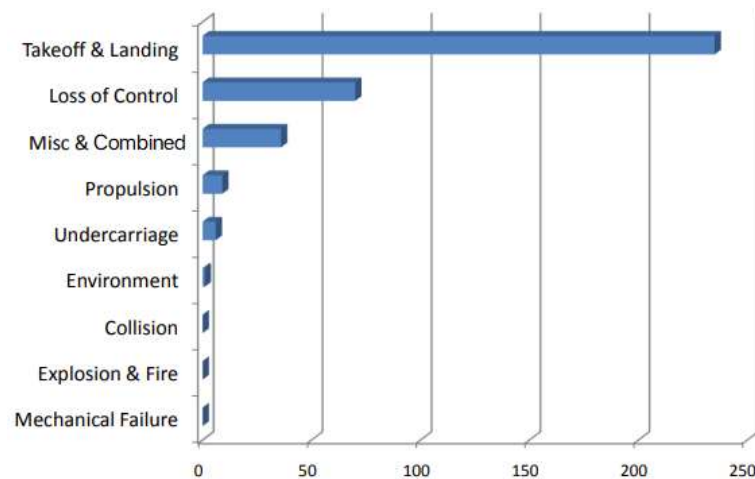


Рис. 1. Категорії сценаріїв застосування HUD

У результаті дослідження виявлено, що система демонструє найвищу ефективність у розв'язанні проблем зльоту та посадки, втраті керування та інерції. Також варто зазначити адаптивність і ефективність моделі у розв'язанні нетипових задач.

Більшість зазначених категорій містять людський або фізичний фактор, проте навіть мінімальна кількість розв'язаних проблем механічного та стихійного характеру доводить потенційну ефективність впливу систем доповненої реальності на безпеку авіатранспорту при подальшому розвитку галузі.

Висновки. Системи доповненої реальності, на прикладі HUD, показують суттєві результати навіть на стадіях прототипів. Ці технології є логічним продовженням розвитку пілотських інтерфейсів і передбачають популяризацію в авіабудуванні.

10. Порівняння можливостей Instagram API та Telegram API для збирання даних із відкритих джерел

Микола Костіков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У наш час одним із актуальних завдань є збір і аналіз текстових даних із відкритих веб-джерел, зокрема соцмереж, месенджерів. Використання офіційних API дає змогу отримати доступ до публічної інформації та забезпечує зручність роботи з даними при розробленні програмних засобів сучасними мовами програмування.

Матеріали і методи. Досліджено можливості роботи з даними Instagram API та Telegram API, використано мову Python і відповідні бібліотеки (Telethon і Instaloader).

Результати. Нині багато текстів, зокрема новин і публіцистики, оприлюднюється на сторінках офіційних установ, ЗМІ та блогерів у Instagram, а також у Telegram-каналах. Збирання та аналіз такої інформації може бути корисним для різних цілей. Останнім часом проводяться дослідження зокрема для ідентифікації авторства токсичних текстів [1] і автоматичного визначення мови ворожнечі [2]. Збір текстів із таких ресурсів є важливим також для розвідки на основі відкритих джерел (OSINT).

API для Telegram надає широкі можливості для роботи з даними, а реєстрація та використання є простими та зручними [3]. Порівняємо ці можливості з Instagram.

Дещо є доступним без API і навіть без облікового запису, завдяки чому певний обсяг інформації можна витягнути веб-скрапінгом чи вручну. В Telegram це публічні канали. При відкритті у браузері є опція попереднього перегляду. Можна прочитати опис каналу та всі публікації. В Instagram можна проглянути в браузері опис сторінки та основні фото близько 30 останніх постів, після чого пропонується зайти в систему. Текстові підписи до публікацій без реєстрації доступні за прямим лінком на пост.

Використання API, зокрема через бібліотеки для Python, для Telegram вимагає не лише власного акаунту, а й реєстрації для розробників, натомість для Instagram — не обов'язково. Бібліотека Instaloader дає змогу анонімно зчитувати інформацію про відкриті профілі, мати доступ до постів і навіть завантажувати їхні тексти та медіа.

В обох системах авторизація необхідна для роботи з власними даними та доступу до закритих профілів. Однак навіть після авторизації Instagram API через деякий час блокує доступ до збору інформації та акаунту, якщо вважає кількість чи обсяг запитів занадто великими. При цьому допустимі межі запитів ніде не опубліковані, що є недоліком.

Висновки. Доступ до Instagram API може бути простішим для невеликих обсягів відкритих даних, однак Telegram API дає значно більші можливості збирання текстів.

Література

1. Дарчук Н., Зубань О., Костіков М. та ін. (2023) Вербальна ідентифікація українськомовних токсичних текстів, *Матер. міжнар. наук. конф. «Мова як світ світів. Граматика і поетика текстових структур»*, 9–10 листоп. 2023 р, Київ.
2. Дьогтяр К. В., Костіков М. П. (2023) Проєктування програмного засобу для автоматичного визначення мови ворожнечі, *Матер. 89 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, 3–7 квіт. 2023 р., ч. 2, с. 314.
3. Костіков М. П. (2022) Використання Telegram API для збору та опрацювання текстової інформації, *Матер. 88 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студ. «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»*, квітень-травень 2022 р., К.: НУХТ, с. 296.

11. Децентралізація ресторанних сервісів засобами Near Protocol

Володимир Толубко, Валерій Яланецький

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

Вступ. Пропонується концепція децентралізації роботи широкого набору ресторанних сервісів, зокрема логістичні процеси постачання сировини та напівфабрикатів, рецептурні й виробничі процеси, а також відгуки споживачів.

Матеріали і методи. Ера світової цифровізації соціально-значущих процесів та сервісів перебуває в стані бурхливого розвитку. Локальні централізовані веб-сайти, десктоп-рішення та мобільні застосунки мають суттєве вразливе місце щодо їх безперервної й безпечної роботи. В свою чергу вибір децентралізованих підходів та інструментів однозначно вирішує питання надійності та безпеки, завдяки застосуванню технологій блокчейн та розробки децентралізованих додатків.

Результати. Ресторанний бізнес – це складний соціально-технологічний процес. Традиційно бізнес-процеси ресторану розгортаються засобами централізованих цифрових сервісів, що охоплюють логістичні та фінансово-звітні процеси. Здебільшого централізовані сервіси не взаємодіють між собою, що ускладнює кореляцію актуальних бізнес даних та утруднює формування планової податкової звітності. Всі головні бізнес-процеси ресторану можна розгорнути на децентралізованій блокчейн-платформі [1], тим самим забезпечити високу ступінь автоматизації роботи сервісів ресторану. В сучасному світі клієнти-споживачі, що контактують з виробниками ресторанної продукції та постачальниками бізнес-послуг й товарів значною мірою покладаються на цифрові відгуки [2] про якість бажаних продуктів та сервісів. Однак недоліками таких систем є фейкові, накручені та підроблені відгуки, що суттєво впливають на живучість та конкурентність бізнесу. Централізоване зберігання відгуків – це високий ризик та спокуса фальсифікація або маніпуляції з даними відгуків. Пропонується концепція для ресторанної індустрії, яка вирішує всі ці недоліки, використовуючи блокчейн технологію Near Protocol. Ланцюжки постачання енергоресурсів, харчової сировини, напівфабрикатів, бухгалтерія та відгуки клієнтів про якість обслуговування зберігаються у смарт-контрактах незмінного блокчейну. Блокчейн Near Protocol відкриває широкі можливості до масового прийняття блокчейну суспільством через доступну прозору точку входу до децентралізованих дружніх акаунтів та однойменних токенів Near. Економіку ресторанного бізнесу пропонується токенизувати на цьому волатильному токени, хоча можна також і на стейблкойнах. Блокчейн Near не вимагає значних енергетичних витрат для обслуговування мережі оскільки працює на консенсусі доказу володіння долею токенів. До моменту впровадження бізнес-процеси перевіряються в тестовій мережі блокчейну Near Protocol.

Висновки. Застосування блокчейну в ресторанному бізнесі гарантує, що логістичні й клієнтські записи не можливо відмінити, замінити та видалити. Також автоматизується більшість виробничих процесів та формування звітів.

Література

1. Tokkozhina, U., Mataloto, B.M., Martins, A.L. et al. Decentralizing Online Food Delivery Services: A Blockchain and IoT Model for Smart Cities. *Mobile Netw Appl* (2023). DOI: <https://doi.org/10.1007/s11036-023-02119-5>.
- 2, D. Saveetha and Dr.G. Maragatham. Online Customer Reviews on Restaurant Using Blockchain. *Special Issue on Information Retrieval and Web Search*, Volume 18 (2021). DOI: <https://doi.org/10.14704/WEB/V18SI02/WEB18071>

12. Аналіз викликів використання штучного інтелекту для моніторингу та прогнозування екологічних катастроф

Олександр Кривець, Олена Харкянен

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток технологій ШІ відкриває нові можливості для ефективного виявлення, аналізу та передбачення екологічних небезпек. У даній статті розглянуті результати досліджень щодо недоліків використання ШІ у сфері моніторингу та прогнозування екологічних катастроф.

Матеріали і методи. Для точного аналізу потрібні великі обсяги даних, але, як зазначає Дослідницький центр IBM, використання ШІ в екологічному моніторингу стикається з проблемою їх доступності: лише 20% необхідної інформації представлено у цифровій формі. Такі обмеження щодо якості даних ускладнюють завдання точного прогнозування та моніторингу екологічних криз.

Результати. За даними Світового банку, лише 40% інформації стосовно екологічних катастроф є доступною для загального використання, що може ускладнити збір даних для систем моніторингу на основі ШІ.

Міжнародним союзом охорони природи (МСОП) та Інститутом екологічних наук, було досліджено, що екологічні системи мають значну кількість взаємозв'язків та непередбачувані взаємодії між різними факторами. За даними Міжнародного центру дослідження клімату та середовища (МЦДКС), лише 60% взаємозв'язків в екосистемах можуть бути враховані у сучасних екологічних моделях через обмежену кількість доступних даних та складність моделювання. Це може призвести до того, що прогнози будуть недостатньо точними або навіть помилковими.

За даними опитувань, проведених Центром дослідження інтернет-технологій, 67% опитаних висловили обурення щодо можливого порушення приватності даних через впровадження автоматизованих систем моніторингу середовища на базі ШІ. Це свідчить про значний рівень тривоги в суспільстві щодо збереження особистої інформації в контексті використання новітніх технологій.

Крім того, існують етичні конфлікти щодо ШІ. За даними Комісії з етики в інформаційних технологіях і робототехніці, 45% експертів у сфері ШІ визнали, що алгоритми можуть призводити до несправедливого або дискримінаційного прийняття рішень, особливо коли ґрунтуються на неправильних або неповних даних.

Висновки. З урахуванням того, що екологічні умови можуть змінюватися, існує потреба в постійному оновленні та адаптації алгоритмів штучного інтелекту для моніторингу та прогнозування екологічних катастроф, що може вимагати значних зусиль та ресурсів для забезпечення актуальності та ефективності систем.

Література

1. Smith J. et al. (2022) Application of Artificial Intelligence in Environmental Monitoring: A Review, *Environmental Science Journal*, 10(2), pp. 123–135.
2. Brown A. (2023). Ethical Considerations in the Use of Artificial Intelligence for Environmental Forecasting, *Journal of Environmental Ethics*, 15(4), pp. 345–357.
3. Green L. et al. (2024) Challenges and Opportunities in the Use of Artificial Intelligence for Predicting Environmental Disasters, *Proceedings of the International Conference on Environmental Science*, pp. 67–78.
4. Міжнародний союз охорони природи (МСОП) (2024) [online]. URL : <https://www.iucn.org>.

13. Аналіз пошуку нових шляхів доставлення готової продукції хлібопекарного підприємства в умовах ризик-менджменту

Максим Ліманський, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасному бізнесі, в умовах світової кризи в товарно-грошовій сфері, одним з ключових факторів успіху реалізації продукції хлібного підприємства є ефективне управління логістичним постачанням готової продукції. Дослідження ризиків постачання в системі логістики є важливою частиною економічної діяльності підприємства.

Матеріали і методи. До елементів керування ризиками постачання продукції відносяться підрозділи підприємства та їх працівники як суб'єкти управління, технології, ресурси та виробнича інформація – як об'єкти та методи на одному щаблі з контролем рівня ризику – як засоби управління.

Результати. Для мінімізації ризиків та оптимізації ризик-менеджменту доцільно розробити алгоритм впровадження системи управління, що включає визначення, оцінку та аналіз загроз.

Виявляти слабкі місця в діяльності підприємства та покращити їх позиції доцільно через стратегічне планування методами компенсації ризиків в процесі доставлення готової продукції. Уникнення ризикованих проєктів та маршрутів можливо методами ухилення шляхом відмови від послуг сумнівних партнерів. В ланцюзі постачання готової продукції, коли ризики передаються на підставі договору про перевезення, постачання або контракти на зберігання та формування запасів, ризики регулюються методами передачі, страхування або розподілу між контрагентами логістичної системи. Ризик-менеджмент як система допускає застосування кількох методів та інструментів.

При формуванні логістичної стратегії варто розглянути аутсорсинг логістичних послуг. Перехід на логістичний аутсорсинг є стратегією підвищення конкурентоспроможності у довгостроковій перспективі. Зменшення витрат на доставлення готової продукції шляхом передачі функцій логістики на аутсорсинг знижує витрати, покращує сервіс, робить бізнес більш керованим та, в результаті, збільшує прибуток підприємства. Адже таким чином підприємство отримує можливість сконцентрувати більше уваги на виробництві продукції, пошуку нових шляхів реалізації та відкритті нових ринків збуту. Отже, чіткий аналіз допоможе прояснити, на яких напрямках застосування логістичного аутсорсингу фокусування найбільш ефективно, а економія ресурсів при цьому дасть можливість підприємству не просто вижити в умовах кризи, але й домогтися успіхів.

Висновки. Оптимізація структури служби логістики для управління ризиками є складним, але важливим завданням. Розвиток логістики як стратегічного фактора для взаємодії з учасниками ланцюга доставлення готової продукції в реальному часі призводить до покращення системи управління ризиками хлібного підприємства.

Література

1. Пушкар О. І., Ковальський В. С., Кравченко Н. В. (2020) Ризики у логістичній діяльності та проблеми їх зменшення, *Європейський вектор економічного розвитку*, № 2(35), с. 85–91.
2. Балуєва О. В., Гончаров В. М., Ларіна Р. Р. (2021) *Управління ризиками в логістиці* : навч. посіб, Магнолія-2006, 254 с.

14. Сучасні системи штучного інтелекту у вдосконаленні процесу відновлення внаслідок воєнних дій

Олексій Літошко, Олена Андріюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Швидкі та точні методи оцінювання руйнувань будівельних споруд в умовах воєнних дій важливі для забезпечення надійності та безпеки інфраструктури. Сучасні системи штучного інтелекту (ШІ) відкривають нові можливості покращення процесу оцінювання руйнувань і прийняття ефективних управлінських рішень.

Матеріали і методи. Методи машинного навчання (МН) застосовуються для розпізнавання шаблонів у даних про руйнування будівель і прогнозування можливих наслідків. Також використовуються методи глибокого навчання для автоматичного виявлення характерних ознак руйнувань на зображеннях та в текстових документах.

Результати. Використання алгоритмів МН може значно полегшити процес аварійного відновлення. Ці алгоритми можуть аналізувати великі обсяги даних у реальному часі, що дозволяє швидко виявляти закономірності та тенденції, які можуть служити основою для відновлення. Їх можна використовувати для більш точної та ефективної оцінки збитків, порівняно з традиційними методами. Шляхом аналізу супутникових зображень за допомогою алгоритмів МН можна виявляти території, що найбільше постраждали. Це дозволяє більш ефективно реагувати на ситуацію. Також цю технологію можна використовувати для відстеження ходу заходів з відновлення, що забезпечує ефективне використання ресурсів.

ШІ також може відігравати важливу роль у поширенні інформації. Соціальні медіа можуть бути керовані за допомогою алгоритмів ШІ для виявлення дезінформації, що забезпечує доступність точної та актуальної інформації для людей, які постраждали. Це допомагає уникнути паніки, а також координувати зусилля служб реагування та волонтерів.

ШІ можна використати для підвищення ефективності логістичних операцій при відновленні. Зокрема за допомогою алгоритмів МН можливо розробити оптимальні маршрути екстреного транспорту, щоби якнайшвидше доставити необхідні матеріали та персонал до зруйнованих районів. Це особливо важливо у випадках, коли звичайні методи навігації стають менш ефективними через пошкодження інфраструктури.

У підсумку, ШІ можна використовувати для підтримки довгострокового процесу відновлення. Застосування цих алгоритмів дозволяє аналізувати дані про всі наслідки, що сприяє розробці ефективних стратегій відновлення.

Висновки. Застосування алгоритмів МН дозволяє ефективно аналізувати дані, оптимізувати логістичні процеси та розробляти стратегії для швидкого і точного реагування на негативні наслідки військових дій. Це сприяє покращенню безпеки, зменшенню збитків і прискоренню відновлення інфраструктури, забезпечуючи ефективну підтримку постраждалим громадам.

Література

1. Sahota N. (2023) *AI in Disaster Management: AI's Role in Disaster Risk Reduction* [online]. URL : <https://www.linkedin.com/pulse/ai-disaster-management-ais-role-risk-reduction-neil-sahota>.
2. Munno C., Proto I., Trancu P. (2023) *AI and Disaster Management: potential and applications* [online], *About Resilience*. URL : <https://www.aboutresilience.com/ai-and-disaster-management-potential-and-applications>.

15. Методи та засоби створення системи розпізнавання жестової мови

Владислав Луц, Карина Муха, Олександр Безверхий

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Розроблення мультимедійних систем розпізнавання елементів жестової мови як одного із засобів комунікації між людьми з вадами слуху є актуальною проблемою. Останнім часом прогрес у сфері штучного інтелекту, зокрема у використанні нейромереж, відкриває нові перспективи для покращення якості життя людей з обмеженими можливостями.

Матеріали і методи. Проведено аналіз сучасних систем розпізнавання жестової мови для системи сурдоперекладу. Для створення нової системи використано нейронні мережі та бібліотеки OpenCV і TensorFlow/Keras.

Результати. Жестова мова — це візуальний спосіб передачі сенсу, який використовує комбінацію жестів рук, міміки та рухів тіла. Для створення інформаційної системи розробки жестової мови ми виконуємо наступні кроки: збір та обробка даних, включаючи відеозаписи різних жестів, виконаних попередніми користувачами. Це включає трансформацію відео в кадри та обробку зображення для покращення якості, зокрема зміни розміру, нормалізації та зменшення шуму; навчання нейронної мережі за допомогою навчального набору даних, знаходження оптимальних вагових мереж для мінімізації помилок між прогнозованими та фактичними результатами.

Оцінено навчальну модель на тестовому наборі даних для визначення її точності та здатності до узагальнення; розроблено програми на мові Python, яка завантажує навчену модель і обробляє відеовхід для визнання жестів у реальному часі. Використано мову програмування Python і бібліотеки OpenCV та TensorFlow/Keras для обробки відео та виконання операцій нейронної мережі.

У результаті роботи (рис. 1) наведено конкретні приклади використання вищезгаданих бібліотек для розроблення нейромереж; розроблено програмний код для тренування нейронної мережі на розпізнавання жестів, зокрема жестів абетки.

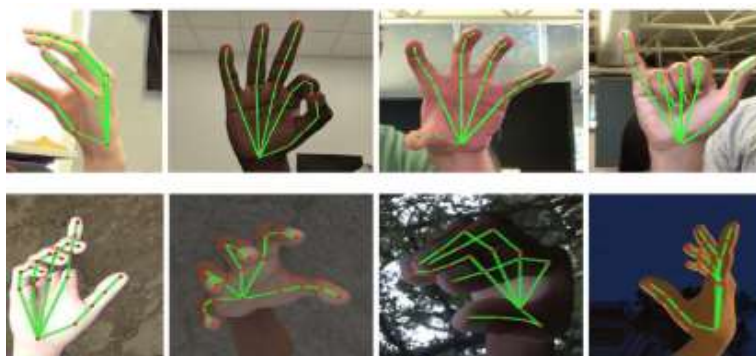


Рис. 1. Демонстрація роботи нейромережі для розпізнавання долоні

Висновки. За допомогою наявних можливостей штучного інтелекту ми можемо розробити надійні та точні системи, які зменшують комунікаційні бар'єри та сприяють інклюзивності. Python, завдяки розгалуженості своїх бібліотек і фреймворків, стає універсальною платформою для створення та впровадження таких систем.

16. Архітектури нейронних мереж для задач управління технологічними об'єктами

Олексій Пономарьов, Олександр Гайша

Міжнародний класичний університет ім. Пилипа Орлика, м. Миколаїв, Україна

Вступ. На сьогоднішній день особливе місце у виконанні надскладних, слабо формалізованих завдань, зокрема управління технологічними об'єктами, займають інструменти на основі штучного інтелекту, такі як нейронні мережі. Вони можуть мати різну будову, особливості якої розглянемо докладніше.

Матеріали та методи. Штучна нейронна мережа (ШНМ) – це математична модель, що працює за тими ж принципами, що й людський мозок. ШНМ складаються з нейронів, які об'єднуються у шари, що мають різне функціональне призначення. Кожен нейрон має вхідні дендрити та вихідний аксон. На дендрити приходять сигнали, що є вихідними з нейронів попередніх рівнів, а на аксон зазвичай подається результат обчислення певної нелінійної функції від зваженої суми вхідних сигналів. Однак, спосіб з'єднання нейронів суттєво впливає на характеристики ШНМ.

Результати. Отже, штучні нейрони - це структурні одиниці ШНМ, які отримують, обробляють і повертають інформацію. Вони з'єднані між собою синапсами. Математично нейрон являє собою деяку нелінійну функцію, яка залежить від значень вхідних сигналів, їхніх ваг і активатора. Вага - це коефіцієнт, через який передана між структурними одиницями інформація може змінюватися. Активатор вирішує, за яких вхідних значень нейрон має проводити сигнал.

Мережу формують нейрони, впорядковані в шари. Вхідний (input) приймає дані, а вихідний (output) надає результат роботи моделі. Між ними є приховані шари (hidden). Вони спеціалізуються на опрацюванні інформації, проте ШІ-розробники не завжди розуміють (знають, слідкують), що відбувається в hidden-шарах. Якщо кількість прихованих шарів більше одного, то таку мережу можна назвати глибокою.

В цілому останніми роками технологія ШНМ набула великого розвитку. Переважно її використовують для обробки тексту, відео, аудіо та іншої інформації, однак, достатньо часто нейронні мережі залучають і до вирішення задач управління складними технологічними об'єктами. Перевагами при використанні ШНМ є відсутність необхідності зведення точної математичної моделі системи управління. Досить широко застосовується для задач управління найбільш традиційна архітектура прямого поширення сигналу (FFNN). Рекурентні нейронні мережі (RNN) виявляються корисними у випадках, коли важлива динаміка системи та залежність від попередніх станів. Ці мережі можуть зберігати пам'ять про попередні входи та стани, що дозволяє їм ефективно взаємодіяти з технічними об'єктами, де історія є важливою. Згорткові нейронні мережі (CNN), можуть застосовуватися для обробки великих об'ємів даних та виявляються корисними при вирішенні задач в управлінні системами, де просторові залежності або структура даних мають важливе значення.

Також, архітектури нейронних мереж на основі варіаційних автоенкодерів (VAE) можуть бути використані для моделювання невизначеностей та генерації нових можливостей управління технологічними об'єктами.

Висновки. Таким чином, можна констатувати, що нейронні мережі являють собою надзвичайно потужний та ефективний інструмент для управління технологічними об'єктами. Особливо привабливим є їх використання у тому випадку, коли складно збудувати точну аналітичну модель процесу управління, але в наявності є обширні обсяги даних про експериментальні спостереження об'єкту управління (на цих даних нейронна мережа може пройти процес навчання).

17. Сервіси штучного інтелекту для побудови презентацій

Єлизавета Моторна, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Із розвитком штучного інтелекту з'являється все більше сервісів та програм, що спрощують життя, швидко надаючи необхідну інформацію лише за кілька хвилин, уникнувши витрати часу на пошук у мережі інтернет або в книгах.

Матеріали і методи. Для дослідження було обрано три інструменти зі штучним інтелектом для створення презентацій, а саме Tome, Gamma App та Wepic. Було взято одну тему реферату, а також задано 15 слайдів для презентації.

Результати. У світі веб-інструментів на базі штучного інтелекту з'являються і онлайн-інструменти, які можуть виконувати поставлені користувачем завдання, пов'язані з оперативною обробкою різномірної інформації. Наприклад, генерувати зображення за словесним описом, створювати книги відповідно до певного жанру або розробляти презентації за зазначеним шаблоном, де ви просто вказуєте потрібні параметри вигляду та, за необхідності, вносите корективи.

Усі проаналізовані в дослідженні сервіси (Tome, Gamma App та Wepic) мають схожий принцип роботи: спочатку задається тема і початкова кількість сторінок; потім обирається стиль презентації; після генерації є можливість редагувати та додавати нові слайди. Але кожен з розглянутих сервісів має свої особливості.

Наприклад, Tome і Gamma App спочатку створюють заголовки розділів і дозволяють їх редагувати, тоді як Wepic відразу переходив до створення презентації. Tome генерує слайди поодиночі, пропонуючи 4 варіанти для кожного, але не має опції вибору мови та не надає варіантів дизайну під час створення.

У результаті дослідження було виділено сервіс для створення презентацій Tome. Він є зручнішим, оскільки пропонував вибір із чотирьох варіантів слайдів. Проте його великим недоліком є обмеження лише однією мовою.

Wepic, хоч і мав не дуже зручний інтерфейс, також не надавав можливості покрокового створення розділів презентації. Попри те, що він має вибір «тону» презентації, але все ж його інтерфейс трохи складний та багаторозділовий, і потрібен час, аби до нього звикнути.

Gamma App вражав своїм зручним інтерфейсом та різноманітним дизайном слайдів, а також вибором мови для презентації. Gamma App відзначається інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, що спрощує процес створення презентацій навіть для користувачів з обмеженим досвідом. Сервіс пропонує широкий вибір дизайну слайдів, що дозволяє користувачеві вибрати той, який найкраще відповідає їхнім потребам та стилю презентації. Крім того, Gamma App дозволяє користувачам обирати мову для своєї презентації, що є важливим фактором для міжнародних аудиторій або користувачів із різних країн. Сервіс може надавати корисні функції, які допомагають підвищити ефективність створення презентацій, наприклад, автоматичне вирівнювання елементів, готові шаблони для різних типів презентацій та інші.

Висновки. У результаті проведеного дослідження було визначено, що Gamma App зазвичай має всі необхідні інструменти для створення професійних та ефективних презентацій, включаючи можливості для додавання тексту, графіки, зображень, відео та інших медіаелементів. Gamma App надає зручність в користуванні, широкий спектр дизайну та функцій, що дозволяє створювати професійні та ефективні презентації для різних потреб.

18. Роль фреймворку Next.js при створенні React-додатків

Єлизавета Моторна, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Щорічно веб-програмування розширюється новими технологіями, щоб зробити процес розробки веб-сайтів більш ефективним і швидким як на стороні сервера, так і на стороні клієнта. Frontend та Backend — це важливі компоненти веб-сайтів, які відповідають за зовнішній вигляд, доступний для клієнтів, і за обробку запитів користувачів на сервері.

Матеріали і методи. Для дослідження було обрано фреймворк Next.js при створенні React-додатків, а саме джерела закордонних і вітчизняних авторів, а також офіційна документація Next.js.

Результати. React — це популярна бібліотека JavaScript, яка широко використовується для створення інтерфейсу, що значно спрощує розробку додатків, але має свої обмеження. Точно для цього був створений фреймворк Next.js, який доповнює можливості React, забезпечуючи зв'язок з серверною частиною та навігацію між сторінками.

Однією з найголовніших переваг Next.js є SSR, тобто можливість рендерингу на боці сервера. Для цього використовується метод «getServerSideProps», а в старіших версіях «getInitialProps», який окрім серверного рендерингу, також містив можливість статичного рендерингу.

Також Next.js має чудову SEO, що включає оптимізацію метатегів за допомогою «Head», створення мапи сайту, що покращує пошук та індексування веб-сайту завдяки «sitemap» та влаштована оптимізація зображень. Також варто зауважити що можливість відтворення на боці сервера також покращує видимість SEO, оскільки надає повний вміст HTML-файлу.

Застосування Next.js в розробці React-додатка є вкрай вигідним. Серверний рендеринг сприяє покращенню продуктивності та зменшенню часу завантаження сторінок. Інструменти оптимізації та підтримка вбудованих функцій призводить до ефективної роботи та якісного створення проекту, що дозволяє розробнику зосередитись лише на своїй основній задачі, тобто розробці, не відволікаючись на фактори, які Next.js вже підтримує.

Висновки. Враховуючи інструменти, що вже має React, і при використанні його разом з Next.js ми маємо можливість відтворювати сторінку не лише на клієнтській стороні, а також й на сервері. Окрім того, таким чином полегшується розробка React-додатків завдяки наявній можливості серверного рендерингу та врахування SEO-оптимізації.

Література

1. Vercel (2024) *The React Framework for the Web* [online]. URL : <https://nextjs.org>.
2. Eluwande Y. (2023) *Data fetching in Next.js with getServerSideProps and getStaticProps* [online]. LogRocket. URL : <https://blog.logrocket.com/data-fetching-next-js-getserversideprops-getstaticprops/#transitioning-getserversideprops-getstaticprops>.
3. Kishansheth (2023) *Optimizing SEO in Next.js: Advanced Techniques for Better Search Engine Visibility* [online]. Medium. URL : <https://medium.com/@kishansheth21/optimizing-seo-in-next-js-advanced-techniques-for-better-search-engine-visibility-43ceaa1ea1d9>.

19. Використання нейронних мереж для розв'язання логістичних задач

Вероніка Остапенко, Юлія Гладка

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана,
 Київ, Україна

Вступ. Проведено дослідження використання нейронних мереж у розв'язанні логістичних задач та підбору поправкових коефіцієнтів для класичної транспортної задачі.

Матеріали і методи. Дослідження базується на створенні багатошарового перцептрона, що враховує вплив різних факторів на планування перевезень. Використовується Python та бібліотеки scikit-learn і keras для реалізації. Навчання моделі здійснювалось на двох наборах вхідних даних та відповідних поправкових коефіцієнтах, визначених вручну. Логіка роботи нейромережі полягає в тому, щоб вивчити взаємозв'язки між вхідними умовами та відповідними виходами.

Результати. Розширимо математичну модель транспортної задачі шляхом модифікації вартості перевезення для кожної пари пунктів на основі відповідних оцінок поправкових коефіцієнтів: $c'_{ij} = c_{ij}K_{ij}$. Провівши навчання з учителем на наборі вхідних даних: дані про фактори, такі як кількість дефектів дорожнього покриття (a), кількість населених пунктів (b), інтенсивність руху (c), рівень завантаження дороги (d), кількість підйомів і спусків (e), якість дороги (f) і архітектурні якості дороги (g) та наборі вихідних даних: це розраховані поправкові коефіцієнти для вхідних даних, які були визначені наступним чином: $k_a = a*0,1$, $k_b = b*0,05$, $k_c = c*0,02$, $k_d = d*0,1$, $k_e = e*0,05$, $k_f = f*0,1$, $k_g = g*0,05$, протестовано точність нейромережі шляхом створення нового набору умов для прогнозування коефіцієнтів, розрахунку середньоквадратичної помилки (MSE) та побудови графіка для порівняння реальних та передбачених значень розробленою моделлю. Маємо результат: для факторів $a = 3$, $b = 2$, $c = 4$, $d = 3$, $e = 2$, $f = 4$, $g = 1$ ми мали наступні розраховані власноруч коефіцієнти: $k_a = 0,3$, $k_b = 0,1$, $k_c = 0,08$, $k_d = 0,3$, $k_e = 0,1$, $k_f = 0,4$, $k_g = 0,05$. Навчена нейромережа для цих же факторів розрахувала коефіцієнти як: $k_a = 0,30054936$, $k_b = 0,1492925757$, $k_c = 0,05661894$, $k_d = 0,25316212$, $k_e = 0,1011239$, $k_f = 0,38296086$, $k_g = 0,08606869$. Значення MSE = 0,00096 є низьким. Порівняно з реальними значеннями, передбачені мають деякі відмінності, але загалом модель є достатньо точною у відтворенні вихідних даних, що видно з графіка, який будує програма (рис. 1):

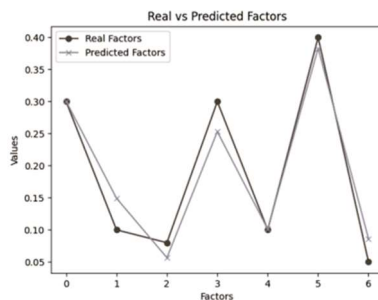


Рис. 1. Результат роботи моделі

Висновки. Алгоритм створення та навчання мережі стандартний і дозволяє ефективно апроксимувати поправкові коефіцієнти та має потенціал розв'язання проблем, пов'язаних зі змінністю та комплексністю завдань у цій галузі.

20. Виявлення безпілотних літальних апаратів із використанням моделей сімейства YOLO

Ілля Пекневич, Валерій Гавриленко

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Стрімкий розвиток технологій безпілотних літальних апаратів (БПЛА) вимагає ефективних методів їх виявлення з метою безпеки. Моделі згорткових нейронних мереж сімейства YOLO надають можливості для досягнення цієї мети.

Матеріали і методи. Для виявлення БПЛА адаптована модель YOLO була навчена на наборі з тисячі оригінальних розмічених зображень дронів, зібраних з відкритих джерел. Для підвищення результативної точності зображення були попередньо оброблені шляхом нормалізації та фільтрації шумів. Навчання моделі здійснювалось протягом 100 епох з темпом навчання 0.05, використовуючи набір даних, розділений на навчальний та тестовий піднабори з пропорцією 80 до 20.

Результати. За результатами тестування, модель продемонструвала високу точність у виявленні БПЛА, досягнувши середньої точності (mAP) на рівні 0.874 (рис. 1). Такий показник свідчить про ефективність моделі у розпізнаванні дронів на зображеннях незалежно від їх розмірів, форм та контексту розміщення. Precision-recall крива має правильний тренд і сигналізує про якісний компроміс моделі між точністю та повнотою. F1-міра, яка є середнім гармонійним між точністю та повнотою, досягла показника 0.896, підтверджуючи високу якість роботи моделі у балансі між виявленням необхідних об'єктів за їх реальної наявності на цільовому зображенні та мінімізацією помилкових спрацювань.

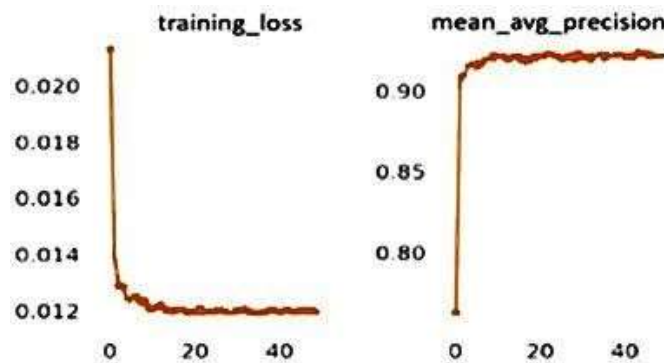


Рис. 1. Метрики процесу навчання моделі

Гіперпараметри моделі були підібрані та налаштовані для кращої точності і відповідності викликам, що пов'язані зі змінним освітленням та іншими погодними факторами, які ускладнюють процес виявлення. В ході експериментальної перевірки роботи моделі на реальних зображеннях, які включали різноманітні сценарії (зміна ракурсів, різні умови освітлення та фону), модель продемонструвала здатність ідентифікувати БПЛА з точністю у 87%. Це свідчить про ефективність розробленої моделі в реальних умовах спостереження, де погодна різноманітність може значно ускладнити процес ідентифікації літальних апаратів.

Висновки. Розроблена адаптована модель ефективно розв'язує задачу виявлення БПЛА у різноманітних умовах. Результати відкривають шлях для подальшого вдосконалення алгоритмів виявлення, підвищуючи захист від потенційних загроз.

21. Екстраполяційні моделі. Прогнозування на основі трендового аналізу

Денис Петренко

Державний університет інфраструктури та технологій, Київ, Україна

Володимир Овчарук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні дослідження макроекономічної динаміки, процесів перехідної економіки, фінансових ринків спираються на аналіз взаємозв'язків соціально-економічних даних, що має вигляд часових рядів. Урахування часової структури даних щодо реальних економічних процесів дозволяє адекватно відображати їх в економіко-математичних моделях.

Матеріали і методи. У цій роботі як приклад проаналізовано динаміку зарплат. Вибрано середні зарплати українців за період із 1996–2023 рр. для проведення прогнозування показників середніх зарплат в період із 2024 по 2028 рік, для аналізу використовувалися різні види трендів. Відомо, що кожен тип тренду найбільш вірогідно відображає інформацію процесів певних напрямків.

Результати. Вихідними даними є таблиця середніх зарплат українців з 1996 по 2023 роки. В роботі проведено варіанти аналізу і прогнозування зарплат різними видами кривих зростання. Апроксимаційні криві побудовано в Excel. На рисунку видно, що виводиться рівняння і коефіцієнт вірогідності. Коефіцієнт вірогідності показує на скільки вірогідною є дана модель кривої, тобто на скільки вірно апроксимаційна крива відображає реальні результати. Рівняння дає змогу обчислити показники наступних періодів.

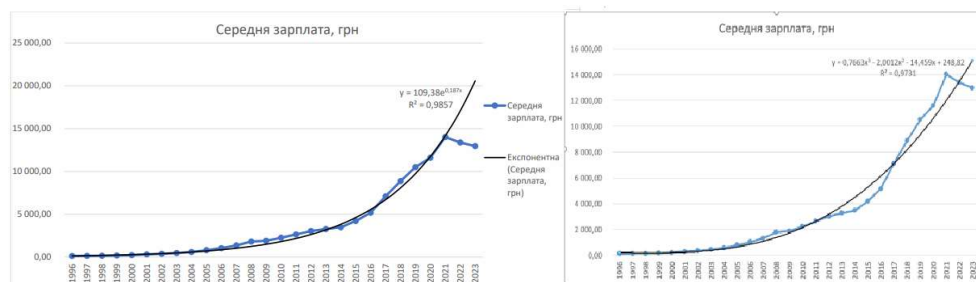


Рис. 1. Експоненційний тренд і поліноміальний тренд 3-го степеня

Для прогнозу середньої зарплати необхідно вибрати апроксимаційні рівняння, які більш точно відбивають зміну рівня зарплат. Для цього: обчислити середню зарплату за даний період 1996–2023 рр.; за результатами кожного рівняння обчислити контрольні суми за вихідний період (суми повинні збігатися); вибрати апроксимаційні рівняння, які точніше відбивають динаміку заробітної плати; обчислити показники за новий період 2024–28 рр. по отриманих рівняннях. Обчислити відхилення контрольних сум.

Висновки. Результати показали, що найбільш вірогідний прогноз отримано за допомогою поліноміального тренду 3-го степеня (контрольна сума найменша з досліджуваних трендів). У нашому дослідженні було взято обмежений період часу. Зазвичай при прогнозуванні даних вибірка має бути репрезентативною, тоді вона найбільш вірогідно дає уявлення щодо динаміки зміни показника, який можна подати певним видом тренду і відповідно отримати більш вірогідний прогноз.

22. Аналіз доцільності відкриття фірмової точки реалізації власної продукції АТ «Київмедпрепарат»

Михайло Позняк, Наталія Ліманська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При дослідженні діяльності комерційної служби АТ «Київмедпрепарат» виявлено можливість розширення збуту лікарської продукції, що виготовляється підприємством, шляхом відкриття власних точок реалізації.

Матеріали і методи. Аналіз можливих прибутків був проведений на основі однієї потенційної точки збуту в Дарницькому районі. В обрахунках враховувалися вартість оренди приміщення та людино потік, що залежить від місця розташування точки. Обрахунки велися за допомогою регресійного аналізу.

Результати. Трафік людей розраховується наступним чином: протягом певного періоду часу поруч з місцем локації фіксується вся кількість людей (окремо жінки та чоловіки), що перебувають в зоні прямої видимості. Оскільки потенційна точка розташована недалеко від автобусної зупинки, то і потік людей буде вищий. Тоді середній пішохідний потік ($S_{\text{сер}}$) обраховується за формулою:

$$S_{\text{сер}} = (n_{\text{ж}} + n_{\text{ч}}) / k * 60, \quad (1)$$

де $n_{\text{ж}}$ — кількість жінок, $n_{\text{ч}}$ — кількість чоловіків, k — кількість замірів за годину. Було зроблено 5 замірів та отримані такі дані: 70 жінок і 92 чоловіки. Маємо $S_{\text{сер}} = 1944$ особи на годину в середньому. При роботі аптеки з 8:00 до 21:00 ми можемо поррахувати загальну потенційну прохідність (S) точки за формулою:

$$S = (t_{\text{закр}} - t_{\text{відкр}}) * S_{\text{сер}}, \quad (2)$$

де $t_{\text{закр}}$ – час закриття точки, $t_{\text{відкр}}$ – час відкриття точки. Отже, отримали 25272 особи на день. За середньою маркетинговою статистикою, при правильному розташуванні та привабливою вивіскою, можна розраховувати на 2,5% від усього потоку як реальних покупців, що становить приблизно 631 особу на день. Також необхідно врахувати, що існує 0,5% випадкових продажів від загального потоку, тобто це становить приблизно 126 осіб. Середній чек покупця в аптеці становить 300 грн. Тепер ми можемо розрахувати середній оборот точки (T):

$$T = (n_{\text{реал}} + n_{\text{имп}}) * m, \quad (3)$$

де $n_{\text{реал}}$ — кількість реальних покупців, $n_{\text{имп}}$ — кількість випадкових покупців, m — середній чек покупця. За отриманими даними ми маємо 227,1 тис. грн. на день або 6,813 млн. грн. на місяць. З цієї суми ми можемо відняти середній відсоток ризику, а саме 20% і тоді отримаємо 5,45 млн. грн. на місяць. Маржа при продажі ліків становитиме близько 25%, таким чином дохід від загального виторгу становитиме приблизно 1,363 млн. грн. Вирахуємо з цієї суми вартість оренди (середня вартість оренди схожого приміщення 30000 грн.) та заробітну плату двох працівників цієї точки (середня з/п становить 15000 грн. на місяць).

Таким чином планові доходи від потенційної точки в Дарницькому районі біля автобусної зупинки становлять 1,303 млн. грн. на місяць.

Висновки. Обрахунки показують, що відкриття власної точки збуту є доволі прибутковою справою. Для подальших рекомендацій варто врахувати фактор впливу конкурентів на продажі в точці збуту та інші супутні витрати.

Література

1. Мазур Т. (2018) Оцінка локацій для відкриття нових ТТ [online]. URL : <https://tarasmazur.com/2018/01/29/оцінка-локацій-для-відкриття-нових-тт>.

23. Однопродуктова виробничо-транспортна задача поточного перспективного планування

Владислава Почтар, Ольга Сєдих

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Якісне надання послуг має першорядне значення для підприємств в умовах жорсткої конкуренції для підвищення іміджу компанії й отримання прибутку.

Матеріали і методи. Побудовано математичну модель транспортної задачі оптимізації перевезення та розглянуто методи розв'язання.

Результати. Розглянуто задачу плану перевезення продукції. Для побудови математичної моделі введено такі позначення: i — індекс постачальника продукції; j — індекс споживача продукції; t_{ij} — вартість перевезення одиниці продукції від i -го постачальника до j -го споживача; a_i — наявність продукції в i -го постачальника; b_j — потреба в продукції j -го споживача; k — підприємства, які мають річну потужність $a_1, a_2, \dots, a_k$ одиниць продукції одного виду; x_{ij} — шукана невідома величина обсягу перевезень продукції від i -го постачальника до j -го споживача; c_i — собівартість одиниці продукції на i -му підприємстві (як на наявному, так і на проєктному); E_{ki} — нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень для варіантів будівництва та реконструкції в розрахунку на одиницю річної продукції.

Необхідно визначити такий план перевезень $\{x_{ij} \geq 0\}$, що забезпечує виконання наступних умов: транспортні витрати на перевезення повинні бути мінімальними; попит всіх підприємств-споживачів повинен бути задовільнений, окрім цього повинна виконуватися додаткова умова, яка полягає в тому, що потреби не повинні перевищувати запасів. Однак у практичній діяльності доволі часто трапляються випадки, при яких потреба перевищує наявні виробничі потужності. Тоді виникає необхідність на перспективу розширювати наявні потужності шляхом введення в дію нових об'єктів або реконструкції наявних. Отже, переходимо до розгляду однопродуктової задачі перспективного планування.

Наявні підприємства не можуть забезпечити потреби споживачів в окресленій продукції на величину $c = \sum_{j=1}^m b_j - \sum_{i=1}^n a_i$. Отже, на перспективу планується $(n-k)$ варіантів розширення та реконструкції, що будуть впливати на величину c .

У задачу було введено споживача з потребою $(n-k-1) \cdot c$ одиниць продукції, задавши для нього приведені витрати, що дорівнюють нулю. Тоді економіко-математична модель задачі набуває вигляду: знайти оптимальний план збільшення

виробничих потужностей $\{x_{ij} \geq 0\}$, який забезпечить $Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m+1} (c_i + EK_i + t_{ij}) \cdot x_{ij} > \min$

при виконанні умов:

$$1) \text{ із задоволення потреб підприємств галузі в продукції } \sum_{i=1}^n x_{ij} = b_j, j = \overline{1, m+1};$$

$$2) \text{ стосовно виробничих потужностей підприємств } \sum_{j=1}^{m+1} x_{ij} = a_i, i = \overline{1, n}$$

Висновки. Результати можуть бути використані державними та приватними підприємствами при розв'язанні логістичних задач для виробництва певного ресурсу та доставлення до споживачів. Це знизить витрати на просування матеріальних потоків і повністю забезпечить споживачів дефіцитною продукцією.

24. Використання ВІ-дашбордів для ведення бізнесу

Ольга Сєдих, Катерина Чорнобай

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасних умовах бізнесу, зокрема при щоденному зростанні обсягів даних, ефективне управління інформацією є ключовим елементом успіху. З огляду на цей факт варто звернути увагу на сучасні рішення у сфері візуального подання даних.

Матеріали і методи. В дослідженні було розглянуто та проаналізовано ВІ-дашборд та його особливості для подання, обробки та аналізу даних із відкритих джерел, у тому числі офіційної документації.

Результати. Додаток Power BI («Business Intelligence») використовується для розроблення дашбордів із візуалізацією даних. Головна перевага ВІ-дашбордів полягає в їхній здатності конвертувати величезні обсяги інформації в прості графіки та діаграми, що дозволяє значно полегшити їх сприйняття. Також до переваг слід віднести вплив на підвищення продуктивності стратегічного планування та пошуку найкращих рішень.

Також ключовою перевагою є мотивація досягнення результатів, а саме наявність ефекту впливу на показники продуктивності співробітників за допомогою регулярних візуальних презентацій прогресу.

ВІ-дашборд, ґрунтуючись на статистичних даних фінансових та економічних показників, дозволяє аналізувати історію розвитку бізнесу, обмежуючись лише ключовими робочими процесами, що дозволяє зберегти баланс між доступністю та важливістю інформації.

Завдання, які розв'язуються шляхом використання ВІ-систем бізнес-аналітики, поділяються за напрямками на наступні:

- консолідація даних із різних джерел;
- обчислення заданих показників та статистичних характеристик бізнес-діяльності та їхній аналіз;
- наочне графічне та/або табличне подання інформації.

Використовуючи цей інструментарій, ОПР (Користувач системи) має можливість відстежувати продуктивність, здійснювати моніторинг, виконувати всебічний аналіз тощо. Для отримання такого ефективного результату ВІ-дашборд надає функцію сегментування візуалізації даних. Тобто розбивати її на частини, фільтрувати та експонувати для полегшення фокусування на ключових значеннях, що мають найбільший вплив у конкретній ситуації.

Основні переваги від впровадження бізнес-аналітики: бізнес-аналітика для користувачів без залучення ІТ-фахівців; автоматизація звітності, відсутність ручної праці у підготовці інформації; оперативність та мобільність отримання даних з постійним доступом; уся бізнес-інформація на одній інтерактивній панелі, що дає можливість приймати рішень на їх основі.

Висновки. Отже, використання дашбордів у процесі прийняття управлінських рішень допомагає забезпечити оперативність, точність та ефективність при управлінні бізнесом, зменшуючи час на аналіз та підвищуючи якість прийнятих рішень, щоб фокусуватися лише на ключових показниках найважливіших для нас у конкретній ситуації за конкретних умов.

Збираючи дані з різних джерел і трансформуючи їх в аналітичну інформацію, ВІ дозволяє отримати реальне уявлення про діяльність своєї компанії, клієнтів, ринків для отримання найкращих варіантів рішень.

25. Програмно-апаратний комплекс адаптивного моніторингу обмежених екосистем

Максим Сукало

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У ході дослідження було запропоновано, розроблено та змодельовано новий програмно-апаратний комплекс, який призначений для моніторингу обмежених екосистем у зонах техногенного забруднення.

Матеріали і методи. Дослідження засноване на використанні мультисенсорної мережі, що складається з обраних елементів, що включають програмовані мікроконтролери з датчиками, а також ряд супутніх пристроїв для транспортування інформації та її внесення до системи моніторингу в хмарні сховища.

Результати. Для забезпечення безперебійного доступу до всіх пристроїв системи було створено модель передачі даних на великі відстані, що зображено на рис. 1:

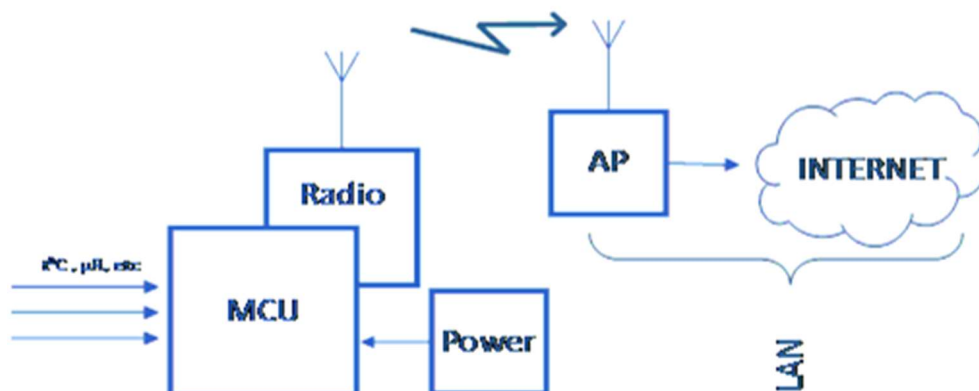


Рис. 1. Загальна модель передачі даних між пристроями системи по радіоканалу

У моделі використовується проміжний елемент «Radio», що являє собою радіо модуль, до якого надходить інформація з пристрою «MCU» через радіоканал, і потім відправляється через радіо шлюз в мережу Інтернет та хмарний сегмент. В системі використані однокристальні мікроконтролери ESP8266 з підключеними до них ряду датчиків збору обраного набору інформації — температура, вологість, тиск, прискорення за координатами (x, y, z), газоаналізатори, кисень, радіометр та передавачем «LoRa».

Висновки. Удосконалено оптимальний набір сенсорів для сенсорного модуля. Унікальна суперпозиція локальних та хмарних рішень для накопичення, аналізу, оброблення та візуалізації даних може бути рекомендована для подальших робіт в цій та суміжних сферах.

Література

1. Kumar M. B. P., Sumanth S., Savadatti M. A. (2021) Internet Rescue Robots for Disaster Management, *International Journal of Wireless and Microwave Technologies (IJWMT)*, vol. 11, no. 2, pp. 13–23.
2. Moshenskyi A. (2020) Private rescue echo beacon with FSK radiomodule, *Science-Based Technologies*, vol. 4(48), pp. 478–483.

**26. Вплив інформаційних технологій на ефективність
планування виробництва та постачання готової продукції
за концепцією «точно в строк» у харчовій промисловості**

Діана Шпаченко, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасному харчовому виробництві ефективне планування виготовлення та постачання продукції відіграє важливу роль у забезпеченні конкурентоздатності підприємства. У зв'язку з цим, дослідження в галузі інформаційних технологій для планування є актуальним та перспективним напрямом.

Матеріали і методи. Дослідження включало аналіз даних наукових статей, звітів компаній та статистичних джерел. Як методи аналізу використано порівняльний аналіз сучасних технологій планування та моделювання впливу нових ІТ-рішень на ефективність виробництва.

Результати. Проведене дослідження виявило ряд ключових результатів, які свідчать про важливість впровадження інформаційних технологій у плануванні виробництва та постачання готової продукції у харчовій промисловості.

Ефективність наявних методів планування: дослідження виявило, що багато компаній харчової промисловості використовують застарілі методи планування, які часто базуються на досвіді та експертній думці. Попри це, ці підходи часто не забезпечують точного та ефективного нагляду за виробництвом.

Переваги інформаційних технологій. Було виявлено, що сучасні системи інформаційних технологій, такі як ERP, MRP системи, можуть значно покращити процеси планування та контролю виробництва. Автоматизуючи численні повторювані завдання, можна скоротити використання часу та ресурсів. Це вигідно.

Час виробничого циклу можна скоротити за допомогою інформаційних технологій, які також сприяють оптимізації процесів постачання та виробництва. Підприємства можуть швидше реагувати на зміни попиту та гарантувати доставлення готової продукції за графіком. Якість продукції покращується завдяки використанню інформаційних технологій, що покращує контроль за виробничими процедурами та зменшує кількість помилок.

Ефективність досягається шляхом використання сучасних технологій, що призводить до зниження собівартості та підвищення рентабельності виробництва.

Як показало дослідження, інформаційні технології можуть бути використані при плануванні виробництва та доставлення для підвищення ефективності й конкурентоздатності підприємств харчової промисловості. Крім того, використання сучасних систем ERP і MRP може автоматизувати й оптимізувати процеси, що призведе до скорочення часу виробничого циклу, покращення якості продукції, ефективного використання ресурсів та своєчасного виробництва продукції. Це відкриває можливості для сталого зростання та розвитку підприємств, пов'язаних з харчовою промисловістю. Ці висновки підкреслюють переваги використання інформаційних технологій у харчовій промисловості для забезпечення своєчасного та економічно ефективного виробництва та доставлення готової продукції.

Висновки. Отже, впровадження інформаційних технологій у планування виготовлення та постачання продукції є ключовим чинником для підвищення конкурентоспроможності підприємств харчової промисловості. Такі технології дозволяють оптимізувати процеси виробництва, зменшуючи витрати та підвищуючи якість продукції.

Переваги впровадження «smart packaging» для пакування харчової продукції

Анна Шаповал, Світлана Усатюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Ольга Серова

Філія «МХП Логістика», ПрАТ МХП, Київ, Україна

Вступ. Упаковка відіграє важливу роль у харчовій промисловості, забезпечує не лише захист продукції від бруду та пошкоджень, а й дозволяє зберігати її властивості впродовж тривалого терміну, є засобом інформування споживача про її склад, термін придатності та інші характеристики, передбачені законодавством країни-виробника.

Матеріали і методи. Для реалізації дослідження було проведено збір та аналіз даних щодо різних типів упаковки, їх переваги та недоліки та вплив на терміни придатності продукції.

Результати. Використання новітнього смарт-пакування виробниками харчової промисловості може сприяти збереженню високої якості та безпечності харчової продукції, а також значно підвищити її конкурентоспроможність.

Зменшення витрат. Сучасні технології упаковки дозволяють операторам ринку зменшити втрати під час транспортування та зберігання харчової продукції, забезпечити більш тривалий термін її придатності до споживання.

Виховання дисциплінарності. Впровадження смарт-пакування на підприємствах харчової промисловості сприятиме підвищенню дисциплінарної відповідальності працівників, оскільки дає змогу відстежувати невідповідність, яка може статись внаслідок похибки персоналу на будь-якому етапі виробництва та зберігання харчового продукту.

Підвищення якості та безпечності харчових продуктів. Індикатор, який використовують у розумному пакуванні сприятиме швидкому і точному відстеженню строку придатності продукції, більш чіткому контролю невідповідності у харчовому продукті та забезпечить інформацією щодо часу та етапу, де відбулося відхилення.

RFID-системи, які вбудовані в упаковку, дають впевненість в тому, що харчові продукти не будуть вилучені або переміщені неавторизованими користувачами. При спробі переміщення продукції працівником без авторизації, RFID-система відправить сповіщення службі безпеки про порушення.

Контроль підтримання оптимальної температури та вологості за рахунок використання індикаторів, які змінюють колір. У разі небажаних змін умов середовища будуть внесені корективи у регулюванні параметрів, що значно зменшить ризик псування продукту від недостатньої або надмірної температури.

Смарт-етикетки можуть надати споживачам повну інформацію про походження продукту, етапи його виробництва, зберігання, транспортування та реалізації. Це може стимулювати залучення широкого кола споживачів, вказуючи на джерело харчування.

Висновок. Впровадження на підприємствах харчової промисловості розумної упаковки дозволить операторам ринку зменшити витрати, підвищити дисципліну працівників, контролювати будь-які відхилення, що пов'язані зі зміною умов середовища, а також забезпечить повним спектром інформації про продукт споживачам. Такий підхід сприятиме покращенню якості і безпечності харчових продуктів, збільшенню терміну придатності харчових продуктів та впливатиме на ринкову конкурентоспроможність підприємств харчової промисловості.

Наукове видання

**90-та Міжнародна
наукова конференція молодих учених,
аспірантів і студентів**

**"Наукові здобутки молоді –
вирішенню проблем харчування людства у
XXI столітті"**

11–12 квітня 2024 р.

Частина 2

Національний університет харчових технологій
01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.