

Ministry of Education and Science of Ukraine

National University of Food Technologies

**91th
International scientific conference
of young scientist and students**

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

April, 7–11 2025

Part 2

Kyiv, NUFT, 2025

Міністерство освіти і науки України

Національний університет харчових технологій

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

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

7–11 квітня 2025 р.

Частина 2

Київ НУХТ 2025

91st International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievement to the 21st century nutrition problem solution", April, 7–11, 2025. Book of abstract. Part 2. NUFT, Kyiv.

The publication contains materials of 91th 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

© NUFT, 2025

Матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 7–11 квітня 2025 р. – Київ: НУХТ, 2025. – Ч.2. – 427 с.

Видання містить матеріали 91-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

© НУХТ, 2025

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 Adameczyk, 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
Sergii Tokarchuk, dr., assoc. prof., Ukraine
Serhii Baliuta, dr., prof., Ukraine
Sonia Amariei, dr., prof., Romania
Stanka Damianova, dr., assoc. prof.,
Bulgaria
Stefan Junge, dr., prof., Germany
Svitlana Bondarenko, dr., prof., Ukraine
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
Oleksii Gubenia, dr., assoc. prof., Ukraine
Uliana Bandura, dr., assoc. prof., Ukraine
Yaroslav Vdovenko, 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 Gryshenko, dr., assoc. prof., Ukraine
Oleksandr Liulka, dr., assoc. prof., Ukraine
Viktor Udymovych, dr.

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 Мнеріе, 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 Котяте, 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
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
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
Ярослав Вдовенко, 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
Віктор Удимович, PhD

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	52
13.3. Technological equipment and computer design technology	99
14. Mechatronics and packaging technique	130
15. Processes and apparatus of food productions	158
16. Physical and mathematical principles of technological processes	180
16.1. Physics and occupational safety	181
16.2. Higher mathematics	196
17. Chemistry and chemical technology	213
17.1. Chemistry	214
17.2. Chemical technology	241
18. Power equipment, heat and power systems of industry enterprises	306
18.1. Industrial thermal power engineering	307
18.2. Power supply and energy management	330
18.3. Electrical engineering and electrical systems	349
19. Automation and computer-integrated technologies	361
19.1. Automation and computer-integrated technologies	302
19.2. Information technology	395

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	52
13.3. Технологічне обладнання та комп'ютерні технології проектування	99
14. Мехатроніка і пакувальна техніка	130
15. Процеси та апарати харчових виробництв	158
16. Фізико-математичні основи технологічних процесів	180
16.1. Фізика та професійної безпеки	181
16.2. Вища математика	196
17. Хімія та хімічні технології	213
17.1. Хімія	214
17.2. Хімічні технології	241
18. Енергетичне обладнання, системи тепло-електропостачання промислових підприємств	306
18.1. Промислова теплоенергетика	307
18.2. Електропостачання і енергоменеджмент	330
18.3. Електротехніка і електричні системи	349
19. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	361
19.1. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	302
19.2. Інформаційні технології	395

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

Аналіз конструкцій обладнання для наповнення оболонок в'язкопластичними харчовими масами

Віктор Мусійчук, Олександр Гавва, Олександр Чепелюк

Національний університет харчових технологій, м.Київ

Вступ. Для наповнення рукавних оболонок фаршем на м'ясопереробних підприємствах, пакування в оболонки сиру та масла на молокопереробних підприємствах найширше використовуються шприци. Саме від показників ефективності їх роботи в значній мірі залежить якість готової продукції.

Матеріали та методи. Об'єктом досліджень є конструкція технологічного обладнання для наповнення оболонок в'язкопластичними харчовими масами. Використані такі методи дослідження: порівняння – для встановлення подібності та розбіжності між окремими конструкціями обладнання; аналіз, основою якого є поділ машини на окремі складові частини, і подальший аналіз кожної з них; синтез – вивчення об'єкта у його цілісності та взаємному зв'язку окремих його частин.

Результати дослідження. Серед обладнання для наповнення оболонок в'язкопластичними харчовими масами найбільш простими є поршневі шприци, які розраховані на наповнення оболонок різними видами мас, зберігаючи початкові їх властивості без розшарування компонентів. Використання гідравлічного приводу забезпечує плавне регулювання швидкості і тиску шприцювання. Проте через циклічність роботи і малий об'єм робочого циліндра такі шприци мають невелику продуктивність, що обумовлює їх використання закладами громадського харчування і виробництвами з невеликими обсягами. Ще одним недоліком є неможливість вакуумування маси, і відповідно можлива наявність включень повітря в продукт.

Порівняно з поршневими, шприци з ексцентрико-лопатеvim (роторним), гвинтовим (шнековим, спіральним) і шестеренчастим витискувачами забезпечують високу продуктивність, безперервність роботи та вакуумування маси.

Шприци з шестеренчастими витискувачами конструкційно нескладні, надійні, але призводять до додаткового навантаження на продукт в зоні контакту зубів, що відповідно обумовлює їх незначне використання.

Шприци з ексцентрико-лопатеvими витискувачами не впливають на властивості фаршу, не викликають розшарування його компонентів і можуть використовуватися при наповненні оболонок різними видами в'язкопластичних харчових мас. Їх певним недоліком є недостатній рівень вакуумування маси, що цілком допустиме при формуванні багатьох видів продуктів, в тому числі ковбасних виробів, за винятком групи варених ковбас. Але і в цьому випадку при використанні в лінії кутерів, мікрокутерів і фаршмішалок з системами вакуумування досягається цілком позитивний результат.

У шприцах зі шнековими витискувачами (найбільш розповсюджені двогвинтові/двошнекові), які можуть використовуватися для різних видів продуктів, спостерігається часткове перетирання фаршу. Але при виробництві варених ковбас, сосисок, сарделок використання таких шприців є важливим для забезпечення високого рівня вакуумування маси, оскільки наявність невидалених включень повітря у структурно-однорідних фаршах суттєво погіршує якісні показники готової продукції.

Висновок. Промисловістю виготовляється широкий спектр шприців, які відрізняються конструктивними особливостями, продуктивністю, функціональністю та ефективністю роботи. При підборі обладнання потрібно враховувати не лише його специфіку, режими роботи, а і компоновання лінії, структурно-механічні характеристики харчових мас.

Вибір матеріалів та оптимізація конструкції вакуумної камери для охолодження хлібобулочних виробів

Олександр Козак, Володимир Теличкун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Найбільше навантаження в конструкції обладнання для вакуумного охолодження припадає на вакуумну камеру, яка має забезпечувати високу герметичність і стійкість до деформацій. Конструкція вакуумної камери та вибір матеріалів мають забезпечувати надійність, довговічність та відповідати стандартам харчової безпеки. Ущільнювальні матеріали й матеріал корпусу повинні бути стійкими до високих температур, механічних навантажень і корозії, гарантуючи стабільну роботу системи.

Матеріали та методи. Для вибору ущільнювальних матеріалів та конструкції вакуумної камери було проведено аналіз технічних характеристик матеріалів, що використовуються у вакуумних системах. Було застосовано чисельне моделювання методом кінцевих елементів у програмному середовищі SOLIDWORKS Simulation для визначення напружень і деформацій конструкції при робочому розрідженні 4 кПа.

Результати та обговорення. Аналіз матеріалів ущільнення показав, що EPDM-гума з твердістю 50-60 Shore A є оптимальним варіантом для вакуумної камери завдяки стійкості до температур до +120°C (короткочасно до +170°C), хімічної інертності та відповідності міжнародним стандартам харчової безпеки (FDA, EU). Розрахунок площі контакту ущільнення дозволив забезпечити належний рівень герметичності без надмірного механічного навантаження.

Для виготовлення камери обрано нержавіючу сталь AISI 316L (X2CrNiMo17-12-2), яка має високу корозійну стійкість, добрі зварювальні властивості та забезпечує довговічність конструкції. Мінімальна товщина стінки визначена на рівні 3 мм, що забезпечує достатню міцність при розрідженні.

Проведено чисельне моделювання різних конструктивних варіантів вакуумної камери. Первинний варіант вакуумної камери простої форми демонстрував надмірні деформації (до 5,1 мм). Запропоновано рішення із заокругленням верхньої кромки камери. Оптимальним виявився варіант із радіусом заокруглення 50 мм, що дозволило знизити максимальну деформацію до 2,07 мм без негативного впливу на герметичність.

Висновок. Використання матеріалу ущільнення EPDM та сталі AISI 316L забезпечує надійну роботу вакуумної камери. Оптимізація геометрії дозволила знизити деформаційні навантаження та підвищити довговічність конструкції. Отримані результати можуть бути використані для розробки апарату для вакуумного охолодження хлібобулочних виробів в умовах потокового виробництва.

Література.

1. Wang N., Kan A., Huang Z., Lu J. (2020), CFD simulation of heat and mass transfer through cylindrical *Zizania latifolia* during vacuum cooling, Heat Mass Transfer, Volume 56, pp. 627–637, <https://doi.org/10.1007/s00231-019-02736-5>

Моделювання руху зерна пшениці у процесі очищення в барабані трієра марки БТХМ-2

Віктор Баб'як, Олег Кравець

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Вступ. Ефективність очистки зерна на барабанному трієрі залежить від точності визначення місця встановлення приймального жолоба. Метою моделювання було точне визначення місця встановлення жолоба в барабані трієра марки БТХМ-2.

Матеріали і методи. Проведено моделювання траєкторії вільного падіння зерна пшениці у процесі його сортування в барабані трієра з метою визначення оптимального місця для встановлення приймального жолоба. При цьому враховували наступні сили, що діють на частинку зерна: силу земного тяжіння G , відцентрову силу F_b , силу інерції F_i , сила тертя F_t та нормальну реакцію N . Силу опору повітря не враховували.

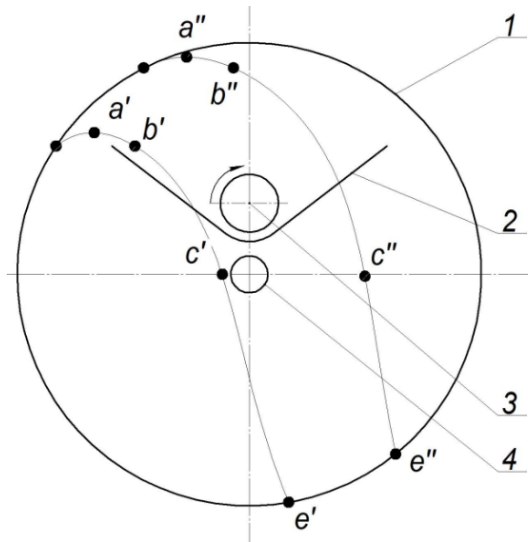


Рисунок. Траєкторії руху зерен пшениці:
1-барабан трієра; 2-жолоб; 3-транспортуючий шнек; 4-вал.

Результати. Для визначення найкращого місця для встановлення приймального жолоба побудували траєкторію руху першого зерна пшениці, яке випаде з комірки трієра та траєкторію вільного падіння останнього зерна. Припускали, що у процесі обертання барабану трієра з кутовою швидкістю ω зерно, що попало в комірку в першому квадранті, знаходиться в ній в стані відносного спокою до того часу, поки всі діючі на зерно сили будуть врівноважені. В результаті розрахунків отримали траєкторії руху зерен пшениці (рис.): $a'-b'-c'-e'$ та $a''-b''-c''-e''$. Приймальний жолоб 2 даного трієра встановили таким чином, щоб траєкторії руху першого та останнього зерен перетинали його поверхню, тобто щоб при обертанні барабану у жолоб потрапляли усі зерна пшениці.

Висновки. Таким чином моделювання руху зерна пшениці дозволили визначити відповідне місце для встановлення жолоба, що забезпечує високу розділбну здатність трієра.

Розроблення змішувальнобродильноформувального агрегату для виробництва тостового хліба

Дмитро Калініченко, Юлія Теличкун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Тостовий хліб набуває все більшого попиту серед населення. Для його задоволення, крім невеликих пекарень, встановлюються потужні потокові механізовані та автоматизовані лінії для його виробництва. Деякі підприємства майже повністю спеціалізуються на виробництві тостового хліба широкого асортименту.

Для цього, як правило, використовується технологічне обладнання закордонного виробництва. Технологічна лінія включає обладнання як періодичної так і безперервної потокової дії, що ускладнює повну автоматизацію виробництва.

Матеріали та методи. Враховуючи вимоги до якості такого виду хлібопекарської продукції та специфіку його виробництва, нами запропоновано використати інтенсивний процес замішування та розпушення в динамічних умовах і створення змішувальнобродильноформувального агрегату

Результати та обговорення. Розроблена конструкція (рис.1) складається із камери попереднього змішування, куди розпилюються після дозування форсункою рідкі компоненти та борошно із системи аерозольтранспорту; В двовальній камері основного замішування встановлені шнекові та кулачкові робочі органи, які забезпечують інтенсивний процес замішування. Тривалість перебування тістової маси в бродильній камері достатня для накопичення вуглекислого газу, необхідного для розпушення тістових заготовок на виході із каналу формувального вузла.

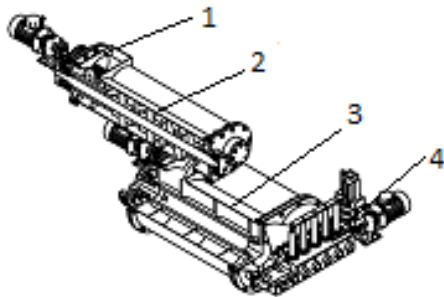


Рис.1. Змішувальнобродильноформувальний агрегат:

- 1-камера попереднього змішування компонентів тіста;
- 2 – камера основного замішування;
- 3 – бродильна камера;
- 4 – формувальний вузол.

Враховуючи те, що для отримання найкращої якості готових виробів, його пористості та форми, найкраще формувати вироби, укладаючи в форму 3-4 окремі тістові заготовки, конструкція формувального вузла передбачає три потоки в одну форму. Формувальний вузол – це поршнева система із золотниковим механізмом

Висновок. Розроблена конструкція змішувальнобродильноформувального агрегату дозволяє значно скоротити кількість основних і допоміжних технологічних операцій, спростити машинно-апаратурну схему виробництва тостового хліба, що забезпечить повну автоматизацію виробництва, зменшити кількість різнопланового обладнання в лінії, зменшити кількість електричних приводів, що забезпечить економію енергоресурсів в цілому.

Розробка комплексу технологічного обладнання для хлібопекарського виробництва

**Олена Бабанова¹, Андрій Шевченко², Світлана Прасол²,
Олександр Косточка², Дар'я Бондаренко²**

1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 – Державний біотехнологічний університет

Вступ. Розроблено комплекс технологічного обладнання для хлібопекарського виробництва. Запропоновано новий підхід до виробництва хліба, що включає використання печі з комбінованим інфрачервоним (ІЧ) та електроконтактним нагріванням (ЕКН).

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є комплекс технологічного обладнання для хлібопекарського виробництва. Використовувались методики експериментального вимірювання електричних та теплотричних показників.

Результати і обговорення. Традиційні підходи до організації процесів випікання хлібу часто супроводжуються великими енергетичними втратами, що призводить до збільшення собівартості продукції. Одним із перспективних підходів до вирішення проблем енергозбереження є впровадження ЕКН. Способи з ЕКН забезпечують високу енергетичну ефективність через миттєве перетворення електричної енергії на теплоту, що знижує витрати. ЕКН дозволяє точно контролювати температуру, забезпечуючи рівномірний прогрів тіста і покращення структури хліба. При ЕКН скорочується час виробничих циклів й відповідні процеси є більш екологічними в порівнянні з традиційними. Системи автоматизації дозволяють точно налаштовувати температурні режими, керувати енергією, що в свою чергу оптимізує виробничий процес та підтримує стабільну якість продукції.

Запропоновано впровадження хлібопекарської печі з комбінованим ІЧ-нагріванням та ЕКН в комплексі технологічного обладнання для хлібопекарського виробництва. Комплекс включає дозатори компонентів тіста, мішалку для приготування закваски, насоси для переміщення інгредієнтів, ємності для бродіння та видаткову ємність закваски, тістомісильну машину, тістоформувальну машину, шафи вистоювання та безпосередньо хлібопекарську піч з комбінованим нагріванням. Технологія виробництва на даному комплексі включає етапи підготовки сировини, замішування тіста, формування заготовок, вистоювання, випікання та пакування готової продукції.

ЕКН забезпечує швидке та рівномірне прогрівання тіста зсередини, скорочуючи тривалість теплової обробки. ІЧ-нагрівання відповідає за утворення золотистої скоринки, яка покращує зовнішній вигляд і смакові характеристики виробу. Управління процесами з пульта керування дозволяє задавати параметри температури, напруги та потужності, а також за потреби регулювати тривалість.

Отримані результати досліджень показують, що за 4 хвилини обробки ЕКН температура тіста досягає 75 °С, тоді як при випіканні у жарильній шафі за той же час цей показник становить лише 40 °С.

Висновки. Розроблено комплекс технологічного обладнання для хлібопекарського виробництва за впровадження хлібопекарської печі з комбінованим ІЧ-нагріванням та ЕКН. Результати досліджень відзначають ефективність ЕКН у порівнянні з традиційними методами, що дозволяє зробити висновок про доцільність його використання.

Література

Нові технічні рішення в проектуванні обладнання для теплової обробки харчової сировини : монографія в 3 ч. Ч. 2. Використання електроконтактного нагрівання в процесах жарення кулінарної продукції / О.І. Черевко та ін. Харків : ХДУХТ, 2012. 151 с.

Перспективи застосування вакуумного охолодження у хлібопекарському виробництві

Олександр Козак, Володимир Теличкун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Скорочення часу охолодження готової продукції впливає на продуктивність, енергоефективність і якість виробів. Основні способи охолодження – природне (конвективне), та із використанням кондиціонованого повітря мають недоліки, зокрема велику тривалість процесу, нерівномірність охолодження і високі енергетичні витрати. Перспективним є вакуумне охолодження хліба, яке забезпечує відведення тепла через випаровування вологи з продуктів, що мають достатню газо- та паропроникність.

Матеріали та методи. Аналітичний огляд існуючих способів охолодження хлібобулочних виробів, їх переваг і недоліків. Аналіз здійснено на основі літературних джерел, технічної документації та дослідницьких матеріалів, що висвітлюють основні параметри охолодження, їх вплив на якість готової продукції та енергоефективність процесу.

Результати та обговорення. Оцінка існуючих способів і обладнання для охолодження хлібобулочних виробів дозволяє виділити їх основні переваги та недоліки:

- Природне охолодження є простим і енергоефективним способом, але займає багато часу (до 2-3 годин), що обмежує продуктивність виробництва. Тривале перебування на відкритому повітрі підвищує ризик мікробіологічного забруднення, що скорочує термін придатності виробів. Для охолодження використовують вагонетки та спіральні кулери, їх недоліками є потреба в ручній праці та великі виробничі площі.
- Використання кондиціонованого повітря скорочує час охолодження до 30–40 хвилин, але вимагає постійного контролю мікроклімату. На виробництві використовують тунельні, колискові та спіральні кулери. Недоліками цього обладнання є збільшення енерговитрат, висока металоємність конструкції та потреба в великих виробничих площах.
- Вакуумне охолодження дозволяє значно скоротити час охолодження, забезпечуючи рівномірний розподіл температури всередині виробу, що позитивно впливає на його якість. Цей спосіб покращує структурно-механічні властивості виробів, подовжує термін зберігання та зменшує ризик мікробіологічного забруднення. Однак вакуумне охолодження наразі не використовується в потоковому виробництві. Існуюче обладнання вимагає ручної праці, має великі вільні об'єми вакуумної камери, що збільшує час охолодження та знижує енергетичну ефективність.

Висновок. Вакуумне охолодження є перспективною технологією, що забезпечує швидке та рівномірне зниження температури хлібобулочних виробів, покращує їх якість і подовжує термін зберігання. Впровадження вакуумного охолодження у потокове виробництво дозволить значно підвищити ефективність виробництва, зменшити енерговитрати та покращити мікробіологічну безпеку продукції.

Література

1. Fellows P. (2020), Food processing technology. Principles and Practice. Second Edition, CRC Press.

Аналіз режимів і конструкцій обладнання для ультразвукового різання хлібних виробів

Ігор Соколов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні харчові підприємства прагнуть підвищити якість та ефективність виробництва хлібобулочних виробів шляхом впровадження інноваційних технологій. Однією з таких технологій є ультразвукове різання, що дозволяє значно покращити процес нарізання продукції, знизити відходи та підвищити продуктивність виробництва. Дана доповідь розглядає основні принципи роботи ультразвукового різального обладнання, його переваги та особливості впровадження.

Матеріали і методи. У даному дослідженні проведено теоретичний аналіз літературних джерел та наукових публікацій щодо застосування ультразвукового різального обладнання в харчовій промисловості. Було розглянуто фізичні принципи роботи ультразвукових ножів, механізми їхнього впливу на структуру хлібобулочних виробів, а також порівняльний аналіз переваг та недоліків у порівнянні з традиційними методами нарізання. Особливу увагу приділено аспектам енергоефективності, якості нарізки та технологічної адаптації такого обладнання у промислових умовах.

Результати

- Якість зрізу: Ультразвуковий метод дозволяє досягти рівномірних та акуратних зрізів, що зменшує дефекти нарізки на 30–50% у порівнянні з механічними ножами.
- Зменшення налипання продукту: Високочастотні вібрації зменшують контактний тиск між ножом і хлібом, що знижує налипання часток тіста на ріжучий елемент на 70%.
- Енергоефективність: Теоретичний аналіз показав, що ультразвукове різання зменшує споживання енергії на 20–25% у порівнянні з традиційними методами, завдяки зниженню механічного опору.
- Вплив на виробничий процес:
 - Пропускна здатність виробничої лінії підвищується на 15–20% завдяки швидшій нарізці без зупинок на очищення ножів.
 - Час циклу скорочується на 10–15% через зменшення опору та рівномірність нарізки.
 - Зниження рівня відходів на 10–15% завдяки зменшенню дефектів нарізки та мінімальному руйнуванню структури хліба.
 - Покращення якості продукції зменшує рівень браку на 30–50%, що позитивно впливає на загальну продуктивність.

Висновки. Ультразвукове різання є перспективним напрямком модернізації хлібопекарської промисловості. Його впровадження дозволяє покращити якість продукції, оптимізувати виробничі процеси та зменшити відходи. Дослідження літературних джерел підтвердило, що ця технологія має значні переваги над традиційними методами нарізки, проте потребує подальших прикладних досліджень для оцінки її економічної доцільності та довготривалої ефективності.

Література

1. Fellows P. (2009), Food Processing Technology: Principles and Practice. Third Edition, CRC Press.
2. Lelieveld H., Holah J., Gabrić D. (2016), Handbook of Hygiene Control in the Food Industry (Second Edition), Elsevier.
3. Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing, Ed. H. Sun, Springer, 2011.

Особливості удосконалення робочих органів обладнання із застосуванням Solidworks

Юрій Вітенько, Віктор Ворошук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Вступ. В сучасному інженерному проектуванні програмне забезпечення SolidWorks стало одним із ключових інструментів для удосконалення робочих органів промислового обладнання. Використання CAD-систем, зокрема SolidWorks, дозволяє значно прискорити процес розробки, оптимізації та випробування нових конструкцій обладнання перед їх фізичним виготовленням.

Матеріали і методи. Для удосконалення робочих органів обладнання використовується SolidWorks - потужна CAD-система, яка включає SolidWorks CAD для тривимірної моделювання, SolidWorks Simulation для проведення інженерного аналізу, SolidWorks Flow Simulation для аналізу потоків рідин і газів та SolidWorks Motion для аналізу кінематики та динаміки механізмів. Процес удосконалення робочих органів обладнання з використанням SolidWorks включає наступні етапи: аналіз існуючої конструкції, що передбачає створення 3D-моделі існуючого робочого органу або його реверс-інжиніринг; параметричне моделювання з можливістю швидкої зміни розмірів та конфігурацій; топологічну оптимізацію для зменшення маси при збереженні міцності; інженерний аналіз, включаючи розрахунки на міцність, жорсткість, термічний аналіз та аналіз власних частот; моделювання робочих процесів із симуляцією взаємодії робочого органу з оброблюваним матеріалом або середовищем; багатоваріантне проектування для створення та порівняння декількох варіантів удосконаленої конструкції; підготовку технічної документації у вигляді креслень, специфікацій та інструкцій для виготовлення.

Результати. Застосування SolidWorks для удосконалення робочих органів обладнання дозволяє досягти значного підвищення експлуатаційних характеристик. Зокрема, можливе зниження маси деталей на 15-30% завдяки оптимізації форми та топології, що зменшує інерційні навантаження та енерговитрати. Важливим результатом є покращення гідро- та аеродинамічних характеристик робочих органів, що працюють з рідинами або газами, що призводить до зниження опору. Крім того, відбувається зменшення вібрацій за рахунок модального аналізу та відлаштування від резонансних частот. Також забезпечується можливість використання сучасних технологій виробництва, таких як адитивні технології та прецизійна обробка. Впровадження розроблених в SolidWorks рішень дозволяє оптимізувати технологічність виробництва, суттєво скоротивши час виготовлення деталей. На практиці застосування SolidWorks для удосконалення робочих органів дозволило досягти вражаючих результатів у різних галузях промисловості..

Висновки. Застосування SolidWorks в процесі удосконалення робочих органів обладнання забезпечує комплексний підхід до проектування, скорочення часу розробки та зниження витрат на дослідні зразки. Основними перевагами є підвищення якості кінцевих виробів, можливість параметризації розробок для швидкої адаптації під різні умови та інтеграція з технологіями Індустрії 4.0. Це робить SolidWorks ефективним інструментом для підвищення конкурентоспроможності продукції та оптимізації виробничих процесів у різних галузях промисловості.

Інноваційні рішення з експлуатації промислового обладнання

Вадим Піщик, Віктор Ворощук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Вступ. Інноваційні рішення з експлуатації промислового обладнання стають визначальним фактором конкурентоспроможності сучасних підприємств. Ці рішення спрямовані на максимізацію ефективності використання обладнання, мінімізацію незапланованих простоїв та оптимізацію витрат протягом життєвого циклу.

Матеріали і методи. Інноваційні рішення з експлуатації промислового обладнання базуються на комплексному застосуванні сучасних технологій та методів. Основою виступають системи предиктивної аналітики, що поєднують неперервний моніторинг параметрів обладнання із алгоритмами машинного навчання для раннього виявлення аномалій та прогнозування можливих відмов. Вони використовують дані від мережі сенсорів, встановлених на критичних вузлах обладнання, які фіксують вібрацію, температуру, акустичну емісію, електричні параметри та інші показники. Впровадження технологій доповненої реальності трансформуює процеси технічного обслуговування, надаючи технічному персоналу візуальні інструкції та доступ до технічної документації безпосередньо на робочому місці. Технології цифрових двійників забезпечують віртуальне моделювання роботи обладнання в різних режимах для оптимізації виробничих параметрів та попередження критичних ситуацій. Методи гнучкого планування технічного обслуговування на основі реального стану обладнання дозволяють переходити від планово-попереджувальних ремонтів до обслуговування за фактичним станом, що значно оптимізує використання ресурсів.

Результати. Впровадження інноваційних рішень з експлуатації промислового обладнання демонструє суттєве підвищення ефективності виробництва. Системи предиктивного обслуговування дозволяють виявляти потенційні відмови на ранніх стадіях, що зменшує кількість аварійних зупинок та пов'язаних з ними втрат. Стратегія обслуговування на основі фактичного стану обладнання оптимізує витрати на ТОiР через відмову від надлишкових регламентних робіт та запобігання передчасній заміні деталей. Використання мобільних технологій та доповненої реальності прискорює виконання ремонтних робіт та підвищує їх якість, особливо у випадку складного та унікального обладнання. Інтегровані системи управління ресурсами та енергоефективністю обладнання дозволяють оптимізувати споживання електроенергії, води, стисненого повітря та інших ресурсів під час експлуатації. На практиці впровадження інноваційних рішень призводить до суттєвого зростання загальної ефективності обладнання (OEE). Наприклад, у промислових умовах впровадження рішень з віддаленої діагностики та обслуговування дозволяє забезпечити високий рівень виробництва та відповідність стандартам безпеки.

Висновки. Інноваційні рішення з експлуатації промислового обладнання створюють фундамент для цифрової трансформації виробництва. Перехід від реактивних до проактивних стратегій обслуговування забезпечує підвищення надійності обладнання та зниження загальних витрат на його утримання протягом життєвого циклу. Ключовим фактором успіху є інтеграція технологічних рішень з організаційними змінами та розвитком цифрових компетенцій персоналу. Подальший розвиток технологій штучного інтелекту та промислового інтернету речей відкриває нові можливості для автономного функціонування та самообслуговування обладнання, що наближає виробництво до концепції "безлюдних фабрик".

Визначення теплофізичних властивостей суміші подрібнених коренів пряних овочів

Олена Бабанова¹, Світлана Прасол², Андрій Шевченко², Михайло Кайол²

1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 – Державний біотехнологічний університет

Вступ. Концентрати на основі пряних овочів у пасто- та порошкоподібному вигляді широко застосовують в технологіях різноманітної кулінарної продукції для придбання оригінальності органолептичних властивостей і збагачення корисними речовинами. Основною стадією їх виробництва передбачається тепло-масообмінна обробка шляхом випаровування та сушіння. Для визначення її раціональних режимів важливо мати уявлення про теплофізичні властивості, які змінюються в залежності від складу компонентів, що потребує уточнення для кожної конкретної рецептури.

Матеріали і методи. Було досліджено теплофізичні властивості суміші подрібнених коренів пряних овочів (петрушки, пастернаку, селери при їх співвідношенні 1:1:1) в залежності від зміни температури (20–80 °C), вологості (85–10 %) та насипної щільності (600–200 кг/м³). При цьому використано лабораторне оснащення – вимірювач теплопровідності ИТ-л-400 з модернізованим тепловим блоком для продуктів рідкої та сипкої консистенції та вимірювач теплоємності ИТС-400.

Результати і обговорення. У результаті проведених досліджень визначено вплив температури, вологовмісту та насипної щільності на теплофізичні властивості суміші подрібнених коренів пряних овочів (петрушки, пастернаку, селери, кропу). Встановлено, що зі зниженням вологості зменшується насипна щільність суміші. Так, якщо при вологості 85 % насипна щільність складає 600 кг/м³, то при 50 % – 400 кг/м³, а при 10 % – лише 200 кг/м³.

Коефіцієнт теплопровідності має тенденцію до збільшення при зростанні температури і зменшення зі зниженням вологості та насипної щільності. Наприклад, при вологості 85 % підвищення температури призводить до збільшення коефіцієнта теплопровідності в межах 0,63–0,71 Вт/(м·К). При зниженні вологості коефіцієнт теплопровідності має більш низькі значення, але характер його зміни в залежності від температури також має тенденцію до збільшення, зокрема при вологості 50 % – в межах 0,37–0,42 Вт/(м·К), а при вологості 10 % – в межах 0,113–0,137 Вт/(м·К).

Питома теплоємність має аналогічний характер змін. Наприклад, при вологості 85 % підвищення температури призводить до збільшення питомої теплоємності в межах 3710–4180 Дж/(кг·К), при 50 % – 2900–3270 Дж/(кг·К), а при 10 % – 2170–2380 Дж/(кг·К).

Коефіцієнт температуропровідності при зниженні вологості з 85 до 30 % несуттєво підвищується в межах (30,2–31,6)·10⁻⁸ м²/с, а при подальшому зниженні вологості до 10 % зменшується до (27,5·10⁻⁸) м²/с. Його помітних змін в залежності від температури не спостерігається. У висушеної суміші (при вологості 10 %) з підвищенням температури відзначається збільшення коефіцієнту температуропровідності в межах (26,0–28,8)·10⁻⁸ м²/с.

Висновки. Таким чином, було встановлено, що зниження вологості призводить до зменшення насипної щільності подрібненої суміші, коефіцієнт теплопровідності та питома теплоємність мають тенденцію до збільшення при зростанні температури та зменшення зі зниженням вологості та насипної щільності; помітних змін коефіцієнта температуропровідності не спостерігається.

Концепції збільшення профілактичної користі комбучі

Олег Дятел, Сергій Удодов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Комбуча – це чайний квас, який має унікальний біохімічний склад: містить антиоксиданти, вітаміни, мінерали та органічні кислоти, біологічно активні речовини з вихідної сировини, амінокислоти, мікро- та макронутрієнти. Даний напій є пробіотичним напоєм, який має оздоровчу та профілактично-лікувальну дію для людського організму.

У готовому напої містяться такі амінокислоти як валін, лейцин, ізолейцин, триптофан, фенілаланін, аскорбінова кислота, тіамін та рибофлавін та органічні кислоти. Ферментовані напої на основі чайного гриба мають дієтичну цінність, містять в собі ряд вітамінів групи В. Також комбуча багата на вітамін С, К2, а також мінерали калій, натрій, магній та залізо.

Матеріали та методи. Об'єктом досліджень є біохімічний склад готового ферментованого напою на основі чайного гриба; метою досліджень - встановлення актуального курсу на збільшення користі об'єкта досліджень.

Результати та обговорення. На сьогодні в продовольчій мережі напоїв існує відносно невеликий асортимент смакових відмінностей комбучі в межах до десяти смаків. Зважаючи на вищенаведений ряд корисних властивостей комбучі, є доречним збільшення цього асортименту. Актуальним напрямком розвитку виробництва ферментованих напоїв на основі чайного гриба є створення бази нових рецептур комбучі. Дана проблема розділяється на де-кілька напрямків. Перший напрямок – це збільшення профілактично-оздоровчої цінності напою, шляхом додавання цілющих рослин, трав та екстрактів під час проведення ферментації або додавання амінокислот чи функціональних органічних сполук після ферментації. В цьому напрямку не ставиться акцент на смакові якості, напій розглядається як функціонально-оздоровчий. Другий напрямок - це розробка рецептур комбучі з різними смаками шляхом додавання класичних смакових пряно-ароматичних добавок у вигляді фруктів, сухофруктів або ж будь-якої іншої рослинної сировини, яка в подальшому надасть індивідуальний смак готовій комбучі. Третім напрямком розвитку виробництва комбучі є збільшення терміну її зберігання та реалізації в продовольчій мережі. Дана проблема може бути вирішена шляхом глибокої модернізації процесів фільтрації та пастеризації готових ферментованих напоїв.

Висновки. Наведено можливі концептуальні напрямки збільшення користі комбучі, які можуть стати основою для подальших досліджень.

Література:

1. ISSN 1998-2666. COMMODITIES AND MARKETS, 2018, №3, THE FERMENTED BEVERAGES TECHNOLOGY BASED ON MEDUSOMYCES GISEVII V WITH SPICY AND AROMATIC HERBS, Oksana Vitriak, Lubov Tkachenko, Vitaliy Prybylskyi, pages: 90-99.

2. Food Resources 2020 Issue N 15 Article 09, KOMBUCHA WITH NON-TRADITIONAL PLANT RAW MATERIALS, Irina Grinenko, Roman Grushetskiy, Liubomir Khomichak, Lyudmila Zaychuk, pages: 84-90.

3. ISBN 978-1612124339, Hannah Crum, Alex LaGory, THE BIG BOOK OF KOMBUCHA: BREWING, FLAVORING, AND ENJOYING THE HEALTH OF FERMENTED TEA

Удосконалення камери для термічного оброблення м'ясопродуктів

Олена Бабанова¹, Сергій Беседа¹, Андрій Шевченко²

1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 – Державний біотехнологічний університет

Вступ. Камера для термічного оброблення м'ясопродуктів відноситься до обладнання м'ясопереробної промисловості і може бути використана при виробництві м'ясопродуктів.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є удосконалення камери для термічного оброблення м'ясопродуктів.

Результати і обговорення. Відомий пристрій для термічного оброблення м'ясопродуктів містить камеру, транспортер для переміщення рами з продуктом, вентилятор, кондиціонер, димогенератор, систему пульсуючого повітророзподілення, нагнітаючий та витяжний короби в верхній частині камери, нагнітаючий короб оснащений конічними насадками. Але даний пристрій має недоліки.

Недолік даного пристрою полягає в незначній інтенсивності процесу термічного оброблення м'ясопродуктів внаслідок нерівномірності розподілення робочого середовища в камері.

Удосконалення камери полягає у встановленні розподільчої решітки з щільними каналами, які утворюються вертикально розташованими паралельними пластинами, що дозволяє інтенсифікувати процес шляхом підвищення рівномірності розподілення робочого середовища, підвищити продуктивність камери, зменшити втрати тепла, знизити енерговитрати та покращити якісні показники м'ясопродуктів. В камері в нижній частині додатково встановлено розподільчу решітку з щільними каналами, які утворюються вертикально розташованими паралельними пластинами.

Робота камери для термічного оброблення м'ясопродуктів здійснюється наступним чином. Запропоноване удосконалення дає змогу виконувати послідовне оброблення м'ясопродуктів в режимах утеплення, копчення та сушіння.

Робоче середовище вентилятором подається в нагнітаючий короб при цьому робоче середовище проходить через кондиціонер і систему пульсуючого повітророзподілення, яка встановлена в середині короба, обдуваючи через конічні насадки рами з продуктом. Остаточне розподілення поступаючого в камеру робочого середовища відбувається завдяки поділу його на потоки при проходженні через вертикально направлені щільні канали, які утворюються вертикально розташованими паралельними пластинами розподільчої решітки.

Відбір відпрацьованого робочого середовища через витяжний короб відбувається постійно. Відпрацьоване робоче середовище змішується з повітрям, що виходить з кондиціонера, або димоповітряним середовищем, що подається від димогенератора, а потім вентилятором подається на рециркуляцію до нагнітаючого короба. Задані параметри робочого середовища і технологічні режими процесу оброблення м'ясопродуктів регулюються автоматично.

Висновки. Таким чином удосконалення камери дозволяє інтенсифікувати процес шляхом підвищення рівномірності розподілення робочого середовища, підвищити продуктивність камери, зменшити втрати тепла, знизити енерговитрати та покращити якісні показники м'ясопродуктів.

Література

«Пристрій для теплового оброблення ковбасних виробів» Бабанов І.Г., Бабанова О.І., Ястреба С.П. Патент на корисну модель № 133261, 2019 Україна МПК А22С11/00, опубл. 25.03.2019, бюл. № 6.

Підвищення ефективності роботи фільтру для солодових екстрактів у виробництві функціональних харчових продуктів

Антон Льовкін, Микола Десик, Леся Марцинкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Солодовий екстракт, багатий на біологічно активні речовини, має високу харчову цінність та лікувально-профілактичні властивості, що робить його цінним інгредієнтом для функціональних продуктів харчування. Одним із важливих етапів при виробництві солодового екстракту є процес фільтрації, оскільки він безпосередньо визначає склад, стабільність та харчову цінність кінцевого продукту. Крім того, даний процес є тривалим, тому удосконалення конструкції фільтра солодових екстрактів для збільшення його продуктивності є актуальним завданням.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є фільтраційний апарат засипом сировини, яка одночасно перероблюється 500кг (Рис.1). Дослідження роботи обладнання для фільтрації солодового екстракту зосереджено на аналізі швидкості сусли та турбулентності в підситовому просторі та відвідних трубках (Рис.2). Моделювання цих параметрів, а також геометрії переходів, виконано за допомогою Autodesk CFD.

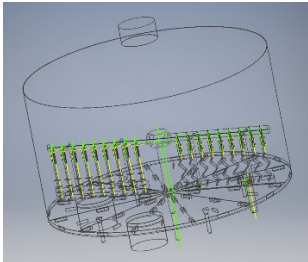


Рис. 1. Фільтраційний апарат.

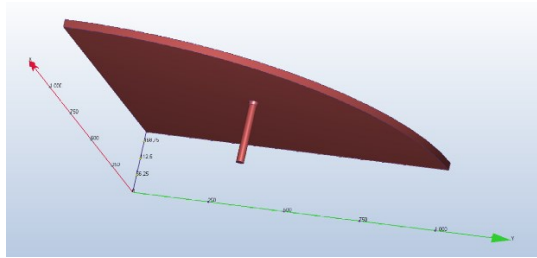


Рис. 2. Вузол дослідження.

Результати та обговорення. Дослідження було спрямоване на визначення раціональної геометрії конусних патрубків для відведення сусли з апарату. Розглядалися патрубки з різними діаметрами (32/25 мм – 80/25 мм), довжиною (11 мм – 102 мм) та кутами конуса (15° – 20°). Ці параметри були обрані відповідно до стандартів DIN, що застосовуються до нержавіючих приварних переходів.

При використанні кутового переходу 32/25мм маємо найменшу швидкість руху рідини, а отже довшу тривалість фільтрації. Найбільша швидкість рідини на виході з труби відбувається при використанні кутового переходу 50/25мм. (Рис.3.).

Висновок. Встановлено, що при використанні кутового переходу з наступними параметрами: довжиною кутового переходу 36 мм, кут переходу 20° , діаметри – 50/25мм, отримуємо збільшення продуктивності фільтраційного апарату на 15,4% та зниженням турбулентної кінетичної енергії руху рідини на 75,2% у порівнянні з найбільшим значенням, тобто при цих параметрах підмивання фільтраційного шару не відбувається, як наслідок якість сусли буде стабільною.

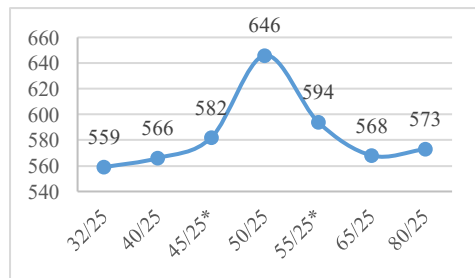


Рис.3. Швидкість фільтрації, мм/с

Моделювання процесу дозування в'язких харчових продуктів

Віктор Мусійчук, Олександр Гавва, Олександр Чепелюк, Олена Чепелюк
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На підприємствах харчової промисловості проблема якісного та точного дозування є однією із ключових. Продуктивність технологічних ліній значною мірою залежить від швидкості виконання операцій пакування взагалі і дозування зокрема.

З усього асортименту харчових продуктів значну частину складають в'язкі продукти, дозування яких є актуальним питанням для кондитерської, консервної, молочної та інших галузей харчових виробництв.

Матеріали та методи. Об'єктом досліджень є поршневий дозатор, який призначений для дозування (поділу на дози) в'язких харчових продуктів.

Для визначення раціональних конструкційних параметрів системи дозування в програмному комплексі SolidWorks Flow Simulation проведено імітаційне моделювання процесу дозування в'язких харчових продуктів поршневим дозатором. Дослідження базуються на комп'ютерній 3D моделі поршневого дозувального пристрою, яка створена у програмі SolidWorks.

Результати дослідження.

Моделювання перебігу процесу дозування в'язких харчових продуктів за допомогою засобів комп'ютерної техніки проводилося з метою виявлення можливих напрямків удосконалення та створення раціональної конструкції обладнання.

В програмі SolidWorks Flow Simulation досліджено процес дозування в'язких харчових продуктів (рис. 1).

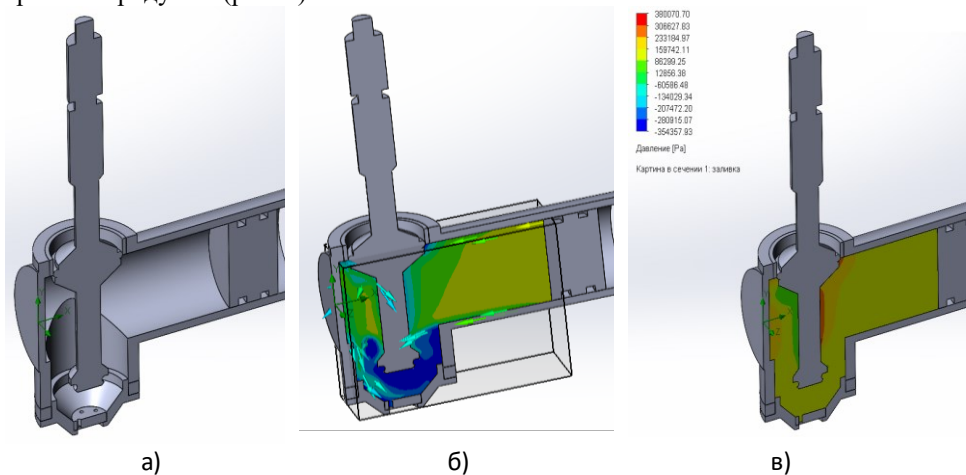


Рис. 1. Імітаційне моделювання процесу дозування в'язких харчових продуктів:

а – геометрична модель дозувального пристрою;

б – поле швидкостей; в – розподіл тиску в перерізі дозувального каналу

Висновок. В результаті проведеного імітаційного моделювання, опрацювання отриманих результатів у вигляді розподілу полів швидкостей і розподілу тиску в перерізі дозувального каналу залежно від реологічних властивостей продукції, продуктивності та величини дози сформовано рекомендації шляхів удосконалення конструкції поршневого дозатора з клапанним запірним пристроєм.

Удосконалення пристрою для термічного оброблення ковбасних виробів

Бабанова¹, Сергій Беседа¹, Андрій Шевченко²

1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 – Державний біотехнологічний університет

Вступ. Пристрій для термічного оброблення ковбасних виробів відноситься до обладнання м'ясопереробної промисловості і може застосовуватися при виробництві м'ясних продуктів, в тому числі, ковбасних виробів в натуральній та штучній оболонці.

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

Результати і обговорення. Відомий пристрій для термічного оброблення ковбасних виробів містить теплоізольовану камеру розділену на секції обжарювання, варіння та охолодження, всередині камери розташований ланцюговий транспортер з носіями для ковбасних виробів і систему подачі та відбору робочого середовища, калорифери і вентилятор.

Але даний пристрій має недоліки. Недолік відомого пристрою полягає в зайвій втраті продукту за рахунок налипання жиру і продуктів осадження диму на носіях ланцюгового транспортера для ковбасних виробів.

Удосконалення пристрою для термічного оброблення ковбасних виробів полягає у встановленні після секції охолодження механізму для санітарного оброблення носіїв ланцюгового транспортера. За рахунок встановлення механізму для санітарного оброблення носіїв ланцюгового транспортера, який складається з колектора з форсунками для розпилення промивної рідини і обертовими щітками зменшуються зайві втрати продукту за рахунок не налипання жиру і продуктів осадження диму та покращуються якісні показники ковбасних виробів.

Робота пристрою здійснюється наступним чином. Пристрій містить камеру, розділену на секції обжарювання, варіння і охолодження, яка встановлена на каркасі, теплоізоляційні панелі, розташований в камері ланцюговий транспортер з носіями. В нижній частині камери під транспортером розташовані повітропроводи, які входять в систему подачі і відбору робочого середовища, вентилятор і калорифери.

Після секції охолодження розташований механізм санітарного оброблення носіїв ланцюгового транспортеру. З секції охолодження після вивантаження ковбасних виробів носії ланцюгового транспортеру потрапляють в механізм санітарного оброблення, який складається з двох щіток, змонтованих на каркасі і колектору з форсунками для подачі промивної рідини. Колектор встановлений над холостою гілкою ланцюгового конвеєра, а щітки – під нею. Привід щіток індивідуальний. Каркас встановлений на катках таким чином, щоб механізм зміг висуватися для технічного обслуговування. Пристрій для термічного оброблення ковбасних виробів містить колектор збору і відводу відпрацьованої промивної рідини.

Запропонований пристрій дає змогу виконувати послідовне оброблення ковбасних виробів в режимах обжарювання, варіння і охолодження та санітарне оброблення носіїв ланцюгового транспортеру.

Висновки. Таким чином удосконалення пристрою для оброблення ковбасних виробів дозволяє запобігти зайвих втрат продукту за рахунок не налипання жиру і продуктів осадження диму та покращити якісні показники ковбасних виробів.

Література

Пат. Україна, МПК А22С 11/00. Пристрій для термічної обробки ковбасних виробів / І.Г. Бабанов, С.Д. Беседа, О.І. Бабанова. - № 106974; заявл. 11.12.2015; опубл. 10.05.2016, Бюл. № 9).

Модернізація розпилювального сушильного комплексу для крові

Іван Іванов¹, Олена Бабанова¹, Андрій Шевченко²

¹ – Національний університет харчових технологій

² – Державний біотехнологічний університет

Вступ. У зв'язку з різким збільшенням виробництва м'ясних продуктів в нашій країні зросли і ресурси крові, яка являється багатим джерелом повноцінних тварин білків, що дозволяє широко використовувати її у виробництві ковбас, напівфабрикатів, кормових продуктів, лікувальних і технічних фабрикатів.

На сучасних м'ясокомбінатах основним процесом перероблення крові, що отримується при забої худоби, є зневоднення її. Видалення вологи здійснюється по одно- або двоступеневому способу. У першому випадку кров піддають висушуванню, в другому - вакуум випаровуванню і висушуванню, або коагуляції і подальшому висушуванню.

При переробленні крові істотне значення має процес висушування. Строго дотримання необхідного режиму і постійної продуктивності сушарок впливає на собівартість і якість продукції.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є модернізація сушильного комплексу для крові.

Результати і обговорення. Найпоширенішим способом сушіння крові і плазми є їх розпилення з використанням струменя нагрітого повітря. Сушіння розпиленням триває протягом кількох секунд. Це дає змогу організовувати безперервний процес сушіння і повністю механізувати і автоматизувати роботу сушильних комплексів.

Недоліком сушіння розпиленням є контакт продукту в стані високої дисперсності з киснем повітря, що призводить до часткового окиснення його складових та низький коефіцієнт використання сушарки.

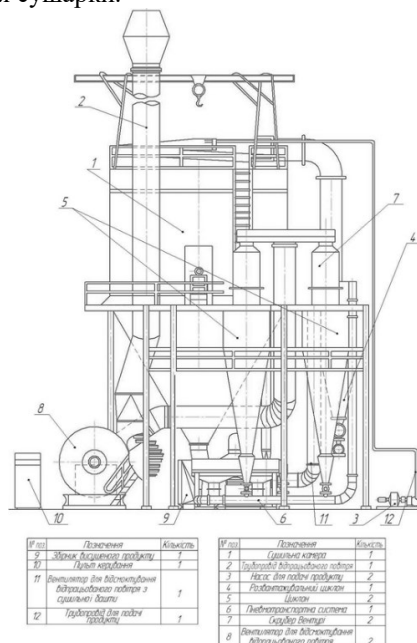


Рис. 1. Загальний вигляд сушильного комплексу для крові

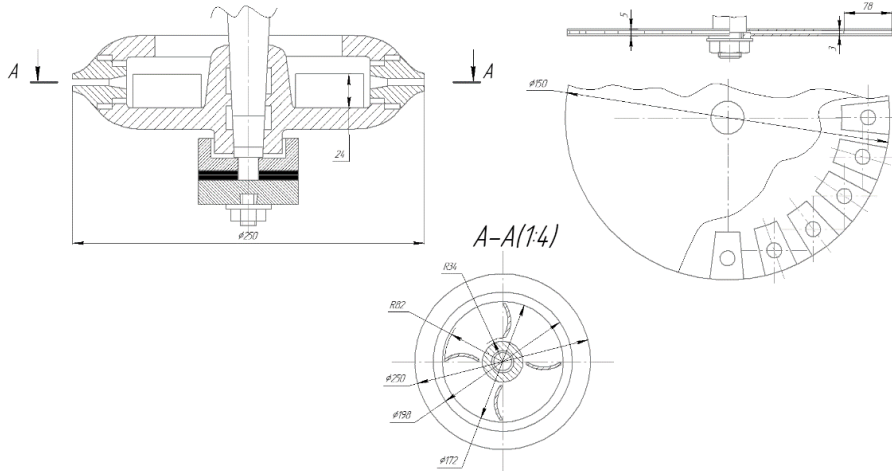
Для інтенсифікації процесу сушіння і підвищення економічної ефективності роботи апаратів можуть бути вибрані такі способи:

- використання більш високих початкових температур теплоносія в умовах автоматизованих контролю та регулювання температури;
- використання великих локальних швидкостей, пульсуючих газових потоків і вібрацій частинок матеріалу, закручених високошвидкісних потоків;
- застосування комбінованих способів сушіння і суміщення різних процесів в одному апараті;
- застосування як теплоносія перегрітої пари, одержаної при сушінні матеріалу;
- використання вторинних теплових ресурсів.

Апарат для сушіння крові входить у технологічні схеми для виробництва медичних препаратів, кормів (кров'яне борошно), технічної продукції (технічний альбумін).

Розпилювання матеріалу в сушарці здійснюється за допомогою розпилювального диска. Існує багато різновидів розпилювальних дисків.

Від ефективності роботи диска залежить продуктивність самої сушарки. Ми пропонуємо на внутрішню поверхню тарілчатого диска додати 4 пластини певної висоти. Пластини будуть встановлені під прямим кутом одна до одної. Ми пропонуємо зробити ці пластини не прямими а з заокругленнями. Впадину даної пластини потрібно зробити назустріч руху диска (тобто в протилежну сторону до напрямку колової швидкості диска). Такі пластини під час руху диска будуть захоплювати продукт, який подається на диск та краще розпиляти його по сушильній камері. За рахунок такої конструкції ефективність роботи розпилювальної сушарки збільшиться.



Висновки. Таким чином завдяки модернізації розпилювального сушильного комплексу для крові, а саме модернізації конструкції розпилювального диску збільшується ефективність роботи розпилювальної сушарки.

Робота модернізованого розпилювального сушильного комплексу для крові дозволить підприємству зекономити на паливо-мастильних матеріалах, зменшити площу, яку займає сушарка, та полегшити обслуговування сушарки, тим самим підвищивши прибуток.

Удосконалення пристрою для виробництва освітленої крові

Олена Бабанова¹, Сергій Беседа¹, Андрій Шевченко²

1 – Національний університет харчових технологій

2 – Державний біотехнологічний університет

Вступ. Пристрій для виробництва освітленої крові відноситься до м'ясопереробної промисловості, зокрема до галузі переробки крові, і може бути використаний при виробництві повноцінних білкових замінників м'яса та меланжу.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є удосконалення пристрою для виробництва освітленої крові.

Результати і обговорення. Відомий пристрій для виробництва освітленої крові, містить ємність для перемішування крові і розчину тринатрійполіфосфату, мірники з електроконтактним нагрівом, дозатор перекису водню, піногасник та запірні пристрої, які з'єднані між собою замкнутою системою циркуляції з відцентровим насосом.

Але даний пристрій має недоліки. Недолік відомого пристрою полягає в незначній інтенсивності процесу оброблення крові, що не забезпечує достатньої швидкості та рівномірності нагрівання всього об'єму крові та розчину тринатрійполіфосфату.

Удосконалення пристрою для виробництва освітленої крові полягає у встановленні мірників з надвисокочастотним нагріванням (НВЧ-нагрівання) для роздільного нагрівання компонентів. Удосконалення пристрою для виробництва освітленої крові дозволить інтенсифікувати процес освітлення шляхом рівномірності нагрівання всього об'єму крові та розчину тринатрійполіфосфату.

За рахунок встановлення мірників з надвисокочастотним нагріванням для роздільного нагрівання компонентів за рахунок чого інтенсифікується процес освітлення шляхом рівномірності нагрівання всього об'єму крові та розчину тринатрійполіфосфату.

Робота пристрою для виробництва освітленої крові здійснюється наступним чином. Кров надходить у мірник і протягом 5–10 хвилин нагрівається до 40 °С. Розчин тринатрійполіфосфату надходить у другий мірник і нагрівається до 80–90 °С протягом 5–10 хвилин. Потім компоненти самопливом надходять у ємність з водяною сорочкою для підігріву до 68–70 °С. На вході у насос подається розчин перекису водню та суміш компонентів. Синхронність подачі компонентів забезпечується керуванням із центрального пульта роботою електромагнітних клапанів. Після 2 кратної рециркуляції суміші всіх трьох компонентів досягається повне освітлення, насос вимикається і за допомогою вакууму освітлена спінена кров подається в піногасник, звідки перекачується в збірники освітленої та знепіненої крові.

Задані параметри компонентів і технологічні режими регулюються автоматично за допомогою пристроїв, встановлених на центральному пульті керування

Висновки. Таким чином удосконалення пристрою для виробництва освітленої крові дозволяє значно підвищити продуктивність, скоротити терміни теплового оброблення, зменшити витрати електроенергії, знизити втрати маси та розчинних речовин, виключити згортання та часткове освітлення продукту, а також підвищити його якість.

Література

Інноваційне обладнання харчових виробництв: навч. посіб. [Електронний ресурс] / Чепелюк О.М., Гавва О.М., Мирончук В.Г., Теличкун В.І., Удодов С.О., Бабанова О.І. За ред. проф. О.М. Гавви. — К.: НУХТ, 2024. — 584 с.

Практичні аспекти очищення валів гофрокартонажних машин за допомогою адаптивного шабера

Тарас Бутик, Сергій Володін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Надійне очищення валів у гофрокартонажних машинах — одна з основ стабільної та якісної роботи всього обладнання. Шабер виконує ключову роль у цьому процесі, адже саме він відповідає за точне та делікатне видалення залишків клею й інших забруднень. Проте, звичайні конструкції часто не справляються з цим завданням належним чином. Саме тому, актуальними стають адаптивні шабери, які поєднують осциляційний привід, сенсори та пневматичні системи для більш точного регулювання притискання, зниження зношення деталей і підвищення ефективності очищення.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження був шабер з осциляційним пневмоприводом, реалізований на базі пневмоциліндра, з вбудованою сенсорною підсистемою контролю тиску та місцеположення. Проектування шабера базувалося на аналізі динаміки взаємодії робочого органа з поверхнею циліндрів.

Результати. Фізичне моделювання (рис.1) здійснювалося на експериментальному стенді, оснащеному пропорційними регуляторами тиску серії ER200 та сенсорами зворотного зв'язку.

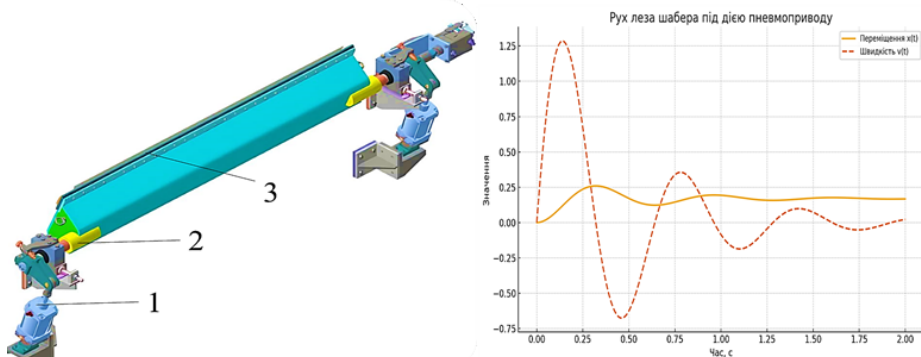


Рис.1. Загальний вид та кінематичні характеристики шабера пресового валу з механізмом осциляції: 1- привод, 2- корпус, 3 - лезо

Зібрані дані дозволили провести порівняльний аналіз між теоретичними та експериментальними результатами, а також ідентифікувати ключові фактори, що впливають на точність і стабільність очищення. На основі математичного моделювання динаміки пневматичного приводу шабера було визначено оптимальні параметри притискання леза до поверхні валу, які забезпечують ефективне очищення без перевищення допустимих навантажень.

Висновки. Система керування з реагуванням у межах 0,1–0,65с і тиском до 4 бар забезпечує швидкість переміщення каретки шабера до 1 м/с, з точністю позиціонування до 0,4 % від довжини ходу. Це відповідає критеріям ефективного очищення та дозволяє стабілізувати процес навіть за наявності збурень у пневмомагістралях.

Література

Volodin S., Gavva O., Hnativ T., Kryvoplyas-Volodina L. Dynamics of mechatronic function modules drives of flow technological lines in food production // Ukrainian Journal of Food Science. – Kyiv : Ukrainian Food Journal, 2018. – Vol. 7, No. 4. – P. 55–67. – URL: <https://nuft.edu.ua/doi/doc/ufj/2018/4/16.pdf>

Використання смарт технологій в процесі експлуатації та обслуговування промислового обладнання

Богдан Буцій, Віктор Ворошук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Вступ. Смарт технології трансформували процеси експлуатації та обслуговування промислового обладнання в механічних системах. Традиційні підходи з планово-попереджувальними ремонтами поступаються інтелектуальним системам моніторингу та предиктивного обслуговування. Механічні вузли, оснащені сенсорами, безперервно передають дані про свій стан, що дозволяє виявляти знос підшипників, розбалансування роторів, неспіввісність валів та інші дефекти на ранніх стадіях. Це створює основу для переходу від реактивного усунення поломок до проактивного запобігання відмовам.

Матеріали і методи. Основу смарт технологій складають спеціалізовані датчики. Вібраційні сенсори на підшипникових вузлах забезпечують контроль динамічних характеристик та спектральний аналіз вібрацій. Тепловізійні камери здійснюють моніторинг температурних режимів фрикційних пар. Системи аналізу мастильних матеріалів включають датчики забруднення, в'язкості та металевих частинок.

Дані акумулюються в єдиній аналітичній системі з алгоритмами машинного навчання для виявлення аномалій. Цифрові двійники дозволяють моделювати режими експлуатації та оцінювати залишковий ресурс. Мобільні додатки надають персоналу доступ до даних під час обходів.

Результати. Впровадження смарт технологій демонструє вагомі результати. Значно збільшилися міжремонтні інтервали завдяки своєчасному виявленню дефектів до їх розвитку в серйозні поломки. Зменшився час простоїв через швидку діагностику та локалізацію проблем. Інтелектуальні системи моніторингу дозволяють виявляти початкові ознаки зносу підшипників, мікротріщини в зубцях шестерень, проблеми з балансуванням та центруванням задовго до того, як вони призведуть до відмови. Значно зменшився час простоїв обладнання через швидку діагностику та локалізацію проблем. Система точно вказує на конкретний вузол, що потребує уваги, що дозволяє проводити цільові ремонти замість повного розбирання агрегатів. Час реагування на потенційні несправності скоротився завдяки системам раннього сповіщення та автоматичного призначення завдань обслуговуючому персоналу.

Оптимізація режимів роботи на основі аналізу механічних навантажень призвела до зменшення зносу компонентів та економії енергоресурсів. Техніка обслуговування за фактичним станом замінила планові ремонти, що оптимізувало витрати на запчастини. Накопичення та аналіз історичних даних про експлуатацію дав можливість виявити системні недоліки в конструкціях та розробити рекомендації щодо їх усунення. Це циклічно сприяє вдосконаленню як самого обладнання, так і методів його обслуговування.

Висновки. Смарт технології фундаментально змінюють обслуговування промислового обладнання, забезпечуючи перехід від періодичного контролю до безперервного моніторингу. Створення єдиної бази знань про типові механічні дефекти дозволяє систематизувати досвід та вдосконалювати майбутні конструкції. Перспективним напрямком є подальша інтеграція механічних компонентів з електронними системами для розвитку самодіагностики обладнання.

Підвищення продуктивності нарізання різьби для сталі плашкою

Сергій Кравченко, Юрій Бойко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою роботи є аналіз основних факторів, що впливають на продуктивність нарізання різьби, та розробка рекомендацій щодо її підвищення. Запропоновані підходи можуть бути корисними для оптимізації виробничих процесів у металообробних підприємствах та сприяти вдосконаленню технології різьбонарізання.

Матеріали і методи. Об'єкт дослідження – інструмент для нарізання різьби.

Результати. Одним із найпоширеніших методів створення зовнішньої різьби є використання плашок – спеціальних інструментів, що забезпечують точне формування профілю різьби. Плашкою можна нарізати зовнішні різьби різного типу (циліндричні, конічні, трубні, метричні і т.д.) на трубах і круглих сталевих заготовках. Вони широко застосовуються при складанні трубопроводів, виготовленні шпильок і болтів, прогону різьб і в інших цілях. При використанні машинної плашки на верстаті застосовують кріплення (рис 1.). Нарізання різьби плашками здійснюється вручну або на токарних верстатах, багатшпиндельних токарних автоматах і напівавтоматах, револьверних верстатах і на іншому обладнанні.



Рис. 1. Патрон для кріплення плашки на токарному верстаті

Одним з переваг плашки є її компактність, можливість застосування в польових умовах, роботи в важкодоступних місцях з обмеженим доступом. Різьблення нарізується за один прохід з реверсуванням, яке необхідно для згинчування плашки з заготовки. Нарізання різьби відбувається при швидкості від 2 до 4 м/хв, тому даний процес є малопродуктивний.

Підбір оптимальної швидкості обертання та подачі дозволяє зменшити зношення плашки та покращити якість нарізаної різьби. Дослідження показують, що для сталі рекомендується використовувати помірні швидкості різання (10-25 м/хв) та контрольоване навантаження. Додатково, важливо враховувати кут різання та параметри врізання, які впливають на зусилля різання та якість отриманої різьби.

Висновок. Підвищення продуктивності нарізання різьби для сталі плашкою можливе завдяки правильному вибору матеріалу плашки, використанню мастильно-охолоджувальних рідин, оптимізації режимів різання, покриття інструменту зносостійкими матеріалами, а також застосування сучасних технологій та методів контролю якості. Використання мастильно-охолоджувальних рідин допомагає зменшити тертя, запобігти перегріву та зносу плашки, що безпосередньо впливає на продуктивність процесу. Покриття інструменту спеціальними матеріалами, такими як нітрид титану (TiN) або цирконій-нітрид (ZrN), значно збільшує термін його служби та покращує якість обробки.

Застосування методів імітаційного моделювання систем масового обслуговування для умов серійного виробництва

Олексій Клебанович, Віктор Ворошук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Вступ. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування (СМО) є ефективним інструментом оптимізації серійного виробництва в умовах обмежених ресурсів. Цей підхід дозволяє виявляти "вузькі місця" виробничого процесу та прогнозувати наслідки змін у технологічних процесах. У серійному виробництві імітаційне моделювання допомагає балансувати завантаження обладнання, оптимізувати розмір партій та мінімізувати простої.

Матеріали і методи. Імітаційне моделювання СМО для серійного виробництва базується на теорії масового обслуговування з адаптацією до специфіки серійного виробництва. Методологія включає формалізацію виробничої системи як мережі систем масового обслуговування; збір даних про часові характеристики виробничих операцій; розробку імітаційної моделі з урахуванням стохастичної природи процесів; верифікацію моделі та проведення обчислювальних експериментів. Використовуються спеціалізовані пакети імітаційного моделювання, що дозволяють створювати дискретно-подієві моделі з урахуванням особливостей серійного виробництва: змінних розмірів партій, налаштування обладнання при переході між різними видами продукції та правил пріоритезації замовлень.

Результати. Застосування методів імітаційного моделювання СМО для умов серійного виробництва дозволяє досягти суттєвого підвищення операційної ефективності. Проведені дослідження дають можливість зниження тривалості виробничого циклу за рахунок оптимізації розмірів партій та послідовності їх запуску у виробництво. Значно підвищується коефіцієнт використання обладнання, що досягається завдяки балансуванню виробничих ліній та мінімізації простоїв через відсутність деталей або завантаження. Оптимізація міжопераційних запасів дозволяє скоротити обсяг незавершеного виробництва, що зменшує потребу в оборотних коштах та виробничих площах. Імітаційні моделі допомагають визначити оптимальну кількість та розташування буферних зон, що підвищує стійкість виробничої системи до випадкових збурень. Аналіз чутливості моделей дозволяє ідентифікувати критичні параметри процесу та розробити стратегії підвищення надійності виробничої системи. На практиці застосування імітаційного моделювання систем масового обслуговування на підприємствах серійного виробництва призводить до суттєвого економічного ефекту. Так, на машинобудівних підприємствах з серійним типом виробництва це - скорочення термінів виконання замовлень при одночасному зниженні виробничих витрат.

Висновки. Застосування методів імітаційного моделювання СМО для умов серійного виробництва є потужним інструментом підвищення ефективності промислових підприємств. Моделювання дозволяє досягти оптимального балансу між завантаженням обладнання, розміром виробничих партій та рівнем запасів, що призводить до скорочення виробничого циклу та зниження витрат. Інтеграція імітаційних моделей з системами оперативного управління виробництвом створює передумови для переходу до концепції "цифрових двійників" та реалізації принципів Індустрії 4.0 в умовах серійного виробництва.

Застосування адитивних технологій у виробничих процесах галузевого машинобудування

Степан Наконечний, Віктор Ворошук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Вступ. Адитивні технології, відомі як тривимірний друк, стали революційним кроком у сучасному машинобудуванні. Ці методи дозволяють створювати деталі шляхом пошарового нанесення матеріалу, що докорінно відрізняється від традиційних субтрактивних методів. Особливу цінність вони представляють при створенні складних геометричних форм, прототипів та малосерійних партій деталей. Впровадження адитивних технологій змінює підходи до проектування та виробництва обладнання, відкриваючи нові можливості для інновацій.

Матеріали і методи. У сучасному машинобудуванні застосовується кілька основних видів адитивних технологій, кожна з яких має свої особливості та галузі застосування. У машинобудуванні застосовується кілька основних видів адитивних технологій. Селективне лазерне спікання дозволяє створювати деталі з металевих порошків та полімерів. Стереолітографія використовується для виготовлення прототипів з фотополімерних смол. Метод екструзії матеріалу базується на пошаровому нанесенні розплавленого матеріалу через екструдер.

Матеріали постійно розширюються та удосконалюються. Сьогодні застосовуються різноманітні метали та сплави, включаючи нержавіючу сталь, титан, алюміній, а також полімери та композити. Процес виробництва починається з тривимірної CAD-моделі, яка перетворюється у спеціалізований формат даних та розбивається на шари.

Результати. Впровадження адитивних технологій призвело до значних результатів. Скоротився час розробки нових виробів завдяки можливості швидкого створення прототипів. Стало можливим виготовлення компонентів з внутрішніми порожнинами, невидимими каналами охолодження та іншими особливостями, які неможливо реалізувати традиційними методами.

Оптимізація топології деталей дозволила зменшити їх масу при збереженні міцнісних характеристик, що особливо важливо в аерокосмічній та автомобільній промисловості. З'явилась можливість виробництва запасних частин за потреби, без необхідності підтримувати великі складські запаси, а також створення унікальних виробів, адаптованих під специфічні потреби замовників.

Висновки. Адитивні технології фундаментально змінюють галузеве машинобудування, надаючи новий рівень свободи при розробці виробів. Можливість створення деталей складної геометрії відкриває нові горизонти для інженерного мислення та інновацій.

Незважаючи на певні обмеження, пов'язані з швидкістю виробництва та вибором матеріалів, адитивні технології стрімко розвиваються. Поєднання традиційних і адитивних методів дозволяє максимально ефективно використовувати переваги обох підходів.

Галузеве машинобудування входить у нову еру, коли дизайн виробів визначається функціональними вимогами, а не виробничими обмеженнями. Адитивні технології сприяють зменшенню екологічного впливу завдяки ефективнішому використанню матеріалів та можливості локалізації виробництва. Подальша інтеграція з іншими передовими технологіями обіцяє ще більш революційні зміни у галузі.

Розроблення процесу виготовлення обмежувача з використанням комп'ютерних технологій та підбором оптимальних режимів фрезерування

Володимир Петенко, Юрій Бойко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Процес фрезерування дозволяє створювати компоненти з широкого спектру матеріалів, від легких сплавів до високоміцних сталей, з високою точністю та складністю. З розвитком технологій, фрезерування зазнало значних змін. Впровадження числових програмних керувань (ЧПК) дозволило автоматизувати процес обробки, підвищити точність та скоротити час виготовлення деталей. Сучасні фрезерні верстати з ЧПК здатні виконувати складні операції з високою швидкістю та точністю, що робить їх незамінними в такій галузі, як машинобудування. Ефективне використання фрезерування вимагає не лише сучасного обладнання, але й розуміння технологічних процесів. Вибір правильного ріжучого інструменту, режимів різання, а також використання ефективних стратегій обробки.

Матеріали і методи. Об'єкт дослідження – пристрій (кондуктор) для закріплення і вивірка заготовки відносно інструмента – свердла. Мета даної роботи присвячена дослідженню та розробці кондукторного пристрою, який має на меті вдосконалення технологічного процесу свердління та полегшення даного виробничої операції.

Об'єкт дослідження – інструмент для високошвидкісного фрезерування деталі «обмежувач». Метою даної статті є розробка технологічного маршруту виготовлення виробу (обмежувач) з використанням CAD/ CAM у середовищі Autodesk ArtCAM, оцінювання та підбір оптимальних режимів різання.

Результати і обговорення. Основною ціллю роботи було виготовлення деталі "Обмежувач" із заготовки у формі диска. Матеріал заготовки бронза, диск $\varnothing 91$. Умови різання: Виборка в деталі $\varnothing 91$ на глибину 13мм; Швидкість руху фрези 30мм/хв; Обертання шпинделя верстата 10000 об/хв;

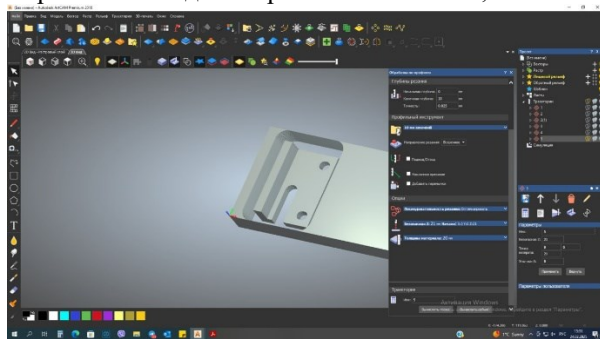


Рис. 1. 3d вигляд деталі в програмі ArtCAM після проведення всіх операцій

Візуалізація процесу оброблення деталі в середовищі ArtCAM. Після того як було задано всі параметри, що необхідні для процесу обробки, програма розпочала розрахунок траєкторії інструменту. По закінченню розрахунку був проведений аналіз траєкторії руху інструменту, а також створена 3d симуція вигляду деталі по закінченню всіх операцій (рис. 1).

Висновки. Розглянуто програмне забезпечення в системі ArtCAM і його переваги, зокрема забезпечення більш повної візуалізації техпроцесу її функціональні можливості. Визначено оптимальні режими різання при виборці та фрезерування пазів в деталі обмежувач.

Machines and apparatus of biotechnological and pharmaceutical production

Машини і апарати біотехнологічних та фармацевтичних виробництв

Influence of structural and operational parameters of a bead mill on the productivity and quality of yeast cell disruption

Maksym Kasyniuk, Artem Ponomarenko, Oleksii Gubenia

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The purpose of this study is to determine the influence of structural and operational parameters of a bead mill on the productivity and quality of yeast cell disruption.

Materials and Methods. The study focuses on the disruption of yeast cells. Experimental research was conducted using a laboratory bead mill operating at a rotor speed of 1350 rpm with beads of 0.6–0.8 mm in diameter. Cell disruption was evaluated using a digital microscope. Simulation modeling of the interaction between the working organs, grinding media, and suspension was performed in the ANSYS software environment.

Results. The degree of yeast cell disruption was determined using microscopy. Visual analysis showed that after 8 minutes of grinding, more than 85% of the cells were completely disrupted. Key signs of disruption included the loss of cell wall integrity, deformation of the morphological structure, and the release of intracellular components into the medium.

The key characteristic of stabilization is the formation of a steady stream of beads and material (yeast) circulating around a rotating rotor. 60° gaps on the discs direct the bead stream, ensuring maximum contact between the bead particles and the yeast cells. This avoids local stagnation zones where cell disruption could be less effective.

Process stability is also maintained by an optimal balance between rotor speed, bead diameter and material, and other operating parameters. During this phase, yeast cells that remain intact after the initial disruption are gradually disrupted by repeated bead impacts.

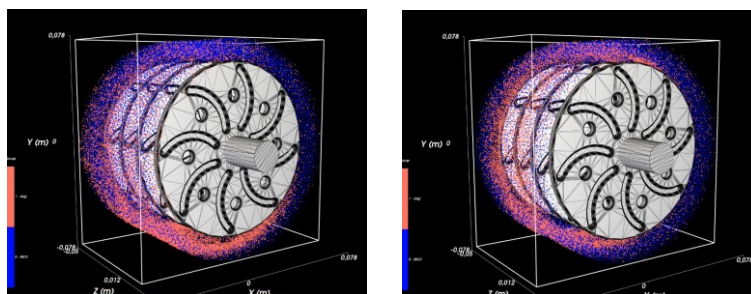


Fig. 1. Particle distribution in a bead mill during the stabilization period of cell destruction

It was proposed to use working discs with angle 60°. Maximum turbulence intensity was observed in the central zone of the working chamber near the surface of the discs. Maximum grinding efficiency was achieved using beads with a diameter of 0.6–0.8 mm and a rotor speed of 1350 rpm. Further increases in grinding time beyond 8 minutes had minimal impact on the degree of cell disruption but led to higher energy consumption.

Conclusion. It is recommended to use bead mill working organs in the form of discs with radial or spiral grooves. This design increases the contact area between the beads and the disc, thereby enhancing circulation intensity.

Assessment of destruction of microorganism cells during processing in bead mill

Kostiantyn Omelianenko¹, Maksym Kasyniuk¹, Oleksii Gubenia¹, Ionut Avramia²

1 – National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

2 – University "Stefan cel Mare", Suceava, Romania

Introduction. In studies of the processing of microorganisms cells in a bead mill, there is a need for a quick assessment of their destruction. Let us consider one of the methods of analyzing images under an optical digital microscope.

Materials and methods. Yeast cells in an aqueous suspension were destroyed in a bead mill, images of stained samples were analyzed under a microscope. Original magnification – 400, while the built-in camera magnifies the image and displays it on the screen. Approximate total magnification – 2000.

Results and discussion. The size of the cells on the monitor screen was about 1 cm. The cells had clear outlines, the background of the internal and external environments was distinguishable. The following stages of destruction are observed:

1. Cells of regular, slightly oval shape with a clearly visible wall and bud. The background of the medium and cells is light, slightly blue, uniform (Fig. 1).

2. The color of individual cells was tinted and became uneven dark blue (Fig. 2).

3. The cells became light again, the walls looked thinner, the shape of the cell structure became irregular, most often elongated, the cells accumulated and stuck together into agglomerates. The environment in the area of cell accumulations became unevenly blue. Probably, the cell disrupted, its contents under the action of centrifugal forces leaked out, adsorbing the dye and sticking together the cells (Fig. 3).

4. Fragments of irregularly shaped cells and cellular debris are observed inside individual unevenly blue accumulations (Fig. 4).

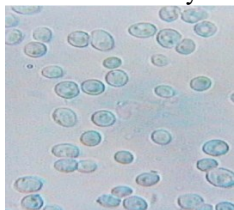


Рис. 1

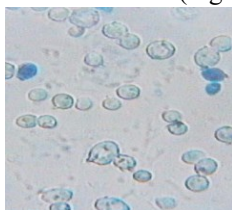


Рис. 2

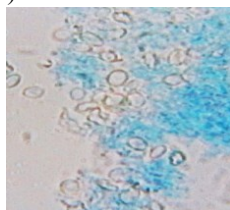


Рис. 3

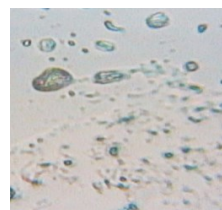


Рис. 4

Let's pay attention to the second stage. It proceeds unevenly, usually only a few cells in the image turned blue. Probably, when the cell walls disrupted, the dye penetrates the cell and stains the internal environment. Then, very quickly, under the action of centrifugal forces, the stained contents of the cell are released to the outside, and the color of the cell becomes light again. Therefore, when the stained cells disappear from the images, and their shape becomes incorrect, it can be assumed that the membrane of all cells has collapsed, and the process should be completed.

The assessment method has disadvantages: under the same conditions, there was a large spread in the duration of the stages. It is not clear at what point to complete the destruction process. For cells of some microorganisms, for example, chlorella algae, the method is not informative enough due to crumpling, accumulation and indistinctness of elements, the formation of an indistinct "mash".

Conclusion. The method of assessing the destructiveness analysis based on images from an optical digital microscope is fast, but its accuracy is questionable. The method is relative and does not allow to obtain a specific destructiveness value.

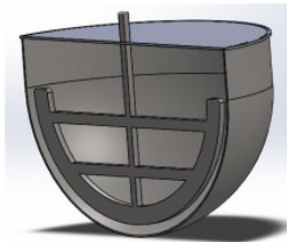
Improvement of the process and equipment for boiling jelly masses for the vitaminized sweets manufacturing

Tetiana Zuieva, Olena Kohan, Olena Chepeliuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Improving the process of jelly masses evaporation and the corresponding equipment makes it possible to meet the demand for high-quality functional confectionery products, reduce energy consumption and loss of raw materials, which is in line with current trends in sustainable development.

Materials and Methods. Simulation modeling of mass mixing in a cooking boiler with an anchor stirrer was used. The main parameters for evaluating the process efficiency are density, pressure, and flow rate in the system. The mixing options differed in the stirrer speed: 1 – 48, 2 – 30 and 3 – 60 rpm.



Cooking boiler model
unnecessary energy loss.

In variants 1 and 2, the velocity is characterized by sharp peaks, which may indicate local turbulence or uneven mixing. Option 3 has a more uniform velocity distribution, although peaks are also present. This may be caused by the optimal balance between turbulence and flow stability.

Analysis of options. **1.** Fluctuations in density and velocity are significant, indicating areas of uneven mixing. Energy consumption due to high velocity peaks may be higher than optimal. **2.** There is an improved density distribution, but excessive pressure drop and some velocity fluctuations are observed, indicating an irrational flow pattern. **3.** The best result in all parameters: rapid density stabilization, uniform pressure drop, optimal velocity distribution (intense, without excessive peaks) – ensures efficient mixing with minimal energy loss. This option can be recommended for implementation as energy efficient and with high-quality mixing.

Conclusion. Jelly vitamins made by the improved technology are enriched not only with traditional components (vitamins A, C, D, E) but also with natural additives, such as fruit juices, which increase the biological value and improve the taste. The results of the work demonstrate the prospects of the enhanced technology and equipment used for the production of functional jelly products. This makes it possible to create products with high added value.

References

1. Verschuren P.M. Functional Foods: Scientific and Global Perspectives. *British Journal of Nutrition*. 2012. №88. Suppl. 2. P. 125-130.
2. Gummy Making Machines – Confectionery Production Line Solution and Machinery. iSweetech. *Confectionery Production Line Solution and Machinery*. iSweetech. URL: <https://www.isweetech.com/gummy-makingmachines/>

Improvement of the separation device of the bead mill

Kyrylo Kozytskyi, Dmytro Osadchyi, Kostiantyn Omelianenko, Kateryna Hrininh
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Innovative continuous bead mills needs the device for separating of suspension from the beads. The centrifugal bead separator is the most effective compared with a gap or cartridge separator.

Materials and methods. The design of a centrifugal separator for a bead mill and the justification of its operation were developed based on the analysis of samples of innovative equipment and the theory of sedimentation of suspension particles in a centrifugal field.

Results and discussion. The separator is made in the form of a wheel mounted on a hollow rotor of a bead mill. Windows are cut out on the outer cylindrical surface of the wheel, into which the suspension with grinded product or disrupted microorganisms enters and is discharged through the hollow rotor.

The rate of particle sedimentation in gravitational and centrifugal fields depends on the size – smaller particles settle more slowly. The diameter of the beads is 0.3–2 mm, and the suspension particles are less than 0.05 mm, so the beads under the action of centrifugal forces move to the walls of the bead mill at a speed much higher than the particles.

The operating condition of the centrifugal separator: the flow rate of the suspension must be selected so that the speed of its movement into the separator is greater than the speed of movement of the particles outward under the action of centrifugal forces. The beads under the action of centrifugal forces move outward faster than the suspension particles and are thrown out of the separator, and the particles together with the liquid are discharged through a hollow rotor. The design in which the separator receives movement from own drive is more rational, because it allows you to set the optimal grinding modes and separation of the beads.

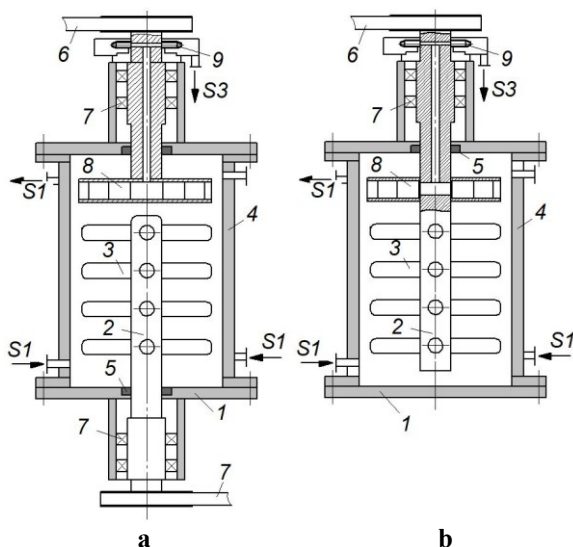


Fig. 1. Designs of working chambers of bead mills:

a – with a own drive of the centrifugal separator;

b – with a common drive of the rotor and centrifugal separator.

- 1 – cup;
- 2 – rotor;
- 3 – working elements (fingers or discs);
- 4 – cooling jacket;
- 5 – seal;
- 6 – drive;
- 7 – bearing assembly;
- 8 – centrifugal separator;
- 9 – suspension discharge device

Conclusion. The centrifugal separator of the bead mill allows for high-quality separation of the suspension from the beads, provided that the rotation speed is rationally chosen.

Effect of tablet density on their strength

Oleksandr Ziomenko, Serhii Samarchuk,
Anatolii Zhebrovskiy, Mykola Danyuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Tablet strength is a critical quality attribute that determines their ability to withstand mechanical stresses during transportation and storage, as well as their proper disintegration and dissolution in the human body. Tablet density is a key factor that directly affects their strength. A proper understanding of this relationship allows for the optimization of the manufacturing process and a reduction in the rate of defective products.

Materials and Methods. The study was conducted using tablets prepared from microcrystalline cellulose and lactose monohydrate by compressing granulated material under varying pressure levels. Tablet strength was determined using the standard pharmacopoeial method involving tablet fracture testing and force measurement.

Results. Experimental results revealed that increasing tablet density leads to a significant rise in mechanical strength. Specifically, when density increased from 1 g/cm³ to 1.5 g/cm³, the tablet strength increased by 20–30%. However, further densification (above 3.6 g/cm³) resulted in a decline in strength due to reduced tablet disintegration capacity, which negatively affects the bioavailability of active ingredients. The relationship between density and strength also varied depending on the excipients used. Tablets composed of lactose monohydrate exhibited higher strength compared to those made from microcrystalline cellulose, even at the same density. Additionally, tablet porosity was found to significantly impact strength, as highly porous tablets with high density demonstrated reduced strength due to internal defects and microcracks. Figure 1 presents the test results for tablets with varying bulk densities.

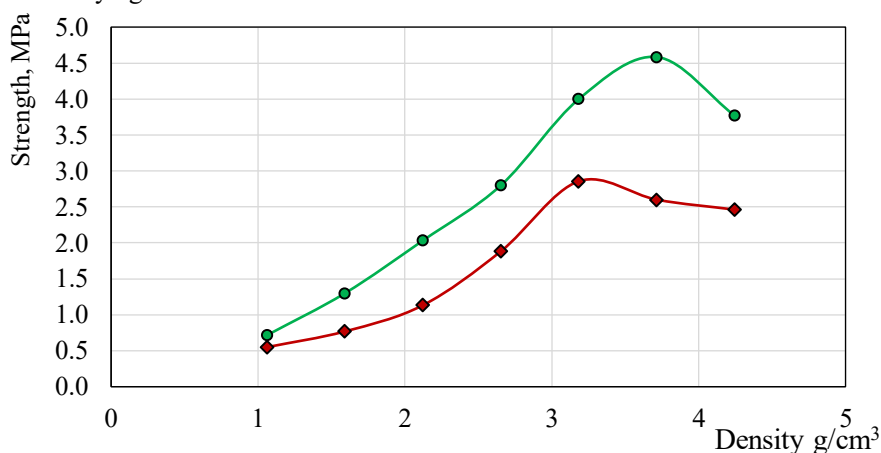


Figure 1. The Effect of Tablet Density on Their Strength

1 – lactose monohydrate 2 – microcrystalline cellulose

Conclusions. Bulk density is a critical parameter influencing tablet strength. The optimal density range is 2.4–3.2 g/cm³, within which maximum mechanical stability is achieved.

Визначення зруйнованості клітин дріжджів за виходом білка

Ульяна Бандура, Костянтин Омеляненко, Олексій Губеня

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У процесі руйнування клітинної оболонки мікроорганізмів у бісерному млині виникають питання: чи зруйнувалися клітини? Коли закінчити процес? Метод мікроскопії виявився неточним для оцінки зруйнованості, тому було випробувано інші методи, зокрема, за кількістю вивільнених білків.

Матеріали і методи. Досліджувалося руйнування суспензії із пресованих дріжджів у бісерному млині (концентрація – 40 г дріжджів на 100 г води). Для відділення вмісту клітин з оболонки використано лабораторну центрифугу. Визначення кількості білка в обробленій суспензії визначали рефрактометричним методом.

Результати і обговорення. Припущення: під час оброблення дріжджової суспензії у млині стінки клітин руйнуються, і вміст клітини під дією відцентрових сил вивільняється назовні. Зі збільшенням часу оброблення збільшується кількість вивільненого вмісту клітини, і, відповідно, вміст білка у суспензії. Розглянемо як змінювався вихід білка зі збільшенням часу оброблення (Рис. 1):

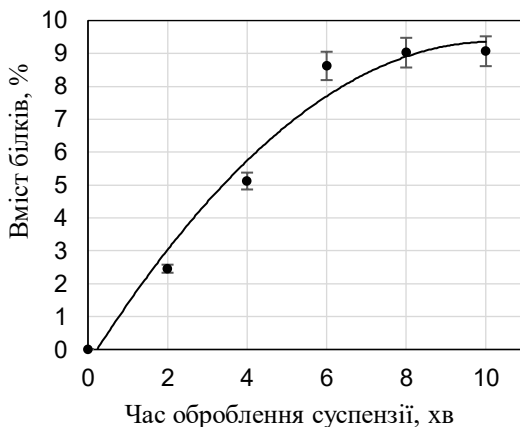


Рис. 1. Вплив часу оброблення дріжджової суспензії у бісерному млині на вміст вивільненого білка

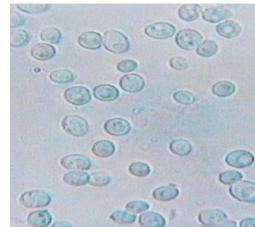


Рис. 2

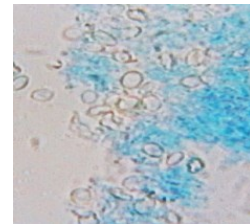


Рис.3

Порівняємо зміну вмісту білка у часі із зображеннями суспензії під оптичним цифровим мікроскопом. Зображення на рис. 2 загалом відповідає часу оброблення у бісерному млині від 0 до 2 хв, на ньому клітини не зруйновані; а зображення на рис. 3 – від 6 до 10 хв, де клітини зруйнувалися, це підтверджується неправильною формою і скупченням у агрегати.

Після 10 хвилин оброблення дріжджової суспензії вміст білку не збільшується, отже, процес варто зупинити і не витрачати зайві час та ресурси.

Висновок. Оцінку зруйнованості клітин дріжджів під час оброблення у бісерному млині можна робити за вмістом вивільненого білку. Цей метод також корелює із зображеннями з оптичного цифрового мікроскопу, проте ці зображення не є достатньо інформативними.

Інноваційні напрямки удосконалення процесів і обладнання для стерилізації та концентрації екстрактів з лікарської рослинної сировини

Богдан Данюк, Микола Десик, Олексій Губеня

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним з напрямків удосконалення виробництва АФІ є використання низькотемпературних методів переробки. Даний напрямок запропоновано реалізувати при стерилізації та концентрації екстрактів з лікарської рослинної сировини в вакуумному реакторі випарювання.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є процеси і обладнання стерилізації та концентрації екстрактів з лікарської рослинної сировини. Інноваційну складову виробництва досліджено на прикладі розроблення способу і обладнання для стерилізації та концентрації екстракту ехінацеї пурпурової в вакуумному реакторі випарювання. Аналіз техніко-економічної ефективності запропонованого методу визначали в порівнянні зі способом стерилізації та концентрації екстрактів з лікарської рослинної сировини, при якому використовується азотний реактор високого тиску.

Результати та обговорення. Дослідження було спрямоване на порівняння двох методів стерилізації рослинної сировини у реакторах з різними типами випарювання, а саме: вакуумне випарювання (Рис.1.) та азотний реактор високого тиску (Рис.2.), визначення їх переваг та недоліків.

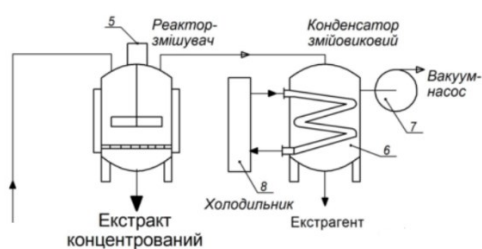


Рис. 1. Метод з використанням вакуумного реактора випарювання.

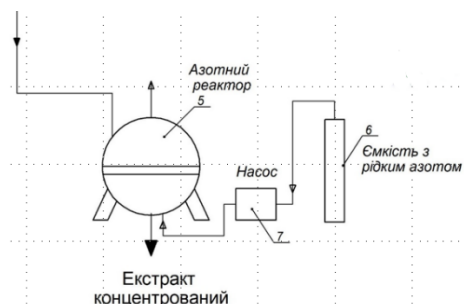


Рис. 2. Метод з використанням азотного реактору високого тиску.

Встановлено, що метод стерилізації та концентрування з використанням вакуумного реактора випарювання має такі переваги в порівнянні до методу з використанням азотного реактору високого тиску: 1) весь процес відбувається за температури 40°C, що дозволяє зберегти якість продукції та основні вітамінні комплекси; 2) має менші питомі витрати електроенергії на одиницю продуктивності (0,35 до 1,02 (кВт год) / (кг/год)); 3) вищий показник сухого залишку активних речовин (40 до 25 %); 4) багатофункціональну сферу застосування. До недоліків можна віднести меншу продуктивність.

Висновок. Метод стерилізації та концентрування з використанням вакуумного реактора випарювання є перспективним та потребує подальших досліджень.

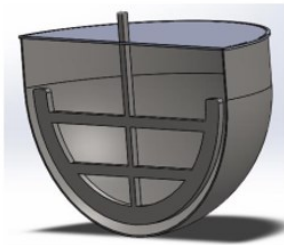
Удосконалення процесу та обладнання для уварювання желейних мас для виготовлення вітамінізованих цукерок

Тетяна Зуєва, Олена Кохан, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Удосконалення процесу уварювання желейних мас і відповідного обладнання дає можливість задовольнити попит на якісні функціональні кондитерські вироби, зменшити енерговитрати та втрати сировини, що відповідає сучасним тенденціям сталого розвитку.

Матеріали і методи. Застосовано імітаційне моделювання перемішування маси в уварювальному котлі з якірною мішалкою. Основні параметри для оцінювання ефективності процесу – густина, тиск і швидкість потоку в системі. Варіанти перемішування відрізнялися частотою обертання мішалки: 1 – 48, 2 – 30 і 3 – 60 об/хв.



Модель варильного котла

Результати і обговорення. У всіх трьох варіантах спостерігається початкова нерівномірність розподілу густини, пов'язана із зональним характером перемішування. Варіант 3 демонструє найбільш стабільний розподіл густини наприкінці процесу, що вказує на кращу рівномірність розподілу компонентів суміші.

У трьох варіантах тиск поступово змінюється, але лише у варіанті 3 спостерігається його плавне падіння без значних піків або нестабільностей. Стабілізація тиску в кінці говорить про стабільний потік і відсутність зайвих втрат енергії.

У варіанті 1 і 2 швидкість характеризується різкими піками, що може свідчити про локальні турбулентності або нерівномірність перемішування. Варіант 3 має більш рівномірний розподіл швидкості, хоча піки також присутні. Це може бути наслідком оптимального балансу між турбулентністю та стабільністю потоку.

Аналіз варіантів. 1. Коливання густини та швидкості є значними, що вказує на зони нерівномірного перемішування. Енергетичні витрати через високі піки швидкості можуть бути вищими за оптимальні. 2. Покращений розподіл густини, але спостерігається надмірний спад тиску й деякі коливання швидкості, що вказує на нераціональний характер потоку. 3. Найкращий результат за всіма параметрами: швидке стабілізування густини, рівномірне зменшення тиску, оптимальний розподіл швидкості (інтенсивний, без надлишкових піків). Це забезпечує ефективне змішування з мінімальними втратами енергії. Цей варіант можна рекомендувати для впровадження в реальному процесі виробництва як енергоефективний та з якісним перемішуванням.

Висновок. Желейні вітаміни, виготовлені за вдосконаленою технологією, збагачуються не лише традиційними компонентами (вітаміни А, С, D, Е), але й натуральними добавками, такими як фруктові соки, які підвищують біологічну цінність і покращують смакові властивості. Результати роботи демонструють перспективність удосконаленої технології та використаного обладнання для виробництва функціональних желейних продуктів. Це дозволяє створювати продукцію з високою доданою вартістю.

Вплив типу робочих органів на продуктивність руйнування клітин мікроорганізмів у бісерному млині

Костянтин Омеляненко, Дмитро Осадчий, Катерина Грінінг, Олексій Губеня
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мета досліджень – визначити вплив виду робочих органів бісерного млина на продуктивність руйнування клітин мікроорганізмів.

Матеріали і методи. Досліджуємо руйнування клітин дріжджів у водяній суспензії концентрацією 40 грам дріжджів пресованих на 100 грам води. Руйнування проводимо у бісерному млині вертикального типу періодичної дії. Робочі органи – класичні дискові та пальцеві. Бісер скляний, діаметром 0,5мм. Руйнування оцінювали за зображеннями підфарбованої суспензії зруйнованих дріжджів на оптичному цифровому мікроскопі.

Результати та обговорення. Спостерігалася такі етапи зміни зображень зруйнованості клітин:

1. Клітини правильної, злегка овальної форми з чітко видимою стінкою і брунькою. Фон навколишнього середовища – злегка блакитний рівномірний. Фон клітини молочно-білий.
2. Колір внутрішнього середовища зруйнованих клітин підфарбувався і став нерівномірним темно-синім. Етап відбувається дуже швидко і нерівномірно у часі проходив, ймовірно, через миттєве витікання внутрішнього середовища зруйнованої клітини дріжджів під дією відцентрових сил.
3. Клітини знову ставали світлими, стінки виглядали більш тонкими, форма клітинної структури ставала неправильною, найчастіше видовженою, клітини скупчувалися і злипалися у агломерати. Навколишнє середовище в зоні скупчень клітини із рівномірного легкоблакитного ставало нерівномірно темносинім. Ймовірно, клітина зруйнувалася, її вміст під дією відцентрових сил витік назовні, сорбує у себе барвник і призводить до злипань клітин.
4. Спостерігаються фрагменти клітин неправильної форми та клітинне сміття всередині окремих нерівномірно синіх скупчень.

Розглянемо, у який момент часу настає кожен з етапів (Таблиця 1).

Таблиця 1

Етап	Час настання етапу, хв	
	Дискові робочі органи	Пальцеві робочі органи
1	3	2
2	8	5
3	10	8
4	13	13

Отже, руйнування клітин пальцевими робочими органами відбувається швидше порівняно з дисковими. Це можна пояснити додатковими напруженнями стискання внаслідок вдавлювання бісеру пальцями.

Зауважимо, точність аналізу зображень низька, так як ступінь зруйнованості клітин не рівномірний і кожен етап має великий розкид за часом. Зазначимо, що пальцеві робочі органи швидше руйнують бісер в порівняно з дисковими. Це потребує додаткових досліджень.

Висновок. Пальцеві робочі органи більш ефективні для руйнування мікроорганізмів у бісерному млині.

Оцінка зруйнованості клітин мікроорганізмів під час оброблення у бісерному млині

Костянтин Омеляненко¹, Максим Касинюк¹, Йонуц Аврамія², Олексій Губеня¹
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна
Університет «Штефан чел Маре», Сучава, Румунія

Вступ. У дослідженнях оброблення клітин мікроорганізмів на бісерному млині виникає необхідність швидкої оцінки їх зруйнованості. Розглянемо один із методів аналізу зображень під оптичним цифровим мікроскопом.

Матеріали та методи. Клітини дріжджів у водній суспензії руйнували на бісерному млині, аналізувалися зображення підфарбованих зразків під мікроскопом. Оригінальне збільшення – 400, при цьому вбудована камера збільшує зображення і виводить на екран. Орієнтовне сумарне збільшення – 2000,

Результати і обговорення. Розмір клітин на екрані монітору був близько 1 см. Клітини мали чіткі обриси, розрізнявся фон внутрішніх і зовнішніх середовищ. Спостерігаються такі етапи руйнування:

1. Клітини правильної, злегка овальної форми з чітко видимою стінкою і брунькою. Фон середовища і клітин – світлий, злегка блакитний, рівномірний (рис. 1).
2. Колір окремих клітин підфарбувався і став нерівномірним темно-синім (рис. 2).
3. Клітини знову ставали світлими, стінки виглядали більш тонкими, форма клітинної структури ставала неправильною, найчастіше видовженою, клітини скупчувалися і злипалися у агрегати. Навколишнє середовище в зоні скупчень клітини ставало нерівномірно синім. Ймовірно, клітина зруйнувалася, її вміст під дією відцентрових сил витік назовні, сорбує барвник і злипає клітини (рис. 3).
4. Спостерігаються фрагменти клітин неправильної форми та клітинне сміття всередині окремих нерівномірно синіх скупчень (рис. 4).

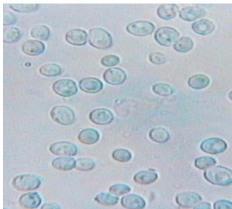


Рис. 1

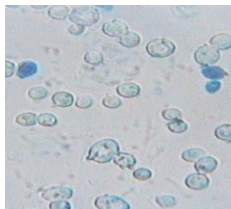


Рис. 2

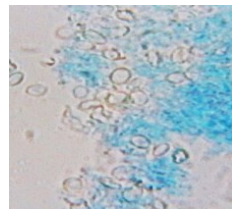


Рис. 3

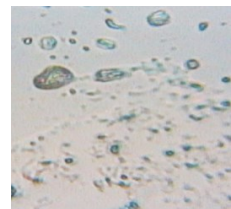


Рис. 4

Звернемо увагу на другий етап. Він проходить нерівномірно, зазвичай лише декілька клітин на зображенні стали синіми. Ймовірно, коли оболонка клітини зруйнувалася, барвник проникає в клітину і фарбує внутрішнє середовище. Далі, дуже швидко, під дією відцентрових сил, підфарбований вміст клітини вивільняється назовні, і колір клітини знову стає світлим. Отже, коли на зображеннях зникають підфарбовані клітини, і їх форма стає неправильною, то можна вважати, що оболонка всіх клітин зруйнувалася, і процес варто закінчити.

Метод оцінки має недоліки: за однакових умов був великий розкид у тривалості етапів. Не зрозуміло, у який момент завершити процес руйнування. Для клітин деяких мікроорганізмів, наприклад, водорості хлорели, метод є недостатньо інформативним через зминання, скупчення і нечіткості елементів, утворення нечіткої «Каші».

Висновок. Метод оцінки аналізу зруйнованості на основі зображень від оптичного цифрового мікроскопа є швидким, але його точність викликає сумніви. Метод є відносним і не дозволяє отримати конкретне значення зруйнованості.

Підвищення ефективності процесу формування виробів у роторній машині пресування таблеток

Дмитро Дудко, Олександр Чепелюк, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Найбільш поширеним методом перетворення активних фармацевтичних інгредієнтів у зручну для споживача форму є виробництво таблеток, які формуються на спеціальному обладнанні. Для підвищення ефективності роторного таблеткового обладнання необхідне ґрунтовне дослідження технологічних і конструктивних аспектів його роботи, зокрема аналізу механізму пресування.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є процес формування таблеток на роторному таблетковому пресі. В програмі SolidWorks 2020 було створено 3-D моделі деталей та їх складання. Для моделювання процесу використано програмний комплекс Altair EDEM, в якому реалізовано метод дискретних елементів. Цей підхід забезпечує детальну симуляцію взаємодії частинок порошку з елементами обладнання.

Результати дослідження. Геометричні моделі створені у SolidWorks, а процес формування промодельовано у Altair EDEM (рис. 1).

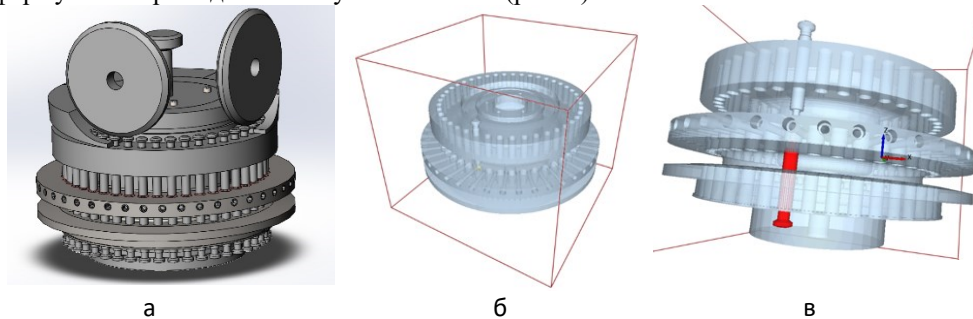


Рис. 1. Моделювання процесу формування таблеток:

- а – 3D модель пресуючого вузла таблетпреси Fette 2200i у програмі SolidWorks;
б – модель пресуючого вузла таблетпреси у Altair EDEM; в – рух нижнього пуансону

Дослідження дають можливість точно визначити оптимальні параметри процесу пресування, такі як: тиск на пуансони – визначення величини тиску, який необхідно застосувати до порошкової суміші для досягнення необхідної щільності таблетки, без ризику її деформації або руйнування; швидкість обертання ротора – оптимальний вибір швидкості обертання ротора забезпечує ефективне наповнення матриць порошком і забезпечує стабільність процесу пресування; час пресування – точний розрахунок часу, необхідного для формування таблетки, дозволяє мінімізувати кількість дефектів і знизити навантаження на обладнання; частота взаємодій пуансонів – для оптимізації розподілу порошку і забезпечення рівномірного тиску. Ці параметри мають вирішальне значення для підвищення ефективності роботи преса - досягнення стабільної продуктивності та поліпшення якості продукції.

Висновок. Одним з основних факторів, що обмежують стабільність виробництва таблеток, є залежність точності дозування від швидкості таблетування. Результати досліджень дали змогу не лише виявити ключові чинники, що впливають на рівномірність заповнення матриць і якість кінцевого виробу, а й запропонувати рекомендації щодо оптимізації конструкції та параметрів роботи механізму пресування.

Удосконалення сепараційного пристрою бісерного млина

Кирило Козицький, Костянтин Омеляненко, Катерина Гринінг
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Інноваційні бісерні млини безперервної дії передбачають наявність пристрою для відділення суспензії від бісеру. Відцентровий сепаратор бісеру є найбільш ефективним порівняно із щільовим або патронним.

Матеріали і методи. Розроблення конструкції сепаратора відцентрового типу для бісерного млина і обґрунтування його роботи проведено на аналізі зразків інноваційного обладнання і теорії осадження частинок суспензії у відцентровому полі.

Результати і обговорення. Сепаратор виготовляється у вигляді колеса, насадженого на пустотілий ротор бісерного млина. На зовнішній циліндричній поверхні колеса вирізані вікна, у які потрапляє суспензія з подрібненим продуктом або зруйнованими мікроорганізмами, і відводиться через пустотілий ротор.

Швидкість осадження частинок у гравітаційному і відцентровому полях залежить від розміру – менші частинки осідають повільніше. Діаметр бісеринки – 0.3–2 мм, а частинок суспензії – менше за 0.05 мм, тому бісер під дією відцентрових сил рухається до стінок бісерного млина зі швидкістю значно більшою, ніж частинки.

Умова роботи відцентрового сепаратора: витрату суспензії потрібно підібрати так, щоб швидкість її руху вглиб сепаратора була більшою за швидкість руху частинок назовні під дією відцентрових сил. Бісер під дією відцентрових сил рухається назовні швидше за частинки суспензії і викидається із сепаратора, а частинки разом з рідиною відводяться через пустотілий ротор. Конструкція, у якій сепаратор отримує рух від окремого приводу, є раціональнішою, тому що дозволяє налаштувати оптимальні режими подрібнення і відділення бісеру.

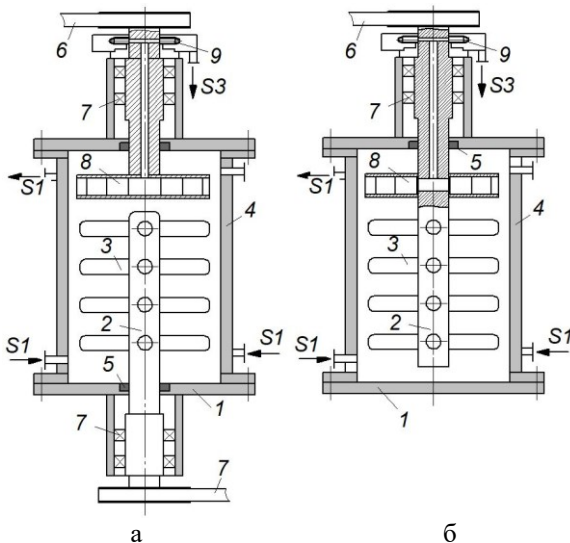


Рис. 1. Конструкції робочих камер бісерних млинів:

а – із окремим приводом відцентрового сепаратора;
 б – із спільним приводом ротора і відцентрового сепаратора.

- 1 – стакан;
- 2 – ротор;
- 3 – робочі органи (пальці або диски);
- 4 – охолоджувальна сорочка;
- 5 – ущільнення
- 6 – привід
- 7 – підшипниковий вузол
- 8 – відцентровий сепаратор
- 9 – пристрій відведення суспензії

Висновок. Відцентровий сепаратор бісерного млина дозволяє якісно розділити суспензію від бісеру за умови раціонального вибору швидкості обертання.

Алгоритм імітаційного моделювання механічного оброблення багатокомпонентних суспензій на прикладі руйнування клітин мікроорганізмів у бісерному млині

Артем Пономаренко, Максим Касинюк, Олексій Губеня

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Такий вид імітаційного моделювання поребує потужної обчислювальної техніки і собливих алгоритмів, які враховують рух робочих оргнаів, нафявність рідини та твердих частинок із різними властивостями.

Матеріали і методи. Аналіз інструкцій розробників програмного забезпечення і аналогічних досліджень.

Результати і обговорення. Алгоритм дослідження процесу подрібнення в бісерному млині, що включає використання ANSYS Fluent для моделювання рідинної динаміки та Rocky DEM для аналізу частинок.

1. Підготовка геометрії та створення сітки

Вхідні дані: Вибір параметрів бісерного млина (діаметр, довжина, форма робочих елементів, розмір робочої камери). **Кроки:**

1. Створення CAD-моделі бісерного млина (з урахуванням дисків, пальців, або інших елементів).
2. Імпорт моделі в ANSYS SpaceClaim для підготовки геометрії.
3. Розбиття геометрії на області: Область рідини (робоче середовище); Область рухомих частин (ротор, диски, або пальці).
4. Генерація обчислювальної сітки у Fluent Meshing з достатньою деталізацією для моделювання дрібних потоків.

2. Налаштування ANSYS Fluent для моделювання рідинної динаміки. Мета: Моделювання руху рідини у робочій камері. **Кроки:**

1. Імпорт сітки у ANSYS Fluent.
2. Вибір фізичних моделей (Турбулентність: використання моделі **k-ε** або **k-ω SST**; в'язкість: визначення властивостей рідини)
3. Задання граничних умов (швидкість обертання ротора, вхідний та вихідний потоки)
4. Проведення розрахунків (запуск стаціонарного або перехідного аналізу; збір даних про розподіл швидкості, тиску, турбулентності)

3. Експорт даних у Rocky DEM. Мета: Використання даних Fluent для моделювання взаємодії частинок. **Кроки:**

1. Експорт швидкостей, тисків та граничних умов з Fluent.
2. Імпорт даних у Rocky DEM для створення комбінованого моделювання.
3. Налаштування параметрів частинок (розмір, щільність, форма бісеру, властивості подрібнюваного матеріалу).
4. Визначення граничних умов (Вплив потоків з Fluent на рух частинок, Взаємодія частинок із робочими елементами)

4. Моделювання в Rocky DEM. Мета: Аналіз динаміки частинок у робочій камері. **Кроки:**

1. Вибір моделі контакту частинок: фрикційна взаємодія між частинками.
2. Проведення розрахунків: аналіз розподілу частинок, кількості контактів, та енергії; Візуалізація траєкторій руху частинок.
3. Збір ключових метрик: Кількість фрикційних контактів (Contacts Frictional); Куттові швидкості (Average Rotational Velocity); Густина частинок (Neighbor Count).

5. Аналіз результатів та висновки. Мета: Інтерпретація даних для покращення конструкції бісерного млина. **Кроки:**

1. Аналіз результатів Fluent (розподіл швидкостей, зон турбулентності та тисків; виявлення "мертвих зон" або зон надмірного перенапруження).
2. Аналіз результатів Rocky DEM (Ефективність подрібнення за кількістю контактів частинок).

Вплив конструкційних та режимних параметрів роботи бісерного млина на продуктивність і якісні показники руйнування клітин дріжджів

Максим Касинюк, Артем Пономаренко, Олексій Губеня

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою дослідження є визначення впливу конструктивних і режимних параметрів роботи бісерного млина на продуктивність і якість руйнування клітин дріжджів.

Матеріали і методи. Досліджується руйнування клітин дріжджів. Експериментальні дослідження проводилися на лабораторному бісерному млині при швидкості обертання ротора 1350 об/хв з використанням бісеру розміром 0,6–0,8 мм. Оцінювання руйнування клітин здійснювалося за допомогою цифрового мікроскопу. Імітаційне моделювання взаємодії робочих органів з робочими тілами та суспензією виконано в програмному середовищі ANSYS.

Результати. Ступінь зруйнованості клітин дріжджів визначено за допомогою мікроскопії. Візуальний аналіз показав, що через 8 хвилин руйнування понад 85% клітин зазнали повного руйнування. Основними ознаками руйнованості були втрата цілісності клітинної стінки, деформація морфологічної структури та вихід внутрішньоклітинних компонентів у середовище.

Ключовою характеристикою стабілізації є формування сталих потоків бісеру та матеріалу (дріжджів), які циркулюють навколо обертового ротора. Висічки під кутом 60° на дисках спрямовують потоки бісеру, забезпечуючи максимальний контакт між частинками бісеру й клітинами дріжджів. Це дозволяє уникати локальних зон застою, де руйнування клітин могло б бути менш ефективним.

Стабільність процесу також підтримується оптимальним балансом між швидкістю обертання ротора, діаметром і матеріалом бісеру, а також іншими режимними параметрами. За цієї фази клітини дріжджів, що залишилися цілими після початкового руйнування, поступово руйнуються під дією багаторазових ударів бісеру.

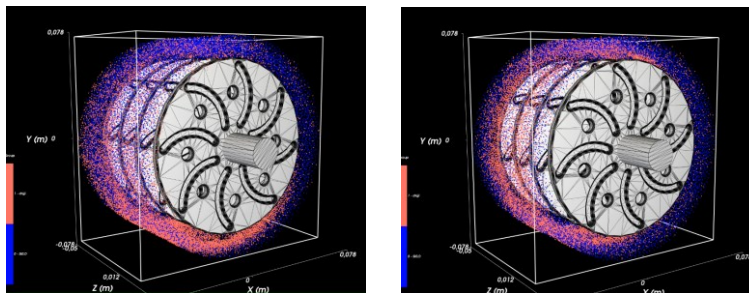


Рис. 1. Розподіл частинок у бісерному млині у період стабілізації руйнування клітин

Максимальна ефективність руйнування досягається при використанні бісеру діаметром 0,6–0,8 мм та швидкості обертання ротора 1350 об/хв. Подальше збільшення часу руйнування понад 8 хвилин незначно впливає на ступінь руйнованості, але збільшує енерговитрати.

Висновок. Рекомендовано використовувати робочі органи бісерного млина у вигляді дисків із виточеними променеподібними або спіралеподібними пазами. За рахунок цього збільшується площа контакту бісеру з диском і, відповідно, інтенсивність циркуляції.

Вплив конструктивних параметрів і режимів роботи пресувального обладнання на міцність і стираність таблеток

Олександр Зьоменко, Сергій Самарчук, Анатолій Жебровський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Робота спрямована на оцінку та аналіз міцності та стираності таблеток. Це дослідження не містить медичних заяв і спрямоване виключно на оцінку впливу процесних параметрів роботи пресувального обладнання та різного ступеня пресування таблеток.

Матеріали і методи. Практична частина роботи була виконана на потужностях «АТ ФАРМАК» з використанням таблетпресу KORSCH XL100. Для аналізу міцності використовували 2 зразки таблеток на основі мікрокристалічної целюлози та моногідрату лактози. Тестування проводили на лабораторному тестері "Erweka TAR II". Для кожної ітерації тестування було відібрано по 45 таблеток, що відповідає кількості пар пуансон-матриця в таблетпресі. Тиск пресування фіксували за допомогою тензодатчиків в таблетпресі. Аналіз стираності проводили за стандартною фармакопейною методикою, на обладнанні «ERWEKA», по 10 разів для кожного зі зразків таблеток.

Результати і обговорення. Міцність таблетки зростає з 0,6 до 4,5 мПа при зміні насипної щільності від 1 до 3,5 г/см³. При чому міцність починає стрімко зменшуватись після значення щільності на рівні 3,5 г/см³, що свідчить про процеси руйнування таблетки.

Збільшення тиску пресування впливає на збільшення міцності досліджуваних зразків з 3 до 40 до 100 Н, після досягнення значення тиску 200 мПа, значення міцності залишається сталим.

При дослідженні впливу густини таблеток на зусилля основного пресування, отримано і сформовано криві які описують залежність цих параметрів з перевіркою достовірності апроксимації. не достатньо зрозуміла поведінка – майже прямопропорційна залежність між густиною таблетки і зусиллям пресування. І, водночас, отримуємо таблетки із принципово різною залежністю міцності та стираності від густини.

Результати аналізу впливу густини на стираність аналізували за рекомендованими значеннями європейської фармакопеї. Отримані значення групували, описуючи характер поведінки та дефекти таблетки, та провели їх математичний аналіз.

Порівняльний аналіз результатів зі світовими дослідженнями дає позитивний результат та впевненість в правильності отриманих даних.

Висновки. На основі отриманих результатів було сформовано рекомендації по догляду та обслуговуванню обладнання в міжпроцесі, вибору режимних параметрів роботи машини, та лімітів якісних показників таблетки. Сформовані графіки дають можливість прогнозування поведінки таблетки, та виборі оптимальних режимів для мінімізації браку.

Вплив густини таблеток на їх міцність

Олександр Зьоменко, Самарчук Сергій,
Анатолій Жебровський, Микола Данюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Міцність таблеток є важливою характеристикою їх якості, що визначає здатність витримувати механічні навантаження під час транспортування та зберігання, а також здатність таблеток до правильного розчинення в організмі людини. Густина таблеток є ключовим фактором, який прямо впливає на їх міцність. Правильне розуміння цієї залежності дозволяє оптимізувати технологічний процес і зменшити кількість браку.

Матеріали і методи. Для дослідження використовувалися таблетки, виготовлені на основі мікрокристалічної целюлози та моногідрату лактози, шляхом пресування гранульованої маси з різними навантаженнями. Міцність таблеток визначалася за стандартною фармакопейною процедурою, методом руйнування таблетки, з визначенням зусилля.

Результати. Під час експериментів було встановлено, що з підвищенням густини таблеток спостерігається значне зростання їх міцності. Зокрема, при збільшенні густини з 1 г/см³ до 1,5 г/см³ міцність таблеток зросла на 20-30%. Однак, при подальшому ущільненні (вище 3,6 г/см³) спостерігалася тенденція до зменшення міцності через зниження здатності таблетки до розпаду, що негативно впливає на біодоступність активних інгредієнтів. Залежність між густотою та міцністю також змінюється в залежності від використовуваних ексципієнтів. Таблетки, виготовлені з моногідрату лактози, мали вищу міцність порівняно з тими, що були виготовлені з мікрокристалічної целюлози, навіть при однаковій густині. Крім того, виявлено, що пористість таблеток має значний вплив на міцність, оскільки більш пористі таблетки при високій густині давали меншу міцність через внутрішні дефекти та тріщини. Результати тестування таблеток з різними значеннями насипної щільності наведено на рисунку 1.

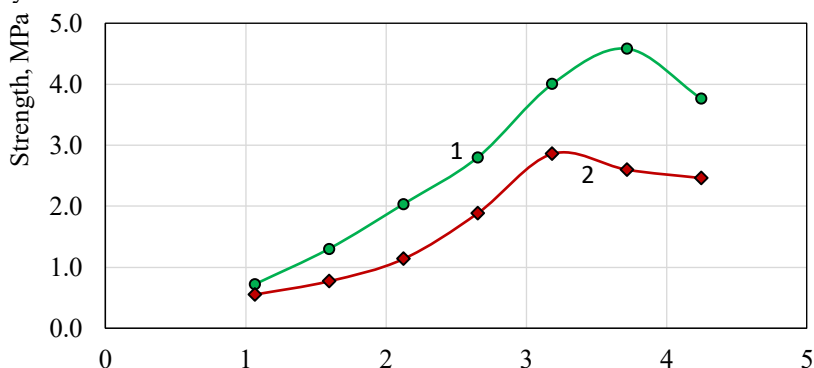


Рис. 1 Вплив густини таблеток на їх міцність
1-моногідрат лактози 2-целюлоза мікрокристалічна

Висновки. Насипна щільність є ключовим параметром, що впливає на міцність таблеток. Оптимальним є діапазон 2,4–3,2 г/см³, при якому досягається максимальна механічна стабільність.

13.2.

Computer technologies of design and manufacture of packaging

Chairperson – prof. Oleksandr Gavva

Secretary – Lesia Martsynkevych

13.2.

Комп'ютерні технології дизайну та виготовлення упаковки

Голова – професор Олександр Гавва

Секретар – Леся Марцинкевич

Bibliometric Study on Biodegradable Active Food Packaging: Trends, Challenges, and Future Directions

Șuian Bianca, Sonia Amariei

Faculty of Food Engineering, Ștefan cel Mare University, Suceava, Romania

Introduction. Global concerns about the transfer of microplastics from packaging into food products have increased as evidence of the negative impact of these particles on human health and the environment continues to grow. In this context, biodegradable packaging made from natural polymers emerges as a promising solution due to its ability to reduce pollution caused by conventional plastic materials. Additionally, it can incorporate bioactive compounds with antimicrobial or antioxidant properties, thereby extending the shelf life of products and enhancing food safety.

Materials and methods. The study involved a bibliometric analysis and a systematic review of the literature on active biodegradable packaging. Data were collected from the international academic database Dimensions.

Results. The bibliometric analysis demonstrates the increasing concentration of publications in the field of active food packaging, suggesting the growing importance of this topic within the scientific community. This is also reflected in the steadily rising number of citations, as well as the presence of papers in high-impact journals, indicating the significant recognition of this field.

Moreover, studies have increasingly started to address interdisciplinary topics, combining research from areas such as materials science, food technology, and environmental sustainability. These aspects open the way for international collaborations that may lead to industry-applicable inventions, addressing challenges related to microplastic pollution, food preservation efficiency, and reducing the carbon footprint of packaging. The thematic maps created highlight the main research directions, such as the use of natural polymers and the integration of bioactive compounds in packaging.

Conclusions. As a result of the bibliometric analysis, emerging themes and promising directions in biodegradable packaging research have been identified, such as the integration of bioactive compounds and the development of innovative solutions for extending shelf life and preventing the transfer of microplastics. Therefore, a shift towards sustainable sources, rather than traditional ones, is essential to address current challenges. This transition not only reduces environmental impact but also promotes the efficient use of resources, thus contributing to the development of innovative and sustainable solutions in the packaging sector.

References

1. Chernysh, Y. Y., Balintova, M., Roi, I. O., & Demcak, S. (2021). Polymer materials: bibliographic data analysis and trend detection, Ukraine.
2. Dirpan, A., Ainani, A. F., & Djalal, M. (2023). A bibliometrics visualization analysis of active packaging system for food packaging. *Heliyon*, 9(8), Indonesia.

Подарункова картонна упаковка для шоколадних цукерок

Євгенія Бабенко, Наталія Кулик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Цукерки – це чудовий подарунок як в будні дні так і на свята. В свою чергу подарункова упаковка для шоколадних цукерок забезпечує зберігання продукту та створює перше враження про продукт. На сьогодні окрім цих чинників є досить важливим екологічність упаковки, можливість повторного використання, вторинної переробки та застосування відновлювальних ресурсів.

Мета роботи: Розробити картонну упаковку для цукерок що не лише забезпечить надійний захист продукту від зовнішніх чинників, а й приверне увагу споживача оригінальністю конструкції та дизайну, з врахуванням екологічних аспектів та впливу на навколишнє середовище.

Матеріали та методи: Упаковка виготовляється з двостороннього картону з застосуванням лакування, без склеювання. Конструктив вирізається, бігується та перфорується на плотері. Упаковка складається з основи та кришки, для з'єднання елементів кришки застосовуються "замочки".

Результати: Щоб зацікавити споживача подарункова упаковка має бути особливою. Тож розроблена картонна коробка для цукерок «Любіть Україну» має оригінальну конструкцію: після відкриття вона перетворюється на витончену цукерницю, яка цікаво представляє смаколики та робить їх привабливішими. Дизайн коробки сповнений українським духом: національні кольори, орнамент у стилі петриківського розпису та назва «Любіть Україну» — рядок зі знаменитого вірша Володимира Сосюри, що став символом любові до рідної землі. Особливість конструкції — її прихований зміст. Після відкриття коробка розкривається, нагадуючи квітку, яка промовляє: «Любіть Україну, і вона розквітне!».



Упаковка виготовлена з картону з застосуванням лакування, її можна вторинно переробити та виготовити інші вироби. Але особливістю розробленої упаковки є можливість її повторного використання. Коробочка може застосовуватись споживачем як для повторного розміщення та зберігання в ній цукерок в індивідуальному пакуванні так і для зберігання ювелірних чи дрібних предметів, адже зібрана упаковка має форму шестигранної скриньки.

Висновки: Розроблена коробка для шоколадних цукерок має оригінальну конструкцію та дизайн, завдяки чому упаковка вирізняється з поміж інших та здатна зацікавити споживача. Дана упаковка виготовляється без склеювання та може вторинно використовуватися або перероблятися, а це зменшує негативний вплив на навколишнє середовище.

Багатофункціональна упаковка для блістерів із фармацевтичними препаратами

Андрій Гришук, Олександр Гавва, Леся Марцинкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виробництво як первинного, так і вторинного пакування для фармацевтичних препаратів супроводжується суворими вимогами до конструкції упаковки та поліграфічного оформлення. Здебільшого тверді лікарські форми пакуються в блістери, які в подальшому розміщуються в картонній упаковці (вкладаються у картонну упаковку). Для вторинної упаковки особливо важливо забезпечити зручність у використанні, інформаційний супровід продукції, маркування та додаткові функціональні елементи. Ринок упаковки фармацевтичних препаратів в Україні потребує зручної у використанні та багатофункціональної упаковки.

Методи та методики. Підрунтям створення нової упаковки для блістерів були результати аналізу інформаційних та патентних джерел та опитування споживачів різних вікових категорій. Для виготовлення упаковки обрано картон коробковий типу хром-ерзац, крейдований. Цей матеріал ідеально відповідає вимогам фармацевтичної галузі завдяки своїм високим захисним властивостям та міцносним показникам.

Результати досліджень. На основі інтеграції існуючих розробок створено нову конструкцію картонної пачки, головною інновацією якої є використання бічної застібки для багаторазового відкривання та закривання, зберігаючи її функціональність і вміст (рис.1).

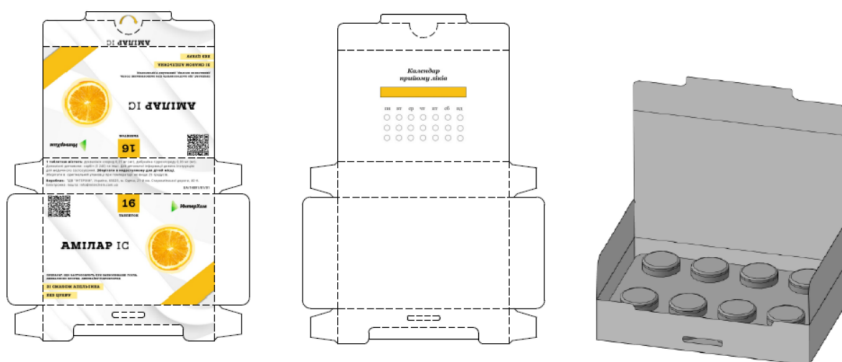


Рисунок 1 – Картонна упаковка для блістерів із фармацевтичними препаратами

Додатково передбачено закріплення інструкції з використання препаратів поліетиленовою клейкою стрічкою на зовнішній стороні пачки. Таке рішення полегшує доступ до інформації та звільняє місце всередині упаковки для зберігання блістерів. Конструкція пачки також забезпечує: зручне та щільне розміщення блістерів для запобігання їх зміщенню; зручне виймання та вкладання використаного блістера; інтеграцію QR-коду для доступу до додаткової інформації; нанесення внутрішнього календаря для контролю прийому ліків; високу стійкість до зовнішніх впливів та відповідність екологічним нормам; розташування самоклеючої етикетки для захисту від фальсифікації.

Висновки. Проектвана картонна упаковка вирізняється інтегрованою бічною застібкою для багаторазового відкривання, внутрішнім календарем прийому ліків, приклеєною інструкцією на зовнішній стінці та QR-кодом для доступу до додаткової інформації. Ці елементи забезпечують зручність використання, інклюзивність та розширену функціональність, що робить упаковку унікальною в своєму сегменті.

Розробка фірмового стилю в контексті пакування та поліграфічної продукції

Анастасія Салієнко, Ольга Єжова

Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна

Вступ. Фірмовий стиль – це комплекс графічних та дизайнерських елементів, які формують візуальну ідентичність компанії. Він є важливим чинником у впізнаваності бренду та створенні його унікального образу. Сучасний ринок характеризується високим рівнем конкуренції, і компанії, які прагнуть закріпити свої позиції, повинні мати чітко сформований візуальний образ. Фірмовий стиль допомагає не лише виділитися серед конкурентів, а й встановити довгострокові відносини зі споживачами, формуючи їхню довіру та лояльність.

Актуальність дослідження. Одним із ключових аспектів фірмового стилю є його застосування у пакуванні та поліграфічній продукції. Саме ці елементи є першими точками контакту між брендом і споживачем, відіграючи визначальну роль у створенні першого враження. Грамотно розроблений фірмовий стиль сприяє впізнаваності компанії, а якісні поліграфічні матеріали та привабливе пакування підсилюють її ринкові позиції. Крім того, фірмовий стиль дозволяє створити єдину концепцію бренду, яка легко інтегрується в різні рекламні кампанії та маркетингові матеріали.

Результати дослідження

Основні складові фірмового стилю

Логотип – центральний елемент, який ідентифікує компанію та забезпечує її впізнаваність.

Фірмові кольори та шрифти – важливі для створення єдиного стилістичного образу бренду.

Слоган – коротке гасло, яке підкреслює місію компанії.

Елементи корпоративної поліграфії – візитки, бланки, упаковка, бірки та наліпки.

Пакування як частина фірмового стилю

Пакування продукції є не лише засобом захисту товару, а й потужним маркетинговим інструментом.

Поліграфічна продукція у підтримці бренду

Поліграфічні матеріали, такі як каталоги, буклети, листівки, є ефективним засобом комунікації з клієнтами. Вони повинні бути виконані у єдиному стилі, що підкреслює індивідуальність бренду.

Висновки.

Фірмовий стиль є основою впізнаваності бренду та його комунікаційної стратегії. Його реалізація через пакування та поліграфічну продукцію допомагає створити цілісний образ компанії, зміцнити її позиції на ринку та забезпечити довіру споживачів.

Фірмовий стиль є основою впізнаваності бренду та його комунікаційної стратегії. Його реалізація через пакування та поліграфічну продукцію допомагає створити цілісний образ компанії, зміцнити її позиції на ринку та забезпечити довіру споживачів.

Таким чином, успішна розробка фірмового стилю в контексті пакування та поліграфічної продукції є важливим кроком для компаній, що прагнуть зміцнити свої позиції на ринку, підвищити рівень довіри серед клієнтів і створити конкурентні переваги.

Особливості графічного дизайну картонної упаковки для шоколадних цукерок

Катерина Пекарчук, Олександр Гавва, Вікторія Морфлюк-Щур
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний ринок кондитерських виробів висуває високі вимоги не лише до якості продукції, але й до її візуального представлення. Графічний дизайн картонної упаковки для шоколадних цукерок є ключовим елементом у формуванні іміджу продукту, його позиціонуванні на ринку та залученні споживачів. Аналіз поточного стану ринку упаковки для шоколадних цукерок виявив ряд суттєвих недоліків. Зокрема, спостерігається недостатній захист продукту від зовнішніх факторів, що призводить до погіршення його якості. Не всі види упаковки забезпечують належний захист від механічних пошкоджень, що негативно впливає на цілісність цукерок. Також, виявлено обмежене використання дизайнерських можливостей для підвищення впізнаваності бренду та привернення уваги споживачів. Крім того, існуючі упаковки не завжди забезпечують зручність транспортування та зберігання продукції, що може спричинити її псування.

Матеріали і методи. Методологія розробки упаковки для глазурованих шоколадних цукерок з мигдалевим франжипаном ґрунтується на принципах експертного аналізу ключових факторів, фундаментальних концепціях графічного дизайну, правилах теорії кольору та логістичних аспектах пакування. Також враховуються маркетингові стратегії для залучення цільової аудиторії, ергономічні характеристики для забезпечення зручності використання, а також екологічні вимоги до матеріалів, що дозволяє створити ефективне, естетично привабливе та функціональне рішення.

Результати та обговорення. Об'єктом пакування є глазуровані шоколадні цукерки з мигдалевим франжипаном. Розробка упаковки для такого продукту є комплексним процесом, що вимагає врахування як технічних, так і маркетингових аспектів. Упаковка повинна забезпечувати належний рівень захисту продукту від зовнішніх чинників, відповідати вимогам зручності у використанні, бути привабливою для цільової аудиторії та містити необхідну інформацію для споживачів.

Аналіз уподобань споживачів засвідчив, що найбільш затребуваним видом упаковки є картонна групова упаковка з вкладеним полімерним корексом та індивідуальним пакуванням кожної цукерки в алюмінієву фольгу. Така конструкція дозволяє досягти кількох ключових переваг: картонна упаковка забезпечує естетичний зовнішній вигляд, інформативність, а також захист від механічних пошкоджень та впливу зовнішнього середовища; полімерний корекс сприяє фіксації кожної цукерки, запобігаючи їх зміщенню та деформації під час транспортування; індивідуальна упаковка з фольги підвищує рівень гігієнічності продукту, зберігає його якість навіть після відкриття основної упаковки.

Додатковим елементом графічного дизайну є POP-UP елементи, що створюють ефект об'ємного зображення, надають упаковці унікальності та підсилюють емоційний зв'язок зі споживачем. Такий підхід не лише сприяє підвищенню продажів за рахунок «вау-ефекту», а й дозволяє використовувати упаковку як сувенір, що залишає приємні спогади про місто Київ.

Таким чином, розроблена концепція упаковки відповідає сучасним ринковим вимогам, забезпечує високу якість зберігання продукту та формує позитивне враження серед споживачів, підвищуючи його конкурентоспроможність на ринку шоколадних виробів. На рис. 1 наведено 3D моделі картонної групової упаковки, а на рис. 2 показано упаковку з елементом POP-UP в середині.



Рис. 1 – 3D модель картонної упаковки для шоколадних цукерок



Рис.2 – картонна упаковка в середині з елементами POP-UP

Висновки. Графічний дизайн картонної упаковки для шоколадних цукерок є важливим складником успішного просування продукту на ринку. Оптимальне поєднання кольорової гами, шрифтових рішень, графічних елементів та ергономічності упаковки сприяє її привабливості, підвищує конкурентоспроможність товару та формує позитивне сприйняття бренду споживачами.

Процес створення нової упаковки – це багатоетапна задача, що вимагає знань у галузі дизайну, інженерії, маркетингу та технології виробництва. Важливо не лише розробляти нові конструкції та забезпечувати зручність упаковки, але й використовувати графічний дизайн як ефективний засіб маркетингової комунікації. Дизайн упаковки – це не просто естетичне оформлення, а стратегічний інструмент, який сприяє підвищенню рівня продажів, впізнаваності бренду серед конкурентів і встановленню емоційного зв'язку між брендом та споживачем.

У сучасних умовах ринку необхідно чітко розуміти мету створення кожного елемента дизайну, орієнтуватися на потреби та вподобання цільової аудиторії, підлаштовуючи візуальні та інформаційні компоненти упаковки під її очікування. Саме такий підхід дозволяє формувати лояльність споживачів, підвищувати довіру до бренду та забезпечувати його успішну присутність на ринку.

Отримані результати дослідження можуть бути використані для розробки ефективних дизайнерських рішень у сфері пакування кондитерських виробів, що відповідатимуть сучасним тенденціям, екологічним стандартам і маркетинговим вимогам.

Література.

1. Солодкий дизайн: особливості розробки упаковки цукерок
<https://koloro.ua/ua/dizajn/solodkyj-dyzajn-osoblyvosti-rozrobky-upakovky-czuckerok/>
2. Шредер В.Л., Пилипенко С.Ф. Упаковка з картону: ІАЦ «Упаковка», 2004.560 с.

Картонна упаковка для закваски для йогурту

Ольга Романюк, Наталія Кулик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасна упаковка для харчових продуктів виконує не лише захисну, а й інформаційну та інтерактивну функції. Особливо актуально це для дитячих продуктів, де важливим є створення цікавого та корисного досвіду для маленьких споживачів. Упаковка для закваски для йогурту, розроблена в межах даної роботи, поєднує у собі функціональність, екологічність та навчальний компонент у вигляді розвиваючої гри. Мета роботи – розробити картонну упаковку для закваски для йогурту для дітей, яка включає інтерактивну складову – гру, що допомагає дітям вивчати цифри, фрукти та основи арифметики, забезпечуючи зручне та безпечне зберігання продукту.

Матеріали та методи. Для виготовлення упаковки використано екологічний картон, який підлягає вторинній переробці та для саше-пакетиків спеціальний папір з полімерним покриттям, що розчиняється у воді. Основним методом нанесення зображень є цифровий друк, який забезпечує друк змінних дизайнів, високу чіткість кольорів і деталей. Дизайн виконаний у ніжних відтінках – блакитному та рожевому, що асоціюється з дитячою продукцією.

Результати. Створена упаковка поєднує в собі функціональність, екологічність та інтерактивність. Вона виконана з екологічних матеріалів та представляє собою картонну коробку, яка містить дев'ять окремих кубиків, кожен з яких є елементом гри та водночас контейнером для саше-пакетиків із закваскою. Це рішення забезпечує зручність використання продукту, а також сприяє розвитку дитини. Кожен кубик містить графічні елементи для навчання – цифри, фрукти та базові арифметичні операції. Таким чином, дитина не лише отримує якісний натуральний продукт, але й має можливість у захопливій формі знайомитися з числами, рахунком та назвами фруктів. Дизайн упаковки виконано у ніжних відтінках – блакитному та рожевому, що асоціюється з дитячими продуктами та викликає довіру у батьків. Візуальне оформлення також містить зображення дитини, яка їсть йогурт, що допомагає формувати позитивний імідж продукту та стимулює інтерес маленьких споживачів. Завдяки використанню цифрового друку вдалося досягти високої чіткості зображень, що робить упаковку привабливою та інформативною.



Таким чином, результати розробки демонструють, що упаковка для дитячої закваски для йогурту не лише виконує свою основну функцію – збереження продукту, а й сприяє розвитку дитини, формує корисні харчові звички та підтримує екологічні тенденції у виробництві пакувальних матеріалів.

Окрім функціональності та естетичної привабливості, велика увага приділена екологічності матеріалів. Використаний картон є повністю придатним для вторинної переробки, а папір з полімерним покриттям, яке розчиняється у воді, зменшує негативний вплив на навколишнє середовище. Завдяки цьому упаковка відповідає сучасним вимогам екологічної безпеки та сталого розвитку.

Висновки. Розроблена упаковка поєднує в собі екологічність, зручність використання та інтерактивність, що робить її привабливою для батьків і корисною для дітей. Використання гри як елементу упаковки сприяє формуванню у дитини позитивного ставлення до здорового харчування та навчання через гру.

Проектування упаковки для плитки шоколаду

Владислав Бутенко, Леся Марцинкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Важливість упаковки для шоколадної плитки полягає в забезпеченні: безпеки, зберігання, маркетингової привабливості та повторного використання упаковки. Мета роботи – розроблення екологічно безпечної, естетичної та функціональної упаковки, з повторним використанням.

Матеріали і методи. Проведені маркетинговий аналіз існуючих упаковок для шоколадних плиток, опитування споживачів, технологічні дослідження було розроблено конструкцію та дизайн упаковки для плитки шоколаду.

Як матеріал для упаковки було обрано картон через його екологічність та дизайнерські можливості. Плитка додатково загорнута у фольгу.

Результати досліджень. Розроблена упаковка для чорно-білої плитки шоколаду враховує вподобання споживачів і передбачає повторне використання упаковки для гри в шашки. Для створення атмосфери настільної гри використовуються дерево і пергамент, а поєднання темних і світлих кольорів нагадує гральну дошку. На звороті упаковки є схема, як правильно її розкрити для використання як ігрового поля, як зображено на рис. 1. Фольга захищає шоколад від вологи, повітря та світла, а картонний чохол додає міцність і виконує маркетингову функцію.



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

Висновки. У результаті проведеної роботи була розроблена упаковка для чорно-білої плитки шоколаду, яка поєднує естетичні, функціональні та екологічні аспекти. Використання картону та фольги дозволяє ефективно захищати шоколад від вологи, повітря та світла, що допомагає зберегти його свіжість та смак. Крім того, картонна упаковка має високу міцність і може бути повторно використана у вигляді ігрового поля для гри в шашки, що підвищує цінність продукту для споживачів і збільшує його привабливість. Завдяки такому підходу упаковка не тільки виконує свою основну функцію захисту продукту, але й дає можливість продовжити її використання, що позитивно впливає на екологічність та сприяє збільшенню продажів.

Література

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

POP-дисплей для продуктів спортивного харчування фірми «Sport beast»

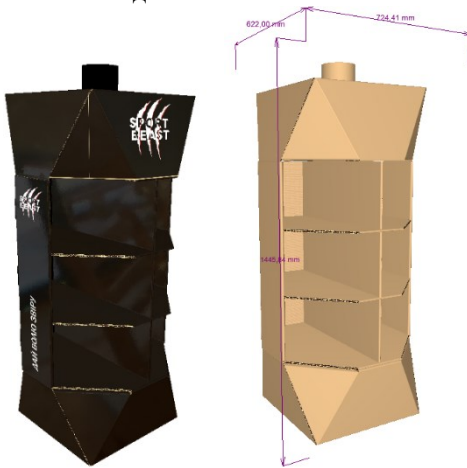
Ілля Черниш, Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. POP-дисплей (Point of Purchase Display) – це рекламний стенд або конструкція, розташована в місці продажу для привернення уваги покупців до конкретного товару чи бренду. Вони використовуються в супермаркетах, магазинах електроніки, аптеках та інших торгових точках для стимулювання імпульсивних покупок.

Мета роботи. При розробці POP-дисплею поставлено задачу розробити дизайн та конструктив POP-дисплею, який би привертав увагу споживачів.

Матеріали та методи. Гофрокартон – це один із найпоширеніших матеріалів для виготовлення POP-дисплеїв завдяки його легкості, міцності та екологічності. Він складається з кількох шарів паперу: зовнішніх гладких шарів (лайнерів) і внутрішнього хвилястого шару (флютингу), що забезпечує жорсткість і стійкість конструкції. Для цього було використано тришаровий гофрокартон, що додає міцності конструкції. Крім того, гофрокартон екологічний і придатний для переробки, що робить його популярним вибором для брендів, які прагнуть зменшити свій екологічний слід.



Результати. Матеріал: тришаровий гофрокартон.

Габарити: 622×721×1445 мм.

На зображеннях відображені наступні елементи POP-дисплею:

- Підставка, яка є основою всієї конструкції.
- Вертикальна стінка: тримає на собі полицки та розділяє їх посередині.
- Полицки: Полицки для розміщення різних упаковок спортивного харчування.

Даний POP-дисплей має високу привабливість для цільової аудито-

рії. Обраний матеріал дозволяє POP-дисплею витримувати на собі необхідні навантаження.

Висновки. POP-дисплей – це ефективний інструмент маркетингу, що використовується в місцях продажу для привернення уваги покупців і стимулювання імпульсивних покупок. Одним із найкращих матеріалів для їх виготовлення є гофрокартон, оскільки він легкий, міцний, зручний у друці та екологічний. Завдяки своїй гнучкості у виготовленні, гофрокартонні POP-дисплеї можуть мати різні форми та розміри, що дозволяє брендам ефективно презентувати продукцію та виділятися серед конкурентів.

Література

Cameron N. Fundamentals Packaging Technology, Materials And Processes, Trittech Digital Media, 2018. – 576 p.

Конструкції та технологія виготовлення картонної упаковки для десерту «макарон»

Таміла Силенко, Олександр Гавва, Вікторія Морфлюк-Щур
Національний університет харчових технологій, м.Київ

Вступ. Для збереження якості та привабливості печива необхідна функціональна й естетично приваблива упаковка. Концепція розробленої упаковки передбачає оригінальну форму поштової скриньки, що підкреслює стиль і преміальність продукту, а також створює асоціації з подарунковим форматом.

Матеріали і методи. Прокстування упаковки передбачає проведення SWOT-аналізу ринку упаковки для кондитерських виробів, вибір оптимальної технології пакування, розробку конструкції у формі поштової скриньки та визначення матеріалів для виготовлення.

Результати досліджень. Аналіз ринку упаковки для кондитерських виробів показав, що споживачі надають перевагу естетично привабливим, зручним та екологічним пакувальним рішенням. У результаті проведеного SWOT-аналізу визначено, що основними перевагами запропонованої упаковки є її оригінальна форма, яка сприяє підвищенню впізнаваності продукту, а також зручність використання та можливість вторинного застосування. Комплексне рішення такої упаковки наведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Комплексна упаковка для печива «макарон»

Розроблена конструкція упаковки у формі поштової скриньки складається з двох основних елементів: зовнішньої картонної оболонки та внутрішнього лотка. Зовнішня упаковка виконує захисну та маркетингову функції, оскільки не тільки забезпечує фізичний захист продукції під час транспортування та зберігання, а й приваблює увагу споживачів завдяки унікальному дизайну. Внутрішній лоток виготовлений із картону або біополімерного матеріалу, що дає можливість зберігати печиво макарон без втрати форми та текстури.

Оформлення упаковки розроблене з урахуванням сучасних тенденцій у графічному дизайні та брендингу. Використання мінімалістичного стилю з акцентом на елегантність підкреслює преміальність продукту та створює ефект «подарункової» упаковки.

Експертне оцінювання упаковки проводилося за кількома ключовими критеріями: захисні властивості, маркетингова ефективність, екологічність та зручність транспортування. За результатами оцінки встановлено, що розроблена конструкція забезпечує високу міцність, що запобігає механічним пошкодженням продукту. Водночас, завдяки використанню екологічно чистих матеріалів, упаковка є безпечною для довкілля та може підлягати вторинній переробці. Маркетинговий аналіз підтвердив, що унікальна форма та стильове оформлення упаковки позитивно впливають на сприйняття продукту споживачами, що сприяє його конкурентоспроможності на ринку.

Висновки. Розроблена картонна упаковка для печива макарон у формі поштової скриньки поєднує естетику, зручність і функціональність. Вона підвищує привабливість продукту для покупців та створює асоціації з ексклюзивним подарунковим варіантом.

Проектування упаковки для кондитерської пасти

Дар'я Гусакова, Олександр Гавва, Вікторія Морфлюк-Щур

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Зростання попиту на зручну, функціональну, екологічну й естетично привабливу упаковку для харчових продуктів, зокрема кондитерських виробів, зумовлює необхідність удосконалення її конструкції. Упаковка має сприяти покращенню техніко-економічних показників, енергоефективності й екологічності, функціональності, а також відповідати сучасним споживчим вимогам щодо зручності транспортування та використання продукції.

Матеріали і методи. Методологія проектування упаковки для кондитерської пасти передбачає проведення аналізу ринку прототипів упаковки, вибір технології пакування, формоутворення та оформлення упаковки.

Результати досліджень. За результатами аналізу ринку прототипів упаковки для кондитерської пасти встановлено, що ефективною упаковкою для задоволення вимог споживачів буде така упаковка, що поєднує в собі властивості зручності, функціональності і турботи про довкілля. Прототипом рішення такої упаковки може бути упаковка-шприц.



Рис. 1. Прототип упаковки-шприца для кондитерської пасти

Для виконання основних функцій упаковка виготовлена з напівпрозорого поліетилену високої щільності (HDPE) і поліпропілену (PP) для поршня з ручкою. Конструкція включає циліндричну трубу товщиною 1 мм. Додатково пропонується використовувати «рефілів» у вигляді упаковки типу «відро» з PP. Таке рішення передбачає функціональність, повне вивантаження продукції та багаторазове використання, що є відповідним внеском у циркулярну економіку.

Висновки. Результатом досліджень і конструювання є розроблена комплексна упаковка для кондитерської пасти. За результатами проектування упаковка має суттєві переваги у захисних, функціональних, екологічних, маркетингових властивостях, порівнюючи з наявними на ринку України.

Література

Новітні технології пакування: матеріали доповідей XVII Науково-практичної конференції молодих вчених / Національний університет харчових технологій; Міністерство освіти і науки України; Клуб пакувальників України; АТ «Київський міжнародний контрактний ярмарок» — Київ., 2018. — 73 с.

Розробка конструкції POS дисплею для вітамінів

Андрій Листопад, Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. POS дисплеї відіграють ключову роль у маркетингових стратегіях, оскільки вони не лише представляють товар, а й сприяють підвищенню його продажу. Такий дисплей має бути міцним, доступним за вартістю, екологічно чистим і функціональним, враховуючи різні вимоги торгових мереж.

Матеріали і методи. Для короткострокової рекламної кампанії, можна розглянути картон. Це бюджетний варіант для тимчасових POS-дисплеїв. Картон легко піддається друку та обробці, але не є стійким до вологості та механічних пошкоджень.

Результати. Технічне креслення POS-дисплею є важливим документом, який дозволяє візуалізувати його конструкцію, розміри та розташування елементів. Креслення необхідне для виробництва дисплею та забезпечення його відповідності розробленій концепції.

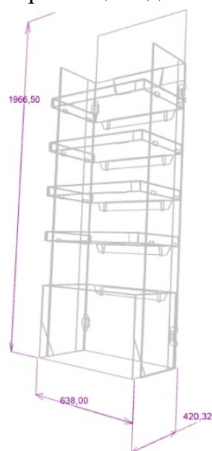


Рис. 1 Конструкція POS дисплею

Розміри POS-дисплею повинні відповідати площі, виділеній під нього в аптеці. Прототип упаковки має розміри: ширина 638 мм., висота 1966 мм., глибина 420 мм. Ці розміри є орієнтовними та можуть бути змінені залежно від конкретних потреб та можливостей.

Ці розміри дозволяють розмістити на стенді всю необхідну інформацію та зразки продукції.

На технічному кресленні відображені наступні елементи POS-стенду (рис. 1):

- Основа: Вертикальна панель, яка є основою всієї конструкції.
- Верхня панель: Горизонтальна панель, яка може використовуватися для розміщення логотипу вітамінного комплексу, слогану або додаткової інформації.
- Полочки: Полочки для розміщення упаковок вітамінного комплексу різних обсягів. Креслення повинно вказувати кількість полиць, їх розміщення та розміри.

- Кишені з прозорого матеріалу для розміщення рекламних матеріалів, таких як брошури або листівки з додатковою інформацією про вітамінний комплекс.

- Диспенсери для роздачі безкоштовних пробників вітамінного комплексу.

На кресленні або в супровідній документації слід зазначити матеріали, з яких буде виготовлений POS-стенд. Матеріали повинні відповідати таким вимогам: міцність та стійкість, легкість, стійкість до вигорання та впливу вологості, безпека для контакту з лікарськими засобами

Висновки. На основі проведених розрахунків були визначені оптимальні розміри та конфігурація POS дисплеїв, що забезпечує максимальну ефективність при мінімальних витратах. Результати дослідження включають конструктивні та технологічні рішення, необхідні для виготовлення дисплеїв у кількості 50 000 одиниць на рік, з урахуванням вимог щодо якості та естетики продукції.

Література

1. Cameron N. Fundamentals Packaging Technology, Materials And Processes, Trittech Digital Media, 2018. – 576 p.
2. Forcinio H. Fundamentals of Packaging Technology, Institute of Packaging Professionals, 2022. – 769 p.

Розроблення споживчої упаковки для пакування шоколадних цукерок

Дмитро Добросько, Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Якісна та естетично приваблива упаковка відіграє ключову роль, поєднуючи захист продукції та формування її іміджу, особливо для кондитерських виробів, зокрема шоколадних цукерок. Розробка такої упаковки враховує дизайн, матеріали, екологічність та зручність використання, що підвищує конкурентоспроможність товару.

Матеріали та методи. Картон як основний матеріал завдяки його екологічності, доступності та високим експлуатаційним характеристикам. Картон забезпечує надійний захист продукції, має хороші друкарські властивості, що сприяє створенню привабливого дизайну упаковки, а також є перероблюваним матеріалом, що відповідає сучасним екологічним вимогам.

Результати. Дана картонна упаковка має високу ефективність у збереженні якості продукції, зручності використання та привабливості для споживачів. Оптимально підібрані розміри та конструкція забезпечують надійний захист шоколадних цукерок від механічних пошкоджень, вологи та світла, а застосування dieline дозволяє точно відтворити дизайн і структуру упаковки. Dieline – це технічний малюнок, який показує, як упаковка буде надрукована та зібрана. Використання екологічного картону сприяє зменшенню впливу на довкілля.



Рис. 1 3D модель картонної упаковки для шоколадних цукерок

Прототип фліп-топ коробки є однією з найпоширеніших конструкцій для пакування шоколадних цукерок завдяки своїй зручності та естетичному вигляду.

Головною особливістю такої упаковки є кришка, яка відкривається зверху, забезпечуючи легкий доступ до продукції. Це рішення підвищує привабливість продукту, створюючи позитивне враження у споживача та сприяючи багаторазовому використанню упаковки.

Таким чином, прототип фліп-топ коробки з використанням технології dieline дозволяє створити функціональну та привабливу упаковку для шоколадних цукерок.

Висновки. Виготовлення картонної упаковки є ефективним рішенням, що поєднує естетику, функціональність та екологічність. Картон забезпечує надійний захист продукції, зручність у використанні та можливість нанесення якісного друку для привабливого дизайну. Завдяки своїй доступності та перероблюваності він відповідає сучасним екологічним вимогам і сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля.

Розробка споживчої упаковки із металу для печива

Владислав Литвин, Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний ринок харчових продуктів, зокрема печива, активно розвивається, ставлячи перед виробниками нові виклики щодо збереження якості продукції, зручності для споживачів та екологічної відповідальності. Печиво, як продукт з високими вимогами до збереження хрусткості та аромату, потребує надійної упаковки, здатної забезпечити захист від зовнішніх чинників. Одним із перспективних рішень у цьому напрямку є використання металеві упаковки.

Металева упаковка не лише ефективно захищає продукт від вологи, повітря та механічних пошкоджень, але й може стати додатковим маркетинговим інструментом завдяки своєму привабливому зовнішньому вигляду та довговічності. Останні тенденції в галузі пакування свідчать про збільшення попиту на екологічно безпечні та стильні рішення, що робить металеву упаковку актуальною в умовах сучасного ринку.

Матеріали і методи. Вдосконалення конструкції металеві упаковки для печива полягає у створенні продукту, що задовольняє сучасні потреби споживачів, забезпечує високий рівень захисту продукції та відповідає вимогам екологічної безпеки.

Результати і обговорення. Печиво – це кондитерський виріб, який вже давно завоював серця ласунів по всьому світу завдяки своїй простоті та різноманітному асортименту смаків. В якості начинки можуть додавати майже будь-які інгредієнти: горіхи, шоколад, джем, сухофрукти тощо. Існує також і великий вибір солоного печива. Печиво є дуже популярним продуктом серед українців.

Упаковку для печива виготовляють з різних матеріалів, кожен з яких має свої переваги та недоліки.

Розглянувши всі можливі варіанти, в якості прототипу майбутньої упаковки було вирішено обрати металеву упаковку. Оцінимо її переваги та недоліки для кращого розуміння на що варто звертати увагу при розробці такого виду пакування.



Рис. 1. Прототип металеві упаковки

Переваги:

Надійний захист. Метал є одним із найбільш витривалих матеріалів для пакування, така упаковка не пропускає запахи, світло, вологу, ризик фізичних пошкоджень мінімальний. Це також є плюсом, якщо брати до уваги транспортування такої упаковки, адже можна уникнути витрат на додатковий захист. Крім того, навіть відкритий продукт може зберігатись довгий час завдяки щільній кришці.

Зовнішній вигляд. Металеві упаковки асоціюються з товарами преміум-сегменту і часто використовуються для високоякісних товарів. За рахунок своєї міцності, упаковка зберігатиме свій товарний вигляд за будь-яких обставин. Водночас, окрім

практичних переваг метал можна естетично та оригінально оформити, наприклад використовуючи техніку тиснення.

Повторне використання. Після закінчення споживання продукту, таку упаковку з легкістю можна використовувати ще багато років. Це хороший маркетинговий хід, бо людям підсвідомо приємно купувати два товари по ціні одного (печиво + коробка для зберігання).

Екологічність. Метал можна повторно переробляти майже без втрати якості. Це добре для планети, вартості упаковки та покупців, що хвилюються за навколишнє середовище.

Недоліки:

Ціна. Металева упаковка коштуватиме більше ніж папір чи полімерні матеріали, потенційно збільшуючи ціну товару на полицях.

Вага. Метал важить більше за інші матеріали з яких виготовляють упаковку для печива.

Відсутність можливості подивитись на товар. Металеві коробки повністю закриті, що може не сподобатись покупцям, які звикли спочатку дивитись безпосередньо на сам товар, і лише потім купувати.

Отже, металева упаковка хоч і має свої недоліки, але все ж таки якнайкраще підходить для печива преміум-сегменту за рахунок свого зовнішнього вигляду та надійного захисту.



Металева упаковка є екологічно безпечнішою за інші матеріали, адже її можна переплавляти та використовувати повторно. У випадку з алюмінієм, на виготовлення упаковки з вторинної сировини іде аж на 95 % менше енергії. Окрім цього, алюміній не втрачає своєї якості після переробки і може проходити її безліч разів.

Варто також зауважити що наша упаковка має потенціал для повторного використання, як часто роблять з металевими коробками. По-перше, вона має зручну квадратну форму і є вмісткою. По-друге, гарний дизайн буде радувати око кожного разу, коли людина відкриватиме упаковку, нагадуючи про продукт навіть через роки після того як його було спожито.

Висновки. Таким чином розроблена споживча упаковка із металу для печива вийшла сучасною та актуальною, вона ефективно забезпечує потреби споживачів.

Нова упаковка з металу для печива є надійною та легкою у використанні. Вона забезпечує захист печива від навколишнього впливу. Художній дизайн вийшов охайним, естетично привабливим, він відповідає стандартам товарів преміум-сегменту. Упаковка є повністю переробною, а також має потенціал для повторного використання.

Адаптація шкільного друкованого видання для дітей з дислексією

Анна Кательницька, Микола Десик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Друковані видання, які входять до шкільної програми зазвичай не враховують особливості сприйняття текстової інформації дітьми з дислексією. Дислексія є специфічним порушенням здатності до читання та сприйняття текстової інформації. За оцінками, до 10% населення мають певну форму дислексії, що створює бар'єри для доступу до текстових матеріалів, особливо у навчальній літературі. Тому метою цієї роботи було створення адаптованої версії класичного шкільного друкованого видання, яка враховує особливості сприйняття текстової інформації дітьми з дислексією для використання у навчальному процесі.

Матеріали та методи. Вивчення принципів інклюзивного дизайну та особливостей текстового оформлення для людей із дислексією. Практична адаптація тексту: вибір шрифту Inclusion Ukr, що спеціально розроблений для зручності читання. Оформлення тексту: використання кегля 10, міжрядкового інтервалу 1,5, а також вирівнювання тексту по лівому краю.

Результати та обговорення. Адаптацію виконано на прикладі книги Остапа Вишні «Мисливські усмішки», яка входить до шкільної програми. Класичні гарнітури шрифтів, що використовуються при оформленні книги можуть бути складними для сприйняття тексту дітьми із дислексією, а саме: дрібний кегль, щільний текст, нерівномірні інтервали між словами створюють «ефект річок»; монотонний шрифт і вирівнювання по ширині ускладнюють пошук наступного рядка, а довгі абзаци без візуальних пауз підвищують навантаження на читача.

Для полегшення читання шкільної літератури було використано спеціально розроблений ЮНІСЕФ Україна та ГО «Соціальна енергія» шрифт Inclusion Ukr. Це перший україномовний шрифт, створений з нуля українським художником, ілюстратором і розробником шрифтів Олегом Петренком-Заневським у співпраці з науковцями для врахування особливостей кириличного письма. Пілотне впровадження у школах дозволило отримати відгуки від учнів та вчителів, на основі яких шрифт удосконалюють. Шрифт Inclusion Ukr має чіткі, відкриті літери, що запобігають плутанинним символів, а оптимізовані відстані між ними перешкоджають злиттю тексту. Він підходить не лише для людей із дислексією, а й для широкої аудиторії. Розмір 10 пунктів обрано як оптимальний баланс між компактністю та доступністю, оскільки люди з дислексією найкраще сприймають текст у межах 10–14 пунктів. Вирівнювання по лівій стороні зменшує ризик «річок» у тексті та полегшує пошук початку рядка. Міжрядковий інтервал 1,5 і широкі поля покращують читабельність, а довжина рядка 60–70 символів допомагає зосередженню. Макет розвороту видання наведено на рис. 1.

Висновок. Адаптація такого твору робить його доступним для дітей із дислексією, що сприяє їхньому успішному залученню до навчального процесу й отриманню якісної освіти. Також змінений візуальний стиль оформлення для заохочення читати шкільну літературу.

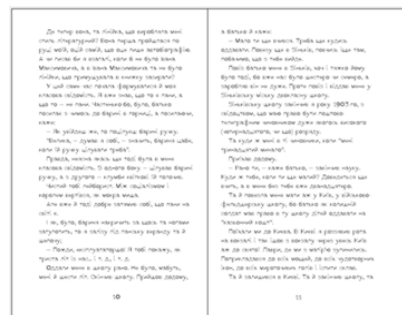


Рис.1. Макет розвороту видання

Особливості підготовки макетів книжкових видань для їх перевидання з використанням відкритого програмного забезпечення

Юлія Слободянюк, Микола Десик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Покращення якості друкованих книг неможливе без аналізу недоліків книги для їх виправлення при перевиданні. Основними причинами для перевидання книги є адаптація тексту для сучасного читача, виправлення редакційних та стилістичних помилок, технічних недоліків.

Використання спеціалізованих програмних засобів з відкритим програмним забезпеченням дозволяє виконати вище вказані роботи на досить високому рівні.

Матеріали та методи. Для аналізу та редагування обрано книгу Смик Г.К. Знайдеш в рослині порятунок. – 2-е видання. К.: Т-во «Знання» України, 1992, – С.62. Для редагування і верстки видання було використано відкрите програмне забезпечення Scribus та IbisPaintX.

Результати та обговорення. Аналіз видання дозволив виявити ряд недоліків для усунення яких було виконано виправлення технічних і змістових помилок, переформатування, верстка та оновлення візуальної складової видання.

Створені макет та структура книжкового видання, розроблена композиція, виконаний розрахунок аркушів та об'єму тексту з ілюстраціями для формату (84x108/32) з м'якою палітуркою.

Важливим рішенням стало додавання нових елементів видання – ілюстрації, що зумовило збільшення кількості та потребувало їхнього перерахунку. Оскільки оригінальне видання - це книжка, що описує лікарські рослини та їх властивості, візуальне представлення є однією з ключових складових. (Рис. 1)

Обкладинка – це головна деталь книги, яка привертає погляд читача. Тому при оформленні обкладинки приділена увага символіці, тому на обкладинці зображено подорожник та чистотіл, які відомі своїми властивостями. Таким чином обкладинка стала більше відповідати своїй тематиці. (Рис. 2).

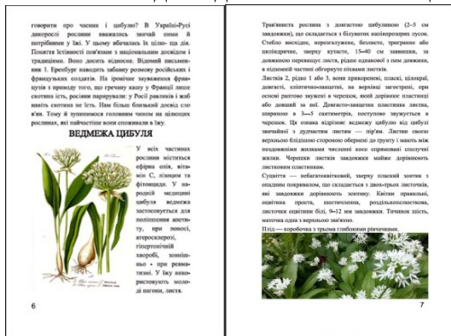


Рис. 1. Макети розвороту видання



Рис. 2. Макет обкладинки

Редагування тексту, його дизайн та загальна верстка видання були виконані в програмі Scribus, а дизайн обкладинки був створений в програмі IbisPaintX на основі ідей та пошуку з безкоштовної платформи Pinterest.

Висновок. У процесі роботи було вдосконалено зміст і оформлення першовидання, створено новий дизайн обкладинки, додано ілюстрації та виконано верстку, що зробило книгу більш якісною та привабливою для читача.

Графічний дизайн у моїй діяльності

Владислав Олексенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Графічний дизайн відіграє ключову роль в моїй професійній діяльності. Він допомагає мені ефективно передавати ідеї, створювати привабливі візуальні матеріали та залучати аудиторію.

Графічні дизайнери, як і люди інших візуальних творчих професій - фотографи і художники, оформлювачі книжок використовують в роботі однакові інструменти, принципи, закони і технічні прийоми, які допомагають вирішувати поставлені завдання. [1, 2, 3]

Матеріали і методи. Дослідження і досвід роботи з комп'ютерними програмами в галузі графічного дизайну.

Результати і обговорення. До головних чинників людського сприйняття відносять: увагу, пам'ять, емоції. Люди мимоволі звертають увагу на яскраві, контрастні та динамічні зображення.

Візуальна інформація краще запам'ятовується, ніж текстова, тому візуальні підходи мають більший вплив свідомість.

Вдалий дизайн здатний викликати позитивні емоції та активувати асоціації в свідомості людей.

Для досягнення найкращого ефекту у сприйманні своїх робіт я використовую наступні інструменти: колір, прості форми, шрифти та типографічні рішення, техніки композиційного балансування.

При чому обов'язково дотримуюсь принципу мінімалізму та простоти.

Колір несе важливе символічне та емоційне значення, впливаючи на сприйняття та настрій. Форма привертає увагу, створює ритм і допомагає організувати візуальні елементи. Вдале поєднання кольору та форми створює візуальну гармонію і цілісність дизайну. Баланс і гармонія в дизайні досягається за рахунок симетрії, пропорцій, простору, та ритму. Рис. 1. Мистецька абстракція.



Висновки.

Візуальне сприйняття є головним чинником і залученні уваги та донесенні ідей. Колір та форма – є інструментом для створення привабливості і гармонії. Для створення графічної композиції – використовую техніки, які призводять для досягнення балансу. Мінімалізм – надає дизайну чіткості, інформаційної визначеності, та фокусу.

Майбутнє світу, а не тільки дизайну, полягає в тому, як ми взаємодіємо з інструментами, які все стають все більш доступними нам, які весь час розвиваються і стають все більш швидкими (динамічними) і більш універсальними. хороший дизайн не просто робить світ кращим. Він робить світ кращим місцем для життя. Роль дизайнера-графіка не оформляти, не підбирати картинки зі стоків і не грати шрифтами. Графічний дизайнер це комунікатор між замовником і суспільством, який повинен доносити візуальне повідомлення до цільової аудиторії.

Література

1. The fundamentals of Graphic Design /G. Ambrose, P. Harris & N. Ball. Great Britain 2009, by AVA Publishing, SA Copyright © Bloomsbury, 2020 -191 p.
2. Емброуз, Г. **Основи**. Графічний дизайн **01. Підхід і мова** / Г. Емброуз, Найджел Оно-Білсон; пер. англ.: – К.: ArtHuss, – 2019. – 191 с.
3. Rand, Paul. *Thoughts on Design*. New York: Wittenborn: 1947. Foreword to the New Edition by Michael Bierut 2014 – 90 p.

Роль композиції в графічному дизайні

Валерій Поліщук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Композиція в візуальному дизайні – це конструювання об'єктів, тобто поєднання окремих частин в єдине ціле, розташованих у просторі або на площині.

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

Результати і обговорення. Яким же чином художник-дизайнер досягає гармонії, контрасту та емоційної виразності у своїх творах?

Гармонія – це узгодженість і впорядкованість всіх елементів, що складають єдине ціле. Досягнення гармонії – основне композиційне завдання художника-дизайнера.

Будь-яке зображення, що з'являється на аркуші паперу (прямокутник, пляма, лінія або крапка) – створює картинку, контрастну до кольору площини зображення. Зображуючи будь-що, майстер завжди прагне досягти гармонійного розміщення елементів відносно один одного, тобто створити композицію. Адже композиція є першоосновою художньої діяльності.

Достатньо зобразити на прямокутному аркуші білого паперу звичайний прямокутник чорного кольору – і ми стикаємося з проблемою компонування: де, якого розміру та в якому положенні маємо щось розмістити. Урівноважити маси білого та чорного – значить виконати надзвичайно важливе композиційне завдання. Навіть якщо на білому тлі лише один прямокутник, то людина, прагнучи до рівноваги чорного та білого, інтуїтивно розміщує його в центрі аркуша. Таке розміщення є одним із типів симетричної композиційної побудови зображення.

Для поданих зображень спільним є те, що рівновага в них досягається за рахунок дзеркального відображення однієї частини другою. Такий засіб створення гармонії, коли зображення ліворуч подібне до зображення праворуч і наче розділене по вертикалі, горизонталі чи по якійсь іншій осі, називається симетрією. А отже, така композиція називається симетричною. Симетрія є однією з головних закономірностей світоутворення. Це поняття є основою людської творчості й ґрунтується на математичному чутті майстра. Однак поняття художнього в гармонії набагато ширше від математичних понять. Інтуїтивно-чуттєве розуміння гармонії закладене у природі людини та веде її до досягнення відчуття прекрасного.

Достатньо часто гармонія в зображенні досягається і за рахунок асиметрії. У симетричній композиції гармонія абсолютна, а в асиметричній – відносна. В асиметрії гармонія досягається шляхом уведення додаткового елемента, тобто взаємне розміщення об'єктів утворює динамічну композицію.

Збільшення кількості композиційних елементів дає більше можливостей для досягнення гармонії й виразності. Проте головним у мистецтві композиції є досягнення єдності та цілісності елементів, що її складають в один цілісний образ.

Ритм може бути спокійним і неспокійним, спрямованим в один бік чи інший або до центра, як по горизонталі, так і по вертикалі. Чергувати можна елементи, обсяги, кольорові плями, деталі тощо.

Література

1. Харченко, В. І. Основи композиції: підруч. для студентів ВНЗ / В. Харченко; НАОМіА. – К.; Х.: Діса плюс, 2022. – 117 с.
2. Потрашкова Л. Основи композиції та дизайну: – Х.: 2008. – 146 с.
3. Синєпупова Н. Композиція: Тотальний контроль. К.: ArtHuss, 2019. – 240 с.

Виразність графічних об'єктів і роль контрасту в графічному дизайні

Ілля Шелест

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виразність графічних об'єктів є важливою характеристикою візуального дизайну, яка визначає наскільки графічний елемент намагається привернути увагу, виглядає інакше, ніж інші, і передає попередньо визначене повідомлення чи відчуття.

Матеріали і методи. При постановці мети та визначенні завдань дослідження використовувався системний підхід. Він забезпечив розгляд графічного дизайну як єдиного цілого з узгодженим функціонуванням усіх елементів у композиції.

Результати і обговорення. Контраст - це один з найбільш цікавих засобів, якими володіє сучасний дизайнер. Виразність полегшує роботу, дозволяючи споживачу швидко зрозуміти релевантні моменти та знати, що є первинним, а що вторинним. Основні властивості, які впливають на виразність, включають колір, форму, розмір, текстуру, контраст та композицію. Розмір і колір великого червоного кола на білому фоні безумовно приверне увагу і зосередить увагу глядача, тоді як маленький світло-сірий квадрат та його колір можуть бути практично непомітними.

Найголовнішою складовою дизайнерської композиції, які визначають її виразність є контраст. Контраст є базовою основою мислення і сприймання оскільки він базується на яскраво виражених протилежностях (довгий – короткий, товстий – тонкий, великий – малий) будь-яких якостей і властивостей. Контрастні зіставлення сприяють загостренню сприйняття цілого. Згадаймо дерево добра і зла яке першим зібрало базові опозиції усвідомлення оточення і стало стандартом, вимірювальним інструментом свідомості алгоритмічного опису смислів і створення понять.

У візуальному дизайні використовують контрасти величин, об'єму і площини, світла і тіні (тональні контрасти), теплих і холодних кольорів, різних фактур. Контраст за формою підсилює, підкреслює відмінність властивостей, робить їх композицію більш напруженою та вражаючою. Гострі кути і плавні лінії контрастують одна з одною. Наприклад, в логотипах квадрат або коло зазвичай використовуються разом. Контраст за кольором створює враження рівноваженості, витонченості й точності твору. Гармонійне поєднання кольорів створює певні образні асоціації. Яскраві кольори, такі як червоний, синій або жовтий, добре контрастують між собою і часто використовуються в рекламі для привертання уваги. Яскравий колір автомобіля, стильний і витончений колір інтер'єру, неочікувана та яскрава реклама або логотип привертають нашу увагу та загострюють сприйняття. Ступінь застосовуваного контрасту обмежується вимогою збереження цілісності враження.

Серед композиційних закономірностей у дизайні слід виділити засоби виразності, що об'єднані поняттям «ритм», який сприяє створенню стиля та полегшує усвідомлення візуального образу. В типографіці неконтрастний шрифт легше сприймається оком, не викликає дискомфорту при тривалій роботі. Високий контраст – навпаки. Тому він використовується тільки для заголовків та у якості акцентних елементів сторінки. . Тексти з низьким контрастом важче читати і сприймати. Але їх можна використовувати для зосередження і залучення уваги.

Висновок. Простота та швидкість сприймання за рахунок виразності графічних об'єктів робить дизайн не тільки естетичним, але й практичним.

Література

1. Koffka Kurt Principles of Gestalt psychology / Koffka Kurt. – Routledge, 1935. – 732 p.
2. R.L. Gregory Eye and Brain: the psychology of seeing Paperback World university library McGraw-Hill Book Company NEW YORK TORONTO 1978 – 260p.
3. Hubel D. Eye, brain and vision. Edition V.Frimen. 1995. 240 p. ISBN 780716750208

ГД і особливості візуального сприйняття людини

Валерій Поліщук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ВСТУП Графічний дизайн грає головну роль у візуальному сприйнятті. Логотип, палітра кольорів, шрифти – все це елементи, які формують візуальну ідентичність компанії. Правильно підібраний дизайн створює асоціації, що залишаються у пам'яті клієнтів [1, 2].

Матеріали і методи. Аналіз сучасних методів представлення інформації і тенденції їх дизайну з точки зору психології візуального мислення і візуального сприйняття.

Результати і обговорення. Дослідження показують, що людині потрібно всього кілька секунд, щоб сформулювати перше враження про продукт чи бренд. Графічний дизайн є ключовим елементом, що визначає візуальне сприйняття. Естетично приємний та професійно виконаний дизайн здатний викликати позитивні емоції у клієнтів, підвищуючи ймовірність привернення уваги та інтересу до рекламованого продукту [3, 4].

Впізнаваність та ідентичність. Графічний дизайн сприяє створенню впізнаваності бренду. Логотип стає своєрідним знаком, який асоціюється з певною компанією чи товаром. Цей ефект особливо важливий за умов конкурентної боротьби, де бренди борються за увагу та лояльність клієнтів.

Колірна психологія та емоційний вплив. Вибір палітри кольорів у графічному дизайні має величезне значення. Різні кольори можуть викликати різні емоції в аудиторії. Наприклад, червоний може асоціюватися з енергією та пристрастю, а синій – з надійністю та спокоєм. Правильний вибір кольорів може підкреслити особливості продукту та підтримати його позиціонування.

Формування інформаційної ієрархії. Гарний графічний дизайн допомагає організувати інформацію на рекламному матеріалі. Ефективний розподіл тексту, зображень та графічних елементів дозволяє клієнтам швидко та легко засвоїти ключову інформацію. Чітка інформаційна ієрархія полегшує навігацію та підвищує ймовірність, що клієнт залишиться зацікавленим.

Адаптація до цільової аудиторії. Графічний дизайн дозволяє адаптувати рекламу до цільової аудиторії. Різні групи клієнтів мають різні смаки та уподобання, тому дизайн має бути націлений на відповідні інтереси. Складні та яскраві елементи можуть залучити молодь, тоді як більш стильний та витончений дизайн буде цікавий дорослішій аудиторії.

Висновок. Графічний дизайн відіграє важливу роль у рекламі, визначаючи перше враження, впізнаваність та емоційний вплив бренду. Правильно підібраний дизайн здатний привернути увагу клієнтів, підтримати позиціонування продукту та підвищити його конкурентоспроможність на ринку.

Література

1. Hubel D.Y. Eye, brain and vision. Edition V.Frimen. 1995 – 240 p ISBN 9780716750208
2. Koffka Kurt Principles of Gestalt psychology / Koffka Kurt. – Routledge, 1935. – 732 p.
3. R.L. Gregory Eye and Brain: the psychology of seeing Paperback World university library McGraw-Hill Book Company NEW YORK TORONTO 1978 – 260p.
4. Дизайн систем візуальної інформації [Текст]: навч. посіб. / О. Чемакіна [та ін.]. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. – 199 с.



Роль образу в мистецтві. Як художній образ подається у ГД.

Олександра Надашкевич, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Образ – це фундаментальна одиниця будь-якого мистецтва. Він є засобом передачі емоцій, ідей, досвіду, і дозволяє митцю створити унікальний світ, який може бути як відображенням реальності, так і чистим витвором уяви.

Матеріали і методи теоретичні: міждисциплінарний; компаративний (порівняльний) аналіз; узагальнення і систематизація; системний; комплексний. – емпіричні (практичні) методи: збиральний; описовий; спостереження, зіставлення.

Результати і обговорення. Людська свідомість дуже унікальна, вона відображає отриману інформацію не тільки за допомогою зорового образу предмета чи явища, а й сприймає його емоційну складову. Таким чином художній образ може вміщати в собі не тільки реальні якості зображуваного об'єкта, а й його чуттєво – емоційну сутність. Усякий художній образ це водночас правдиве відображення дійсності та вираження естетичних почуттів художника, індивідуального, емоційного його ставлення до зображуваного, його смаку та стилю*. В образотворчому мистецтві (живопис, скульптура, графіка) образ створюється за допомогою ліній, кольору, світла і тіні, фактури. Він може бути реалістичним, абстрактним, символічним.

Образ обов'язково наділяється стереотипним поняттям – значенням. створюється за допомогою слова. Це можуть бути образи людей, предметів, явищ, подій. Образ завжди має багато рис, він багатограний, він може викликати різні емоції і асоціації до реальних подій, історичних та релігійних явищ. Образ це мисленнєвий зв'язок з цілим пластом мітологічних або реальних персонажів та предметів. Зуб мегалодона, молот Тора, коса, дерево пізнання, вул. Л.Лукашенко. Втрата образом мисленнєвого зв'язку з реальним світом призводить до перетворення його на знак, внаслідок чого він просто вбудовується в культуру для підвищення рівня абстрактного мислення з появою нових понять.

Образи бувають реалістичні. Прагне максимально точно відтворити дійсність – портрети, пейзажи. Абстрактні - не мають конкретного об'єкта для зображення, фокусується на формі, кольорі, композиції – картини Кандинського.

Символічні базується на стереотипах та установках мислення, що дозволяє передавати в дуже скороченій стиснутій формі глибший зміст, ідею – релігійні символи, міфологічні образи.

Графічний дизайн використовує візуальні образи для вирішення комунікативних завдань. Образ в дизайні може бути логотипом – символічне зображення компанії або бренду. Ілюстрацією – що доповнює текст або розповідає історію, реалістичним зображенням, яке створює атмосферу. Іконкою – спрощене зображення, яке передає певну ідею.

Висновок. В графічному дизайні образ створюється використанням візуальних елементів: ліній, форм, кольору, текстури, фону. Для створення потрібного образу використовують правила композиції. Для текстових повідомлень використовують правила типографіки – підбір шрифту, розміру і кольору шрифту для передачі певного значення.

Література

1. Партико З. Образна концепція теорії інформації. Л.: ЛНУ ім. І. Франка, 2001, 133 с.
2. Прищенко, С. Художньо-образна система рекламної графіки [Текст]: монографія / С. Прищенко. Ін-т дизайну та реклами. - К.: НАКККиМ, 2018. - 511 с.



Візуальне мислення у графічному дизайні

Ілля Шелест

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ВСТУП Візуальне мислення – це процес створення та передачі ідей, концепцій і сенсів через образи, форми, кольори й композиції. Це як і основа для створення естетично привабливих проєктів, так і спосіб комунікації з аудиторією на рівні інтуїтивного розуміння. [1, 2, 3]

Матеріали і методи. Аналіз сучасних методів представлення інформації і тенденції їх дизайну з точки зору психології мислення і візуального сприйняття.

Результати і обговорення. Візуальне мислення – це здатність організовувати та інтерпретувати інформацію у візуальній формі. У контексті графічного дизайну воно проявляється у створенні таких елементів дизайну, як: Логотипи; Інфографіка; Постери; Ілюстрації; Презентації.

Візуальне мислення у графічному дизайні допомагає швидко втілювати абстрактні ідеї у зрозумілих образах. Наприклад, створення мудборду або скетчу для подальшої деталізації концепту.



Комунікація з аудиторією Графічні елементи спрощують донесення складних ідей. Наприклад, інфографіка робить великі обсяги даних доступними й зрозумілими.

Через кольори, шрифти, текстури та композиції дизайнери викликають емоційні реакції, які сприяють запам'ятовуванню бренду чи повідомлення.

Креативність і рішення проблем Візуальне мислення стимулює знаходження нестандартних шляхів вирішення дизайнерських задач. Це особливо корисно для створення унікальних логотипів або брендингових матеріалів.

Приклади використання візуального мислення

У брендингу: створення логотипу, який розповідає про цінності бренду через мінімалістичну форму.

В UX/UI-дизайні: розробка інтуїтивних інтерфейсів, які полегшують взаємодію користувачів з продуктами.

В рекламі: створення візуально сильних меседжів, які привертають увагу та викликають інтерес.

Висновок. Візуальне мислення – це фундамент для створення ефективного графічного дизайну, який поєднує функціональність із красою.

Література

1. Temple Grandin. Visual thinking. – NY.: RIVERHEAD BOOKS, 2022 – 378p.
2. Back of The Napkin: Solving Problems and Selling Ideas with Pictures Dan Roam Marshall Cavendish International Asia Pte Ltd. 2009 p. - 290 p.
3. Unfolding the Napkin: The Hands-On Method for Solving Complex Problems with Simple Pictures Dan Roam 2009 - 320 p ISBN-13 978-1591843191 ASIN: 1591843197 Publisher: Portfolio; Illustrated edition (December 29, 2009) Language: English Paperback: 320 pages

Приклади використання різних форм у графічному дизайні

Марина Козир

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Упаковка є головним посередником між товаром та покупцем, а успіх виробників на ринку товарів визначається професійним дизайном і формою /1,2/.

Матеріали і методи. Типологічний метод використовувався при аналізі зразків стандартної та ексклюзивної упаковки, з його допомогою виявлено функціональні особливості та естетичні характеристики упаковки.

Результати і обговорення. Розглянемо деякі геометричні форми.

Рис.1. Геометричні фігури у дизайні Pepsi



Квадрат і прямокутник викликають асоціації з упорядкованістю, стабільністю, силою. У дизайні прямокутники використовуються для створення модульної сітки (інтерфейс сайту Apple), що додає відчуття впорядкованості та зрозумілості. Квадратні блоки тексту і зображень створюють структуру та логічний порядок.

Коло: Символізує гармонію, цілісність, нескінченність. Логотипи Pepsi та Olympic Games. Використання кіл створює враження гармонії та глобальності.

Трикутник відображає динаміку, рух, напругу. Вказівники часто використовуються у формі трикутників, що спрямовують погляд. Логотип Adidas побудований на трикутниках, які символізують цілеспрямованість і прогрес.

Нерівні, плавні, природні контури викликають відчуття природності, креативності, дружжелюбності Їх відносять до органічних форм. Центральний елементом логотипу Starbucks є органічна форма, яка додає автентичності бренду і асоціюється з натуральністю. Органічні форми додають легкості та сучасності.

Абстрактні форми - відображають інновації, сучасність, свободу інтерпретації. Логотип Nike – абстрактна форма, яка символізує рух, швидкість, натхнення.

Символічні форми використовуються для передачі певного сенсу або ідеї, часто візуалізуючи поняття, які складно передати словами. Серце у графічному дизайні часто використовується для символізації любові, а крапля – для вказівки на воду чи рідину (наприклад, у логотипах екологічних компаній).

Негативний простір - використовують для створення подвійних зображень або акцентів. Логотип FedEx, де між літерами "E" і "X" прихована стрілка, створена через негативний простір, що символізує швидкість і точність.

Важливі форми часто виділяються кольором або розміром, щоб привернути увагу.; Використання форм для створення контрасту або акцентів, наприклад, круглі кнопки "Купити зараз" на прямокутному фоні. Універсальні форми (кола, квадрати) забезпечують упізнаваність і довговічність дизайну. Геометрія додає строгість, а органічність – емоційність. Кнопки, іконки і меню у формі прямокутника з заокругленими краями часто використовують форми для покращення юзабіліті.

Висновок. У світі дизайну форма виступає як ключовий елемент, який визначає якість, естетику та функціональність об'єкта чи композиції. На основі цих відомостей дизайнери розробляють продукти, які не лише вражають зовнішнім виглядом, але й ефективно виконують свою функцію. Вплив форми дуже чітко проявляється на різних аспектах візуального дизайну в рекламі, фірмовому стилі та Веб-дизайні.

Література:

1 Іттен, Йоганнес. Наука дизайну та форми: вступ. курс, який я викладав у Баугаузі та ін. школах / Йоганнес Іттен; пер. нім. – К.: ArtHuss, 2021. – 135 с.

2. Божко, Ю. Основи архітектоники і комбінаторики формоутворення: Навч. посібн. для ВНЗ, спец. «Промислове мистецтво» – Х.: ВШ, ХГУ, 1984. – 184 с.

Естетична та рекламна функції фірмового знака

Іван Запорожець, Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фірмовий знак є інструментом для просування бренду. Допомогає виділити продукт або послугу серед конкурентів. Фірмовий знак виконує естетичну функцію, оскільки є візуальним вираженням цінностей компанії. Він повинен відповідати вимогам бренду і бути гармонійним на різних платформах – від візитки до сайту [1].

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

Результати і обговорення. Розглянемо логотипи провідних фірм та компаній, їх рекламну та естетичну функцію. Логотип – це не просто символ, це рекламний інструмент, який має привернути увагу, бути виразним та передавати ключові ідеї.

Coca-Cola використовується червоний колір, який асоціюється з енергією та захопленням, а каліграфічний шрифт підкреслює традиції, створює візуальну ідентичність бренду. Логотип привабливий, гармонійний і викликає позитивні емоції. Мінімалізм у дизайні забезпечує пізнаваність бренду і є основою для розробки всіх рекламних компаній останні 100 років. Знак відображає цінності та стиль бренду.

McDonald's один за найвідоміших логотип McDonald's ("Golden Arches") поєднує простоту виразності мінімалізму з функціональністю, є символом швидкого харчування та доступності. Завдяки своєму мінімалізму, він передає ідею швидкості, зручності і універсальності, що відповідає позиціонуванню бренду на ринку. Логотип McDonald's легко запам'ятовується, що є важливим елементом рекламної стратегії. Жовтий колір символізує енергію і теплоту, а червоний – динамічність і апетит.

Apple. Логотип Apple - яблуко з вкушеною частиною асоціюється з коштовним преміум-брендом, що лідирує у технологічній індустрії. Це символ інтелектуального продукту, сприяє формуванню іміджу передових технологій, сучасного способу життя, що поєднує в собі елегантність та мінімалізм. Це потужний рекламний інструмент, який асоціюється з інноваціями, якістю та простотою. Чорний або білий лого незалежно від фону і контексту виглядає просто і ефективно. Проста і чітка форма, легко сприймається в будь-якому масштабі – на екранах, упаковках, рекламі.

BMW Логотип BMW є символом якості, технічної майстерності та елітного класу. Логотип BMW вирізняється своєю строгістю та класичними кольорами, що (синій, чорний, білий) що асоціюються з преміум-класом, елегантністю і традиціями. Простота круглої форми підкреслює технічний аспект бренду, єдність та цілісність. В рекламному контексті він передає ідею руху, динамічності і надійності, високої якості що є основними атрибутами автомобілів цієї марки.

Instagram Логотип виглядає сучасно і яскраво та емоційно привабливий. Використання кольорових градієнтів рожевого, фіолетового, жовтого асоціюється з енергією, креативністю і соціальною взаємодією. Це створює теплий та привабливий візуальний стиль. Округла форма і кольори сприяють відчуттю близькості та дружельності. Простий логотип підкреслює ідею візуального контенту.

Starbucks є символом високоякісної кави і є унікальним на ринку кавових брендів. Лого асоціюється зі знаменитою сиреною, яка є символом гостинності та атмосфери спокою і надає образу міфологічної глибини і загадковості. Відома зелена кольорова палітра передає відчуття екологічності, натуральності і свіжості.

Висновок. Фірмовий знак має виконувати водночас кілька функцій, поєднуючи впізнаваність, естетичність та бути ефективним в рекламі.

Література: 1. Фурса, О. Методика проектування фірмового стилю у професійному розвитку майбутніх дизайнерів-графіків [Текст]: навч. посіб. ВНЗ / О. Фурса - Л., 2014. - 267 с.

Позитивна, негативна і деструктивна роль ГД в оточуючому світі

Мечислав Козловський, Іван Запорожець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ми живемо в швидкоплинному світі в якому графічний дизайн (ГД) оточує нас скрізь: від рекламних банерів, дорожніх знаків до оформлення інтер'єру. Він може як полегшити (спростити) наше життя при раціональному використанні його законів та принципів, так і ускладнити. Він може як інформувати і надихати, так і маніпулювати і вводити в оману.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних тенденцій розвитку суспільства і тенденцій дизайну оточуючого простору.



Результати і обговорення. Роль ГД в сучасному світі є однією з найвизначніших, але роль ця не однозначна. Мислення за допомогою візуальних образів є одним з найважливіших операційних інструментів свідомості і сучасної культурної спадщини [1]. Саме це визначає провідну роль ГД в сучасному світі. За допомогою візуальних форм ГД ми опановуємо, усвідомлюємо і перформативуємо оточуючий світ. Але як і будь який інструмент його можна використовувати по різному.

Візуальний дизайн є потужним інструментом впливу на свідомість, а враховуючи його розповсюдженість і сучасні можливості його використання має бути відповідальним. Графічний дизайн – це двосічний меч. З одного боку, він допомагає нам краще розуміти світ, за допомогою візуальних метафор, формує візуальні стереотипи (бренди), сприяє економічному розвитку. З іншого боку, може занадто ускладнювати візуальне сприйняття, маніпулювати свідомістю за допомогою візуальних ідолів, нав'язувати і пропагувати всепроникну таргетовану рекламу, відволікати від реальної діяльності породжуючи візуальну прокрастинацію. Все залежить від того, як його використовують. Дизайнери несуть відповідальність за те, як їхні роботи впливають на людей і суспільство в цілому. На основі цього можна визначити основні позитивні риси ГД: пришвидшення усвідомлення, покращення комунікації, можливість створення видатних візуальних образів які легко запам'ятовуються, сприяння гарному емоційному стану. До негативних слід віднести: темні тони сприяють стану депресії, відхід від реальності. Перерахуємо їх:

сприяє полегшенню передачі та засвоюванню складної інформації	+пізнання*
можливо створювати потрібний емоційний настрій до продукту	+ продаж
сприяє поширенню творів мистецтва та розвитку креативності	+ культура
може створювати недосяжні стандарти (наприклад, у сфері краси)	– культура
вплив на вибір споживача, за допомогою агресивної і оманливої реклами	–
Копіювання трендів масової культури витісняє локальні традиції	–**
Надмірне виробництво візуальних матеріалів засмічує мозок	–***

* Використовується для створення інфографіки, книг, навчальних матеріалів.

** Ідеалізовані образи, створені завдяки дизайну в рекламі, можуть викликати комплекси у людей, примушуючи їх порівнювати себе з "ідеальними" персонажами.

*** Деструктивна роль, екологічний вплив, культурна ерозія.

Висновок. Графічний дизайн – це не картинка, а інструмент, який може як допомагати, так і шкодити. Він має величезний вплив і використовувати його треба обережно. Відповідальне використання дизайну – це ключ до позитивних змін у суспільстві.

Література

1. Сбітнева, Н. Історія графічного дизайну (пакування) [Текст]: навч. посіб. / Н. Сбітнева. – Х.: ХДАДМ, 2014. - 221 с.
2. Дизайн систем візуальної інформації: навч. посіб. / О. Чемакіна [та ін.]. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. – 199 с.

Методи керування сприйняттям у графічному дизайні

Анна Рушак, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Графічний дизайн керує поглядом через композиційні елементи: напрямки ліній, пріоритет кольорів, розміщення ключових об'єктів.

Матеріали і методи. Дослідження психології зорового сприйняття людини

Результати і обговорення. Область, яка виділяється на загальному тлі і привертає до себе увагу, називається **фокусом, або центром уваги**. Фокус уваги може бути одним елементом, а може являти собою сукупність кількох елементів, розташованих досить близько, щоб сприйматися як єдине ціле. Якщо в композиції присутні кілька фокусів уваги, їх слід вибудовувати в ієрархічну структуру, щоб на кожному рівні вони сприймалися глядачем послідовно, а не одночасно. Елементи зображення, за якими людина найчастіше ковзає поглядом, є смисловими (змістовними) центрами.

Будь-яке зображення або об'єкт – (в загальному, те, що знаходиться у нас перед очима) складається з деталей. За даними фізіологів, при розгляданні об'єктів зіниця весь час рухається по складних траєкторіях. Око влаштовано так, що за один раз дозволяє розпізнати тільки один образ, потім переходить до наступного. При знайомстві з об'єктом воно як би обмацує його поглядом. Очі не обводять контури предметів, а перескакують від однієї частини зображення до іншого, іноді кілька разів повторюючи один і той же шлях.

На будь-якій картині серед безлічі предметів глядач шукає і приділяє основну увагу зображенню людини або тварини. Особи людей на картині значать для глядача більше, ніж фігури, а головні елементи, що фіксуються на обличчі – очі, ніс, губи. Точки, в яких при розгляданні зображення зіниця зупиняється і змінює напрямок, є найбільш інформаційно важливими. Для впізнання фігури найбільше значення мають точки максимальної кривизни її контуру. Різкі злами ліній часто використовуються художниками для досягнення більшої виразності, для стилізації зображень. Цей прийом застосовувався в народній творчості при вишивці хрестом і в килимових малюнках, на ньому будували свої роботи кубісти, за таким же принципом малюються піктограми.

Візуальна ієрархія – це метод упорядкування графічних елементів в дизайні за рівнем важливості. Принцип правильної ієрархії допомагає дизайнерам і розробникам структурувати візуальні компоненти, щоб користувачі могли легко орієнтуватися на сайті, швидко знайти необхідну інформацію, зрозуміти зміст. Логічно розташовані елементи, а також їх колір, розмір або контраст впливають на позитивне сприйняття і направляють користувача до бажаних дій. Ієрархія передбачає організацію вмісту таким чином, щоб спрямовувати увагу глядача на найважливішу інформацію.

Використання контрасту передбачає використання відмінностей у кольорі, розмірі, формі, текстурі чи значенні для створення візуального інтересу та підкреслення певних елементів. Додавши контраст у свій дизайн, ви можете виділити важливу інформацію та створити відчуття ієрархії.

Висновок. Розуміння психології зорового сприйняття призводить до кращого графічного дизайну.

Література

1. R.L. Gregory Eye and Brain: the psychology of seeing Paperback World university library McGraw-Hill Book Company NEW YORK TORONTO 1978 – 260p.
2. Hubel David Y. Eye, brain and vision. Scientific American Library, 1988 - 240 p.

Керування поглядом у візуальному дизайні

Дарина Поліщук, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У графічному дизайні методи керування поглядом є важливим інструментом для того, щоб здійснювати вплив на сприйняття інформації. Ці методи допомагають направити увагу на ключові елементи, створюючи логічну і емоційну послідовність сприйняття [1].

Матеріали і методи. Дослідження психології зорового сприйняття людини.

Результати і обговорення. Розглянемо кілька основних методів керування поглядом у графічному дизайні. Це один з найпоширеніших методів, який базується на поділі площини на дев'ять рівних частин за допомогою двох горизонтальних і двох вертикальних ліній. Основні елементи композиції, такі як текст, зображення чи графічні елементи, розміщуються вздовж цих ліній або на перехрестях, що допомагає створити природний напрямок погляду.



Лінії, що простягаються в певному напрямку (горизонтальні, вертикальні, діагональні), можуть бути використані для того, щоб спрямовувати погляд глядача. Це можуть бути як явні лінії (наприклад, дорожні чи архітектурні елементи), так і умовні (наприклад, послідовність об'єктів, що розташовані по черзі).

Контраст кольорів або яскравість створює фокус на певних елементах композиції. Яскраві кольори чи темні відтінки на контрасті з більш нейтральними кольорами привертають увагу і направляють погляд на важливі деталі.

Гармонійний баланс між елементами композиції, як симетричний, так і асиметричний, дозволяє створювати структуру, яка не відволікає, а органічно веде погляд по всій площині. Природна симетрія часто має заспокійливий ефект, тоді як асиметрія може створити динамічність, направляючи увагу до певних частин дизайну. Більші об'єкти привертають більше уваги, тому їх розмір можна використовувати для керування поглядом. Великі елементи на початку сприймаються як найважливіші, що дозволяє виділити ключові частини композиції.

Негативний простір – це простір між об'єктами. Правильне використання цього простору допомагає уникнути перенавантаження і дозволяє очам "відпочивати", а також підкреслює важливі елементи композиції, направляючи на них увагу.



Повторювані елементи чи патерни можуть служити шляхом для направлення погляду через дизайн. Наприклад, якщо зображення або текст розташовані в регулярній послідовності, погляд глядача буде слідувати за ними, що може допомогти організувати інформацію та створити відчуття порядку.

Використання глибини і перспективи може створити ілюзію простору, що веде погляд глядача від переднього плану до заднього. Це дозволяє розповідати історію та акцентувати увагу на важливих деталях, залежно від того, де в композиції розташовані ці елементи.

Висновок. Ключові моменти, які глядач повинен помітити першими, повинні бути виділені. Це може бути зроблено через використання контрастних кольорів, ієрархії важливих графічних елементів, що відповідають за головний меседж.

Література

1. Кадомський С., Бабенко Є. Психологічні аспекти сприйняття пакування. // Матер. 89 Міжн. наук. конф. молодих учених, асп. і студ. "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", – К.: НУХТ. 2023 р. – Ч.2. с.54

Роль візуального мислення у житті людини

Мечислав Козловський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток інформаційних технологій призвів до швидкого зростання обсягів інформації. Це явище спричинило трансформацію когнітивних моделей сприйняття, що детермінувало зміни в графічному дизайні.

Матеріали і методи. Дослідження сучасних методів візуалізації інформації та аналіз тенденцій дизайну з урахуванням фундаментальних принципів психології візуального мислення та сприйняття. Дослідження спрямоване на виявлення ефективних стратегій, які сприяють оптимальному засвоєнню та розумінню інформації. Методом дослідження є ретельний аналіз й оптимізація відомостей зібраних з відкритих джерел.

Результат. Досліджено загальновідомі принципи та сформовано наступні поради: Принципи Гештальт-психології

1) Цілісність: люди сприймають візуальні елементи як єдине ціле, а не як набір окремих частин. Використовуйте близькість, схожість, замкнутість та безперервність, щоб об'єднати елементи в групи.

2) Фігура і фон: люди розділяють візуальні елементи на фігуру (об'єкт уваги) і фон (оточення). Використовуйте контраст і чіткі межі, щоб виділити фігуру.

3) Закон близькості: елементи, розташовані поруч, сприймаються як група. Використовуйте близькість, щоб організувати інформацію в логічні блоки.

4) Закон подібності: схожі елементи сприймаються як група. Використовуйте колір, форму та розмір, щоб створити візуальні зв'язки.

5) Закон замкнутості: люди сприймають незавершені форми як завершені. Використовуйте цей принцип, щоб створити цікаві візуальні ефекти.

Принципи когнітивної психології:

1) Візуальна ієрархія: організуйте інформацію за важливістю, використовуючи розмір, колір і розташування. Виділіть ключові елементи, щоб привернути увагу. Використовуйте типографіку, щоб створити ієрархію та покращити читабельність. Використовуйте поєднання тексту та зображень.

2) Використання метафор: використовуйте візуальні метафори, щоб спростити складну інформацію. Використовуйте знайомі образи, щоб створити зв'язок з аудиторією. Використовуйте символи та образи, щоб представити абстрактні поняття.

3) Мінімалізм: видаліть зайві елементи, щоб зменшити когнітивне навантаження. Зосередьтеся на ключових повідомленнях. Уникайте складних елементів і зайвої інформації. Зробіть дизайн простим і зрозумілим. Використовуйте інфографіку, щоб представити складну інформацію в простому та зрозумілому вигляді.

4) Історія: використовуйте візуальні історії, щоб залучити аудиторію та зробити інформацію більш легкою для запам'ятовування. Використовуйте послідовність образів, щоб розповісти історію.

Висновки. Створено інформативну та стислу довідку про прийоми застосування принципів візуального мислення, що має на меті доступно донести найкорисніші для дизайнерів знання про психологію та скоротити час на пошук й обробку інформації.

Ролі графічного дизайну у навчально-пізнавальній діяльності

Дарина Поліщук, Софія Цехановська, Олександра Недашківська
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Графічний дизайн є потужним інструментом у пізнавальній діяльності. Він значною мірою впливає на сприйняття, розуміння і запам'ятовування інформації, допомагає ефективно передавати складну інформацію через візуальні образи, підсилюючи сприйняття, розуміння та запам'ятовування. Його вплив особливо помітний у сфері освіти, науки, медіа де важливо не лише донести факти, але й зробити їх доступними та зрозумілими.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних методів представлення інформації в сучасному освітньому процесі за допомогою методів графічного дизайну.

Результати і обговорення. Один із головних аспектів – це здатність графічного дизайну структурувати інформацію. Через інфографіку, діаграми, карти та схеми можна подати великі обсяги даних у зручному та систематизованому вигляді. Наприклад, історичні події чи наукові відкриття легше сприймати у вигляді візуальних хронологій чи схем, які скорочують когнітивне навантаження та сприяють кращому розумінню. Виділимо основні фактори впливу ГД на навчально-пізнавальну діяльність. Графічний дизайн структурує інформацію, роблячи її більш доступною для розуміння. Діаграми, інфографіка, ілюстрації – все це допомагає пришвидшити сприйняття складних наукових концепцій. Візуальні образи запам'ятовуються краще, ніж текстова інформація. Яскраві ілюстрації, оригінальні шрифти допомагають закріпити знання в пам'яті.

Кольорова гама й типографіка є важливими інструментами підсилення сприйняття. Використання контрастів, виділення ключових елементів і правильно підібраних шрифтів дозволяє направляти увагу глядача та створювати ієрархію інформації. У навчальних посібниках чи презентаціях графічний дизайн допомагає відокремлювати головне від другорядного, полегшуючи засвоєння матеріалу. Освітні плакати або інтерактивні додатки для дітей часто використовують яскраві кольори, динамічні образи та персонажів, щоб зацікавити аудиторію. Дизайн може формувати наше ставлення до навчального продукту, ідеї. Він створює певний імідж і асоціації. Він є не лише інструментом естетичної привабливості, а й важливим елементом когнітивного процесу. Розглянемо роль графічного дизайну в різних сферах.

Дидактичні матеріали, презентації, підручники з яскравими ілюстраціями та інфографікою значно покращують процес навчання. Графіки, діаграми, таблиці допомагають візуалізувати складні наукові дані, роблячи їх більш зрозумілими – в наукових дослідженнях і публікаціях. Інтуїтивно зрозумілий дизайн інтерфейсів спрощує взаємодію користувача з програмами та пристроями. Графічний дизайн також стимулює емоційну складову пізнання. Візуальні метафори, ілюстрації та креативні композиції можуть викликати цікавість і підвищувати мотивацію до вивчення нового. Цифрові технології розширюють можливості графічного дизайну у пізнавальній діяльності, дозволяючи створювати інтерактивні платформи, анімацію та мультимедіа. Інтерактивні карти чи симуляції під час навчання дають змогу краще зрозуміти явища, які важко пояснити лише текстом.

Висновок. Графічний дизайн сприяє кращому сприйняттю, засвоєнню і збереженню інформації. Його використання дозволяє структурувати складний матеріал, спрямовувати увагу та мотивувати до навчання, що робить його потужним засобом комунікації в освітньому та науковому середовищі. Успішне застосування графічного дизайну здатне значно покращити якість засвоєння знань, роблячи процес пізнання більш інтерактивним і цікавим.

Роль графічного дизайну у інформаційній діяльності

Анна Рушак, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Графічний дизайн допомагає упорядковувати та спрощувати складні матеріали.

Матеріали і методи. Аналіз сучасних методів обміну інформацією у пізнавальній діяльності.

Результати і обговорення. Використання ілюстрацій, схем, діаграм або таблиць дозволяє спростити сприйняття складних текстів і концепцій. Візуалізація інформації – це інтерактивне вивчення візуального представлення абстрактних даних для посилення людського пізнання.

Абстрактні дані включають в себе як числові так і нечислові, такі як текст і географічна інформація. Тим не менш, візуалізація інформації відрізняється від наукової візуалізації: «існує infovis (візуальна інформація), коли просторове уявлення обране, і це scivis, коли просторове уявлення дається»

Графічний дизайн покликаний передавати інформацію через візуальні елементи: кольори, шрифти, форми, зображення та композицію. Завдяки цьому, складні або абстрактні ідеї можна подати в легкому для сприйняття вигляді, що сприяє кращому розумінню і засвоєнню матеріалу. Візуальні елементи можуть допомогти структурувати інформацію, що дозволяє легше орієнтуватися у великому обсязі даних. В зв'язку з цим графічний дизайн є потужним інструментом у пізнавальній діяльності, адже він значною мірою впливає на сприйняття, розуміння і запам'ятовування інформації.

Вивчення впливу графічного дизайну на когнітивні процеси доводить, що добре продуманий дизайн може активізувати пам'ять, допомагати асоціативному мисленню і знижувати когнітивне навантаження. Наприклад, за допомогою інфографіки складну інформацію можна організувати в легкозасвоювану форму, що полегшує аналіз і порівняння даних.

Графічний дизайн може також впливати на емоційний стан людини. Колір, форма та композиція можуть викликати певні емоції, що важливо в процесах навчання та пізнання. Наприклад, використання теплого кольору може створити атмосферу дружелюбності та відкритості, що позитивно впливає на сприйняття навчальної інформації.

За допомогою дизайну можна зробити матеріал цікавим, що спонукає до подальшого вивчення та дослідження, робить процес пізнання більш привабливим та інтерактивним, тим самим збільшуючи мотивацію до навчання. Наприклад, інтерактивні елементи у навчальних платформах або інфографіка в статтях покращують процес сприйняття інформації.

У навчальних матеріалах (підручниках, презентаціях, відео-уроках) графічний дизайн забезпечує зрозуміле подання матеріалу. Дизайнери, працюючи над такими матеріалами, можуть зробити складні концепти доступними для сприйняття.

Висновок. Графічний дизайн відіграє важливу роль у пізнавальній діяльності, оскільки сприяє кращому сприйняттю, засвоєнню і збереженню інформації. Він є не лише інструментом естетичної привабливості, а й важливим елементом когнітивного процесу. Грамотне використання графічного дизайну може значно полегшити навчання та підвищити ефективність пізнавальної діяльності.

Література

1. Edward R. Tufte. Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative Graphics Press, 1997 - 156 p.

Інформація на пакуванні. Його роль і нормативність

Вероніка Яницька, Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Інформація на пакуванні є ключовим елементом, який виконує важливі функції для споживача та виробника.

Матеріали і методи. Аналіз нормативних норм і стандартів в галузі пакування.

Результати і обговорення. Інформація на пакуванні допомагає покупцю зробити обґрунтований вибір, але й забезпечує відповідність продукту законодавчим нормам. Точна і зрозуміла інформація викликає довіру до бренду. Текст повинен бути надрукований зрозумілою мовою, шрифти бути чіткими і легким для читання. Правильно структурована інформація допомагає швидко оцінити продукт. Пакування має відповідати нормативним вимогам, підтримуючи високу якість та етичність бренду.

Інформування споживача – повідомляє основні характеристики товару: склад, вагу, термін придатності, умови зберігання. Допомагає покупцям оцінити продукт і зробити вибір відповідно до їхніх потреб.

Забезпечення безпеки – Пакування має інструкції з використання та застереження щодо можливих ризиків (наприклад, для хімічних продуктів), вказівки щодо алергенів у харчових продуктах.

Реклама та маркетинг – дизайн і текст на пакуванні створюють імідж бренду та підвищують привабливість продукту. Використання логотипів, слоганів, сертифікаційних знаків для залучення покупців.

Забезпечення юридичної відповідності – пакування має відповідати стандартам і регулюванням для конкретного типу продукції. Дотримання законодавства про маркування, захист прав споживачів та екологічність.

Основна інформація на пакуванні містить обов'язкові дані (відповідно до законодавства): – Назва продукту; склад: Повний список інгредієнтів у порядку зменшення їх кількості; термін придатності: Дата виготовлення та кінцева дата використання. Умови зберігання: Температурний режим, вимоги до вологості. Виробник: Назва, адреса та контактна інформація. Штрих-код: Унікальний код для ідентифікації товару. Попередження: Позначення алергенів, хімічних ризиків, вікових обмежень.

Додаткові дані – калорійність і харчова цінність (для продуктів харчування). Спеціальні позначки, – "органічний продукт", "без глютену". Екологічна інформація вказує на можливість переробки пакування.

Нормативність пакування підтверджується міжнародними стандартами: ISO 9001: Управління якістю.; ISO 14001: Екологічне управління.; НАССР: Безпека харчових продуктів; Національними стандартами. Регулювання маркування визначає заборону надання хибної або недостовірної інформації.

Вказування алергенів та харчової цінності допомагають уникнути ризиків для здоров'я.

Висновок. Інформація на пакуванні є важливим інструментом для комунікації між виробником і споживачем. Її роль полягає у наданні корисної, достовірної та зрозумілої інформації, що забезпечує безпеку, комфорт і задоволення потреб споживача.

Література:

1 Жубр, В. Основи конструювання упаковки з паперу та картону [Текст]: навч. посіб. / В. Жубр, Н. Сбітнева. - Х.: ХДАДМ, 2008. - 192 с.

Редизайн упаковки: причини та передумови

Рушак Анна, Бабанова Олена

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Упаковка є віддзеркаленням традицій, менталітету та смаків суспільства у конкретний період. Характер та функції упаковки змінювалися у різні епохи.

Матеріали і методи. Для дослідження еволюції пакування застосовувався хронологічний метод, який дав змогу розглянути дизайн упаковки в динаміці, змінах і часовій послідовності.

Результати і обговорення. Дизайн упаковки швидко застаріває, адже тренди постійно змінюються. Щоб залишатися конкурентоспроможними, успішні компанії оновлюють дизайн заздалегідь. Життєвий цикл упаковки може варіюватися, але рано чи пізно редизайн стає необхідним.

Вихід на ринок нового гравця з інноваційною упаковкою може суттєво вплинути на ринкові позиції. У такому разі редизайн стає інструментом для відновлення конкурентоспроможності. Будь-які покращення продукту повинні відображатися на упаковці. Повне оновлення упаковки, а не просто додавання елементів, забезпечує кращий ефект.

Зміна формату упаковки. У всьому світі, і в тому числі в Україні підвищуються вимоги до технологічності упаковки. З'являється їстівна, біорозкладна та ін. види упаковок. Перехід на новий формат обов'язково потребує і зміни дизайну.

Зміни ринкових умов. Іноді сам ринок підштовхує виробників оновлювати й удосконалювати дизайн упаковки. Наприклад, кілька років тому з'явилася мода акцентувати увагу на тому, що продукти харчування не містять ГМО. Багато виробників додавали цей елемент на свою упаковку або змінювали її повністю.

Провести ребрендинг упаковки: вимоги до нового дизайну:

Оригінальність. За статистикою від 30 до 60% покупок здійснюються спонтанно. Такі рішення ухвалюються у тому числі за рахунок того, що покупець побачив оригінальну упаковку, що вирізняється серед аналогічних.

Ефективна комунікація із цільовою аудиторією. Різні сегменти споживачів по-різному обирають продукт. Наприклад, молоду аудиторію приваблюють динамічні елементи та яскраві кольори, молоді мамі хочуть бути впевненими у якості продукції та шукають її підтвердження на упаковці.

Простота. Захопившись створенням яскравого та незвичайного дизайну, не варто забувати, що упаковка має бути не перевантаженою зайвими елементами. Важливо зосередити увагу споживача на головному, гармонійно підкресливши переваги продукту.

Плюси: осучаснення, спрощення, розголос.

Мінуси: витрати, можлива втрата пізнаваності.

Висновок. Редизайн упаковки – це важливий інструмент маркетинга, який може допомогти бренду досягти своєї мети.

Література

1. Ганоцька, О. Дизайн споживчої упаковки в Україні: стандарт та ексклюзив [Текст]: автореф. дис... канд. мистецтвознавства: 17.00.07 / О.Ганоцька; ХДАДІМ. - Х., 2008. - 20 с.
2. Кадомський С. Логіка дизайн-процесу проектування екологічного пакування. Матеріали 12th International Specialized Scientific and Practical Conference "Trends in lean food production and packaging", September 20, 2023, Kyiv, Ukraine", с. 99-103

Загальні принципи художнього оформлення пакувань

Ілля Шелест, Микола Десик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Упаковка є важливою частиною маркетингу, оскільки вона не тільки захищає продукт, але й виконує естетичну та комунікаційну функції [1].

Матеріали і методи. Аналіз упаковки крізь призму принципів графічного дизайну.

Результати і обговорення. Художній дизайн упаковки повинен привернути увагу, створити позитивний емоційний зв'язок із продуктом та допомогти споживачам зробити вибір.

Основним принципом дизайну упаковки є функціональність. Дизайн упаковки повинен враховувати її основну функцію - захист продукту. Оформлення повинно відповідати формі, розміру і матеріалу упаковки, щоб нею було зручно користуватися. Наприклад, у легкій і прозорій упаковці для хліба ви можете бачити продукт, а міцна картонна коробка забезпечує безпечне транспортування електронного обладнання.



Упаковка повинна відображати фірмовий стиль бренду, такий як логотип, колір, шрифт та інші елементи індивідуальності. Це створює зв'язок між продуктом і виробником, виділяючи його на тлі конкурентів. Наприклад: червоно-біла упаковка Coca-Cola асоціюється з брендом навіть без тексту.

Інформація на упаковці повинна бути чіткою, зрозумілою і читабельною. Важливо уникнути перевантаження текстом і непотрібними декоративними елементами, щоб покупець швидко отримав необхідну інформацію.

Наприклад, назва, склад, вага, термін придатності та інші важливі дані зазвичай вказуються на упаковці харчових продуктів.

Кольори відіграють важливу роль у створенні першого враження про продукт. Вони можуть викликати певні емоції та асоціації.

На упаковці повинні бути чітко вказані важливі відомості про продукт: призначення, інгредієнти, інструкція із застосування, місце виробництва.

Елементи дизайну, такі як ілюстрації, фотографії та декоративні елементи, допоможуть підкреслити товар на полицях магазинів за рахунок створення візуальних акцентів. Наприклад, зображення соковитих фруктів на упаковці соку створює у споживачів відчуття свіжості і натуральності.

Упаковка повинна бути гармонійною і відповідати очікуванням ЦА. Для товарів преміум-класу важливий елегантний і мінімалістичний дизайн, в той час як дитячі товари можуть мати яскравий і життєрадісний дизайн. Приклад: коробки для дорогих годинників часто декорують у стриманих тонах з використанням тиснення або лакування.



Висновок. Художнє оформлення пакування- це складний процес, який поєднує функціональність, естетику та маркетингові стратегії.

Література

1. Жубр, В. Основи конструювання упаковки з паперу та картону [Текст]: навч. посіб. / В. Жубр, Н. Сбітнєва. - Х.: ХДАДМ, 2008. - 192 с.

Створення об'ємно-просторової композиції на поверхні пакування методами графічного дизайну

Станіслав Шерстюк, Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Упаковка повинна відображати фірмовий стиль бренду та мати елементи індивідуальності. В той же час композиція інформації на упаковці повинна створювати зв'язок від продукту до споживача, виділяючи його на тлі конкурентів.

Матеріали і методи: аналіз сучасних тенденцій дизайну пакувань.

Результати і обговорення. Особливості створення об'ємно-просторової композиції на пакуванні включають:

1. Урахування форми пакування (коробка, пляшка, пакет) і зручність використання.
2. Візуальна ієрархія: Ключові елементи (логотип, назва, інформація) розташовуються так, щоб швидко привернути увагу.
3. Гра із простором: Використання кольорів, текстур і тіней для створення ілюзії глибини чи об'єму.
4. Типографіка: Шрифти мають бути читабельними й гармонійно вписуватися в загальну композицію.
5. Інтерактивність: Іноді дизайн включає елементи, які змінюються залежно від кута огляду або дотиків.
6. Пакування має відповідати брендовій айдентиці. Цей підхід робить пакування естетично привабливим, функціональним і таким, що легко запам'ятовується.
7. Інформація на пакуванні. Його роль і нормативність. Інформація на пакуванні виконує важливу роль у споживанні продукту, допомагаючи покупцю зробити свідомий вибір і забезпечуючи відповідність нормативним вимогам.

Роль інформації на пакуванні:

1. Інформативна: Пакування повідомляє споживачеві про назву продукту, склад, термін придатності, вагу або об'єм, умови зберігання та використання.
2. Маркетингова: Етикетка привертає увагу покупців через дизайн, брендинг і рекламні посилання.
3. Юридична частина повинна відповідати стандартам законодавства (харчові, косметичні чи фармацевтичні продукти мають конкретні вимоги до маркування).
4. Екологічна: Додаткова інформація про переробку пакування або використання екологічних матеріалів. Нормативні вимоги: Залежно від країни, законодавство регулює, яка інформація обов'язкова на пакуванні. В Україні це регулюється законами про захист прав споживачів та технічними регламентами. Основні вимоги: • Назва продукту. • Склад (інгредієнти за спаданням ваги, алергени). • Енергетична цінність та харчова інформація. • Термін придатності (дати «використати до» або «краще спожити до»). • Умови зберігання. • Інформація про виробника (назва, адреса, контакт). • Штрих-код і знаки відповідності стандартам (наприклад, CE в ЕС). Приклади: 1. Молоко (ТМ "Яготинське"): • Інформація про жирність (%). • Термін придатності. • Умови зберігання: «+2°C до +6°C». 4 2. Шоколад (Milka): • Склад: цукор, какао-масло, сухе молоко. • Калорійність: 532 ккал на 100 г. • Алергени: містить молоко, горіхи. • Дата виготовлення та «краще спожити до». Чітке та зрозуміле маркування не лише допомагає споживачам, але й захищає права виробників, забезпечуючи прозорість і довіру до продукту.

Література.

1. Синєпузова Н. Композиція: Тотальний контроль. Київ: ArtHuss, 2019. – 240 с.
2. Урсу, Н. Теоретичні основи композиції: навч. –метод. посіб. для студ. ВНЗ / Н. Урсу, І. Гуцул; – Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2018. – 165 с

Вимоги до графічного оформлення пакування

Валерій Поліщук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розробка упаковки – створення додаткової конкурентної переваги товару і яскравої відмінності від аналогових продуктів. Це вибір кольорової гами, матеріалу виготовлення, форми тари, розробка концепції її оформлення, вибір фірмового шрифту, закладка в дизайн певної емоції або враження, які товар повинен передати споживачеві [1].

Матеріали та методи: аналіз сучасних тенденцій дизайну пакувань.

Результати і обговорення. Розробка дизайну упаковки повинна відповідати призначенню і наступним вимогам:

- Привабливість. Красива і якісна упаковка у привертає увагу, сприяє купівлі товару.
- Тактильний відгук. Матеріал для тари, її габарити, якість друку.
- Емоційний відгук. Упаковка повинна дарувати споживачеві позитивні емоції та викликати тільки позитивні асоціації, така «тара» створює міцний емоційний зв'язок споживача з брендом.
- Функціональність. Упаковка повинна виконувати свої основні функції – зберігати товар і перешкоджати механічному впливу.
- Фірмовий стиль. Дизайн повинен бути узгоджений із загальною ідеєю бренду і фірмовим стилем компанії, що в свою чергу підвищує впізнаваність бренду.

Загальні вимоги у свою чергу можна умовно розділити на експлуатаційні, технологічні і споживчі.

Експлуатаційні вимоги обумовлюють збереженість упакованої продукції. Вони передбачають її захист від механічних впливів (міцність, еластичність та ін.) та фізико-хімічних (температура, вологість, світло, кисень та ін.).

Технологічні вимоги обумовлюють найбільш раціональне виготовлення, зберігання і транспортування продукції, можливість застосування автоматичного обладнання для фасування і закупорювання; мати відповідні розміри, які забезпечують зручність використання і компактність та ін.

Споживчі вимоги обумовлюють збут продукції і забезпечують раціональне використання. Упаковка повинна легко відкриватись і закриватись, забезпечувати можливість витягнення вмісту незалежно від його агрегатного стану, по можливості, володіти контролем першого відкривання, бути привабливою та інформативною.

Спеціальні вимоги обумовлюють властивості, які необхідні тарі, закупорювальним засобам та пакувальним матеріалам для конкретних видів пакованої продукції. Вони повинні володіти хімічною стійкістю, хімічною і токсичною індиферентністю, непроникністю для мікроорганізмів, газів і парів; не повинні надавати лікарським засобам стороннього смаку і запаху; забезпечувати герметичність при закупорюванні та можливість витягнення окремих порцій вмісту без забруднення залишків; мати спроможність до стерилізації; бути стійкими до миючих засобів, дозволених МОЗ України та ін.

Санітарно-гігієнічні вимоги. Гігієнічна оцінка полімерних та інших матеріалів проводиться за допомогою санітарно-хімічних і токсикологічних досліджень. Дотримання санітарно-гігієнічних вимог забезпечується, якщо матеріал упаковки не змінює якості продукції, протистоїть старінню, не вступає в хімічні реакції з продукцією і не змінюється від її впливу.

Література:

1. Кривошей, В. Упаковка в нашому житті [Текст] / В. Кривошей. - К.: ІАЦ "Упаковка", 2001. - 159с.



Методи керування поглядом у візуальному дизайні.

Анна Рушак, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Графічний дизайн керує поглядом через композиційні елементи: напрямки ліній, пріоритет кольорів, розміщення ключових об'єктів.

Матеріали і методи. Дослідження психології зорового сприйняття людини.

Результати і обговорення. Область, яка виділяється на загальному тлі і привертає до себе увагу, називається **фокусом, або центром уваги**. Фокус уваги може бути одним елементом, а може являти собою сукупність кількох елементів, розташованих досить близько, щоб сприйматися як єдине ціле. Якщо в композиції присутні кілька фокусів уваги, їх слід вибудовувати в ієрархічну структуру, щоб на кожному рівні вони сприймалися глядачем послідовно, а не одночасно. Елементи зображення, за якими людина найчастіше ковзає поглядом, є смисловими (змістовними) центрами.

Будь-яке зображення або об'єкт – (в загальному, те, що знаходиться у нас перед очима) складається з деталей. За даними фізіологів, при розгляданні об'єктів зіниця весь час рухається по складних траєкторіях. Око влаштовано так, що за один раз дозволяє розпізнати тільки один образ, потім переходить до наступного. При знайомстві з об'єктом воно як би обмацує його поглядом. Очі не обводять контури предметів, а перескакують від однієї частини зображення до іншого, іноді кілька разів повторюючи один і той же шлях.

На будь-якій картині серед безлічі предметів глядач шукає і приділяє основну увагу зображенню людини або тварини. Особи людей на картині значать для глядача більше, ніж фігури, а головні елементи, що фіксуються на обличчі – очі, ніс, губи. Точки, в яких при розгляданні зображення зіниця зупиняється і змінює напрямок, є найбільш інформаційно важливими. Для впізнання фігури найбільше значення мають точки максимальної кривизни її контуру. Різкі злами ліній часто використовуються художниками для досягнення більшої виразності, для стилізації зображень. Цей прийом застосовувався в народній творчості при вишивці хрестом і в килимових малюнках, на ньому будували свої роботи кубісти, за таким же принципом малюються піктограми.

Візуальна ієрархія – це метод упорядкування графічних елементів в дизайні за рівнем важливості. Принцип правильної ієрархії допомагає дизайнерам і розробникам структурувати візуальні компоненти, щоб користувачі могли легко орієнтуватися на сайті, швидко знайти необхідну інформацію, зрозуміти зміст. Логічно розташовані елементи, а також їх колір, розмір або контраст впливають на позитивне сприйняття і направляють користувача до бажаних дій. Ієрархія передбачає організацію вмісту таким чином, щоб спрямовувати увагу глядача на найважливішу інформацію.

Використання контрасту передбачає використання відмінностей у кольорі, розмірі, формі, текстурі чи значенні для створення візуального інтересу та підкреслення певних елементів. Додавши контраст у свій дизайн, ви можете виділити важливу інформацію та створити відчуття ієрархії.

Висновок. Розуміння психології зорового сприйняття призводить до кращого візуального дизайну.

Література

1. R.L. Gregory Eye and Brain: the psychology of seeing Paperback World university library McGraw-Hill Book Company NEW YORK TORONTO 1978 – 260p.
2. Hubel David Y. Eye, brain and vision. Scientific American Library, 1988 - 240 p.

Роль графічного дизайну у оформленні оточуючого середовища

Шелест Ілля, Кадомський Сергій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Графічний дизайн не обмежується лише друкованими матеріалами або цифровими платформами, для оточуючого середовища він грає не меншу роль. ГД створює естетичну атмосферу, підвищує функціональність простору і формує певні емоційні враження у користувачів.

Матеріали і методи. Аналіз оточуючого світу крізь призму соціальної психології.

Результати і обговорення. При оформленні зовнішнього середовища такого як білборди, мурали, або реклама створюється імідж міста. В громадських місцях, аеропорти, вокзали, станції метро, ГД допомагає людям орієнтуватися. Це вказівники, знаки, карти. Все має бути зрозумілим, щоб люди швидко знаходили потрібні місця.

В магазинах чи ресторанах графічний дизайн допомагає створити привабливий вигляд, який привертає увагу покупців і робить покупки для них легшими.

З цього всього можна зробити висновок що ГД це король не тільки для продажів і всього у цій сфері, а також для привернення уваги. Завдяки ГД ми швидше орієнтуємось у просторі, легше приймаємо рішення і відчуваємо комфортно.



Рис.1 Сучасні форми графічного оформлення міста.

Сьогодні за часів війни існує актуальність теми графічного оформлення в необхідності зберігати та розповсюджувати українську культуру, у тому числі за допомогою візуалізації знаків і символів регіонів України. Дизайнерські розробки айдентики можуть стати візуальними ідентифікаторами міста. В Україні брендинг міст розвивається доволі повільно й характеризується безсистемністю, тому нова концепція розвитку брендингу міста може бути корисною задля вирішення цієї проблеми. Важливою задачею є залучення провідних спеціалістів до оформлення навколишнього середовища і допомагати розвивати проекти, які підвищують рівень обізнаності та візуального досвіду суспільства. Візуальне оформлення міста – це сучасний спосіб його презентації як всередині країни, так і за кордоном, сприяє його розвитку, відображає місцевий колорит, сутність та підкреслює індивідуальні особливості.

Висновок. Мистецтво візуального дизайну в інформаційному та візуальному просторі можна вважати інструмент масової культури, яке в той же час є індивідуальною творчою формою, яка повинна бути в гармонійному поєднанні з оточуючим простором. Загальні правила оформлення міста, можуть бути непомітними, але водночас роблять простір зрозумілим, простим для сприйняття та пересування ним, і найголовніше — безпечним, зі зручною інфраструктурою.

Література

1. Графічний дизайн в інформаційному та візуальному просторі [Текст]: монографія / [М. Колосніченко та ін.]; – Київ: КНУТД, 2022. – 226 с.
2. Дизайн систем візуальної інформації [Текст]: навч. посіб. / О. Чемакіна [та ін.]. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. – 199 с.

Вимоги типографіки для книжкової обкладинки

Олександра Надашкевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Обкладинка журналу чи книги має подвійне призначення. По-перше, вона скріплює аркуші, захищає їх від ушкодження та бруду, чим робить видання міцнішим. По-друге, вона дає читачеві початкову загальну інформацію про видання. Людина бачить обкладинку тоді, коли розглядає друковану продукцію в магазині, бібліотеці, на розкладці. Від першого враження часто залежить, чи захоче читач докладніше познайомитися з виданням [1, 2].

Матеріали і методи. Системний аналіз друкованої книжкової продукції.

Результати і обговорення. При верстці видання особливу увагу дизайнер приділяє оформленню обкладинки. Тут кожна деталь має значення. Особливо важливим є, вибір шрифтів, стилю оформлювання, підбір кольорового контрасту.

Основні вимоги до типографіки обкладинки:

Шрифт має бути чітким і легко читабельним, навіть з відстані. Важливо враховувати розмір шрифту, відстань між рядками, контраст між фоном і текстом.

Шрифт повинен відповідати жанру книги, її настрою та цільовій аудиторії. Наприклад, для дитячої книги підійдуть яскраві, округлі шрифти, а для наукової праці – більш стримані і класичні.

Заголовок книги, ім'я автора та інші важливі елементи мають бути виділені за допомогою шрифту. Це можна зробити за рахунок зміни розміру, кольору, жирності або використання декоративних елементів.

Шрифт повинен гармонізувати з іншими елементами дизайну обкладинки, такими як ілюстрації, кольори та композиція.

Шрифт може стати відмінною рисою обкладинки і допомогти виділити книгу серед інших. Однак, важливо знайти баланс між оригінальністю і читабельністю.

Декоративні шрифти можуть виглядати красиво, але вони можуть бути важко читабельними. При оформленні обкладинки необхідно обмежитись 2-3 шрифтами, щоб не перевантажити дизайн. Занадто маленький або занадто великий шрифт може ускладнити читання. Недостатній контраст між шрифтом і фоном може не зацікавити споживача. Текст повинен чітко виділятися на фоні.

Висновок. зовнішні елементи виконують не тільки інформаційну, але і рекламну функцію. Інформативність зовнішнього оформлення необхідна для оперативного знайомства, пошуку на полиці, письмовому столі. Первісне джерело інформації для читача - титульні дані, анотація й інші тексти, а також Ілюстрації та декоративні елементи, розташовані на першій та четвертій боковині (обкладинки), корінці та суперобкладинці. Тому їхнє оформлення має не лише відповідати виду й цільовому призначенню видання, але і привертати увагу читача, викликати в нього зацікавленість виданням, бажання прочитати або купити його. Характер рекламності або декоративності зовнішнього оформлення у виданнях різноманітного типу неоднаковий. Але в будь-якому випадку декоративність зовнішнього оформлення пов'язана зі змістом і призначенням видання, візуально демонструє найцікавіші його фрагменти.

Література

1. Шевченко В. Е. Текст і зображення: види, функції, оформлення: монографія /В. Е. Шевченко. – К.: Вид. -поліграфічний центр "Київський університет", 2010. - 223 с.
2. Іванов, С. Основи композиції видання [Текст]: навч. посіб. для ВНЗ / С. Іванов. – Л.: Світ, 2013. – 229 с. – ISBN 978-966-603-832-9



Дослідження оформлення різних жанрів типографських видань

Олександра Надашкевич, Валентина Степанець, Розалія Хохлова
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оформлення типографських видань – це мистецтво, яке поєднує в собі естетику та функціональність.

Матеріали і методи. Системний аналіз видавничої продукції.

Результати і обговорення. Вибір шрифтів, кольорів, макетування та інших елементів дизайну безпосередньо впливає на сприйняття читачем інформації та загальне враження від видання. Розглянемо основні аспекти оформлення різних жанрів типографських видань.

Фактори, що впливають на оформлення:

Жанр видання: Кожен жанр має свої особливості та вимагає відповідного оформлення. Наприклад, наукова книга потребує чіткого структурування та стриманих шрифтів, а дитяча книжка – яскравих ілюстрацій та великих літер.

Цільова аудиторія: Вік, рівень освіти, інтереси читачів визначають вибір шрифтів, кольорів та стилю ілюстрацій.

Зміст видання: Текстова інформація, таблиці, діаграми, ілюстрації – все це вимагає відповідного оформлення.

Формат видання: Розмір, тип паперу, обкладинка також впливають на вибір шрифтів та макетування.

До основних принципів оформлення відносять:

Читабельність: Текст має бути легко читабельним, тому важливо вибирати шрифти з оптимальним розміром та міжрядковим інтервалом.

Єдність стилю: Всі елементи оформлення мають бути гармонійно поєднані між собою і відповідати загальному стилю видання.

Акценти: Важливі елементи тексту (заголовки, підзаголовки, ключові слова) повинні бути виділені за допомогою шрифтів, кольору або розміру.

Естетика: Оформлення має бути приємним для ока і відповідати загальному настрою видання.

Висновок. Аналіз різних типів видання дозволив виявити основні особливості типографіки різних жанрів:

Наукові видання використовують строгі шрифти з зарубками (Times New Roman, Georgia), чітка структура, мінімум декоративних елементів. Художня література – різноманітні шрифти, широке використання декоративних елементів, великі ілюстрації. Дитячі книги – яскраві кольори, великі літери, прості шрифти, багато ілюстрацій. Журнали – сучасні шрифти без зарубок, багато фотографій, використання кольору. Рекламні матеріали – яскраві кольори, великі заголовки, акцент на ключових словах.

Література

1. Конструювання і типографіка видань [Текст]: метод. вказівки до викон. індивід. завдань та самост. роботи студ. напряду підготов. 6.051501 "Видавничо-поліграфічна справа" / [уклад.: В. Степанець, Р. Хохлова; ред. П. Киричок]. – К.: НТУУ "КПІ", 2010. – 30 с.

2. Іванов, С. Основи композиції видання [Текст]: навч. посіб. для ВНЗ / С. Іванов. – Л.: Світ, 2013. – 229 с.

3. Городенко, Л. Системи верстки [Текст]: практ. посіб. ВНЗ / Л. Городенко. – К.: Паливода А. [вид.], 2007. – 519 с. – Назва обкл.: Системи верстки: художникам, дизайнерам, верстальникам. QuarkXPress. Adobe PageMaker. Adobe InDesign.



Аналіз оформлення різних жанрів типографських видань

Валерій Поліщук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При роботі над оформленням друкованого видання найістотнішими ознаками є зміст, цільове і читачке призначення. В основі оформлення лежить вид друкованого матеріалу. Вміння відрізнити той чи інший тип видавничої продукції є важливим для визначення місця друкованого видання у суспільному житті.

Матеріали і методи. Дослідження і аналіз типографіки видавничої продукції.

Результати і обговорення. Сучасне устаткування дозволяє виготовляти багатоколірні бланки, візитки, конверти, листівки, буклети та інші друковані видання з нанесенням фірмової символіки, а також різноманітної інформації, що покращує зовнішній вигляд видання. Одним із важливих компонентів оформлення друкованих видань різного типу є ілюстрації.

Ілюстрація в широкому сенсі – пояснення словесної інформації наочними прикладами, кресленнями і зображеннями, а в більш вузькому – область мистецтва, пов'язана з образотворчим тлумаченням літературних і наукових творів. Мистецтво ілюстрації книг є самостійним видом образотворчого мистецтва, воно дуже своєрідно і специфічно і вимагає професійного підходу, з урахуванням норм ілюстрування.

Ілюстрація до художнього літературного твору виконує такі завдання, як доповнення сюжету автора різними побутовими або історичними деталями, допомога читачеві в орієнтуванні у відповідній епосі, створення початкового враження про твір. Ілюстрування художньої літератури в обов'язковому порядку має враховувати вік читача. У кожній книзі є свій адресат і завдання ілюстрації - зтягти читача, привернути його увагу, дати йому початкову інформацію про книгу. Ілюстрація повинна відповідати змісту твору і припускати правильне сприйняття її читачем.

Дитяча ілюстрація охоплює великий спектр тематики. Ключовим тут є вміння правильно зорієнтуватися на вік читача. Ілюстрації для дітей повинні пропонувати чітку і легко розуміючу інтерпретацію теми. Вони також повинні викликати у дітей інтерес, але не виглядати так, ніби в них робиться поблажливість до малюків. Необхідно знайти способи залучення уваги читача. Дитячі ілюстрації повинні бути привабливі і для дорослих, які дивляться дитячі книги і реально приймають рішення про їх купівлю.

В ілюструванні подарункових видань зображення грають найважливішу роль, підкреслюючи розкіш і високу цінність. При оформленні такого видання ілюстрації повинні відповідати тексту, бути виконаними в одній техніці, мати свій стиль.

Комікс - особливий стиль ілюстрування. Художник повинен уміти сценарій коміксу виявити способом, схожим з методами кінематографії. Художник не просто ілюструє книгу, а фактично повністю створює її.

Газетна ілюстрація завдяки своїй наочності така ілюстрація володіє особливою силою впливу на читачів. Разом з тим ілюстрація прикрашає газетну сторінку. Текстові матеріали, що несуть головне навантаження, є основою будь-якої газети, кожного її номера тому необхідно визначати оптимальну площу, займану ілюстраціями в газетному номері.

Висновок. Робота над ілюстраційним матеріалом – один з найбільш відповідальних і складних ділянок оформлення. Якісне проектування та художнє оформлення книжкового видання головною запорукою комерційного успіху друкованої продукції.



Аналіз типографського оформлення на пакуваннях

Валерій Поліщук, Дарина Поліщук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Типографіка на пакуванні має відповідати концепції продукту, орієнтуватися на цільову аудиторію та забезпечувати зручність сприйняття.

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

Результати і обговорення. Типографія на упаковці – це важливий елемент дизайну, який допомагає створити правильне враження про продукт і забезпечити ефективну комунікацію з покупцем. Типографія на упаковці важлива для передачі інформації, привернення уваги та створення іміджу бренду. Аналіз сучасної пакувальної продукції дозволяє зрозуміти, як графічний дизайн впливає на сприйняття продукту споживачами. Нижче наведено основні аспекти, які слід враховувати при оцінці типографіки пакувань:

Сучасні продукти найчастіше використовують мінімалістичні шрифти без зарубок (Sans Serif), що асоціюються з чистотою, сучасністю та інноваційністю.

Традиційні товари використовують шрифти із зарубками (Serif) підкреслюють історичність, автентичність та довіру.

Використання рукописних або декоративних шрифтів передає відчуття розкоші та унікальності і використовується для ексклюзивних виробів.

Зазвичай найбільший елемент, що привертає увагу та створює впізнаваність бренду. В зв'язку з чим назва продукту: виділяється чітким, читабельним шрифтом. Шрифт середнього розміру допомагає акцентувати увагу на продукті.

Дрібні шрифти використовуються для тексту із меншим пріоритетом, як-от інгредієнти, термін придатності.

Поеднання кольору шрифту та фону має забезпечувати легкість сприйняття. Наприклад, чорний текст на білому фоні вважається класичним і читабельним.

Теплі кольори (червоний, помаранчевий) привертають увагу, холодні (синій, зелений) асоціюються із спокоєм і надійністю.

Успішне пакування розставляє акценти через ієрархічну типографіку: назву бренду чи продукту на першому плані; ключові характеристики (натуральність, відсутність цукру) виділяються візуально. Вторинна інформація (вага, склад) менш помітна, але легко знаходиться.



Відповідно еко-стилю пакування шрифти без зайвих прикрас із використанням природних кольорів (зелений, коричневий) гармонійно вписуються в стиль екологічності. Імітація старовинних шрифтів і елементів нагадує традиції, викликаючи ностальгію. Геометричні шрифти в темній палітрі підкреслюють інноваційність. Головне, це читабельність і відповідність нормам дизайну бренду.

Висновок Успішне оформлення підкреслює унікальність бренду, викликає довіру та стимулює продажі. Для глибшого аналізу варто оцінити кілька прикладів пакувань та порівняти їхні типографічні рішення в залежності від сегмента ринку. Типографія на упаковці повинна бути не тільки привабливою, але й функціональною, забезпечуючи легкість сприйняття та швидкий доступ до важливої інформації.

Література

1. Кривошей, В. Упаковка в нашому житті [Текст] / В. Кривошей. - К.: ІАЦ "Упаковка", 2001. - 159с.

Фактори, що впливають на типографське оформлення упаковки

Олександра Надашкевич, Сергій Кадомський

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. Аналіз та висновки по типографському оформленню різних пакувань.

Результати і обговорення. Фактори, що впливають на типографське оформлення упаковки:

Продукт: Характеристики продукту (розмір, форма, матеріал) визначають, які шрифти та елементи дизайну будуть доречними.

Бренд: Корпоративний стиль, цінності та позиціонування бренду визначають загальний тон оформлення.

Цільова аудиторія: Вік, стать, інтереси споживачів впливають на вибір шрифтів, кольорів та стилю повідомлення.

Функціональність: Текст на упаковці повинен бути чітким та легко читабельним, містити всю необхідну інформацію про продукт (склад, спосіб застосування, дата виробництва тощо).

Конкурентна спроможність: Аналіз оформлення конкурентних продуктів дозволяє виділити сильні та слабкі сторони їх дизайну та створити більш ефективну упаковку.

Основні принципи типографського оформлення упаковки:

Читабельність: Текст має бути легко читабельним з будь-якої відстані. Для цього використовують контрастні шрифти, достатній розмір літер та міжрядковий інтервал.

Лаконічність: Інформації на упаковці має бути достатньо, але не надто багато. Кожне слово має працювати на досягнення мети.

Єдність стилю: Всі елементи дизайну упаковки (шрифти, кольори, ілюстрації) мають бути гармонійно поєднані між собою і відповідати загальному стилю бренду.

Емоційність: Шрифти та текст можуть передавати емоції, створювати певний настрій і асоціації.

Функціональність: Текст на упаковці повинен виконувати свою інформативну функцію, але при цьому не заважає дизайну.

Типи шрифтів та їх використання в упаковці: Шрифти з зарубками (serif): Традиційні, створюють відчуття надійності та класики. Доречні для продуктів преміум-сегмента.

Шрифти без зарубок (sans-serif) – сучасні, мінімалістичні, легко читаються. Підходять для більшості продуктів.

Декоративні шрифти – використовуються для створення акцентів, підкреслення особливостей продукту.

Ручні шрифти – додають теплоти та індивідуальності. Часто використовуються для продуктів handmade або для створення дитячого дизайну.

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

Література

1. Шевченко В. Е. Текст і зображення: види, функції, оформлення: монографія /В. Е. Шевченко. – К.: Вид. -поліграфічний центр "Київський університет", 2010. - 223 с.
2. Parker Rodger Looking Good in Print. Six Edition© 2006 – 371 p.



Аналіз типографського оформлення різних пакувань

Анна Рушак, Олена Бабанова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останні десятиріччя свідчать про виокремлення пакувального дизайну України у спеціалізовану галузь дизайну, демонструють становлення окремих сфер виробництва, які забезпечують виробництво пакувальних матеріалів, виготовлення спеціального устаткування, розробку дизайну упаковки, тиражування упаковки за допомогою поліграфії тощо.

Матеріали і методи. Розгляд дизайну споживчої упаковки, здійснювався з позиції системного підходу як єдиного цілого з узгодженим функціонуванням усіх елементів у контексті історичних, соціокультурних та економічних факторів.

Результати і обговорення. Харчові продукти використовують великий текст для читабельності, інформація на звороті маленьким шрифтом, але вона теж повинна бути читабельною. Солодощі здебільшого мають яскраву чи пастельну кольорову гаму.

Приклад: цукерки Рошен «Червоний мак». Ця упаковка має розбірливий текст для назви бренду, декоративний шрифт для назви продукту та чорний на білому текст складу розбірливим шрифтом. Продукт з достатньо впізнаваним дизайном.



Фармацевтика повинна викликати також довіру, мати мінімалістичні шрифти та структуровану інформацію. На цьому пакуванні бачимо багато шрифтів, чим вони менші тим більш мінімалістичні. Текст має насичені кольори, а світле тло збільшує читабельність. Все найосновніше (кількість, назва, бренд, грамівка, тип таблеток) розташовано на лицевій стороні. Приклад: таблетки Фармак «Адажіо». Ця упаковка є типовим представником свого напрямлення та виконує усі функції.



Пакування для косметики може бути неймовірно різним (але залежно від споживача), але здебільшого не є максималістичним.

Текст має бути високої читаємості (як виняток можуть бути назва бренду та продукту, але вони мають дублюватися на звороті основним шрифтом)

На цьому пакуванні шрифт білий на золотому тлі, що підходить просунутому та люксовому бренду, але жакливо читається.



Приклад: хайлайтер від Fenty Beauty. Хоч шрифт і мінімалістичний, але на коробці цей факт ситуацію не рятує.

Тому на цьому прикладі не вдало підібрані сполучення кольорів.

Висновок. Працюючи над упаковкою, дизайнерів необхідно постійно відстежувати зміни в естетичних, функціональних і технологічних вимогах, які сьогодні висуваються суспільством, ринком та виробництвом.

Література

1. Кривошей, В. Упаковка в нашому житті [Текст] / В. Кривошей. - К.: ІАЦ "Упаковка", 2001. - 159с.
2. Bringhurst, Robert. The Elements of Typographic Style. - 2nd ed. p. cm. / Robert Bringhurst. Vancouver, Edited by Hartley & Marks Publishers. 1992 – 351 p.

Ексклюзивне пакування

Вероніка Яницька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ексклюзивне пакування – це особливий вид пакування, який підкреслює унікальність, преміальність та статус продукту. Воно використовується для створення емоційного зв'язку з покупцем, виділення бренду та підвищення статусу товару.

Матеріали і методи. Пакування як складова частина дизайнерського проектування розглядалася у контексті соціокультурних потреб суспільства.

Результати і обговорення. Збільшення обсягів виробництва упаковки пояснюється, зокрема, зростаючим асортиментом продукції, появою сучасних пакувальних матеріалів, нових видів упаковок та стрімким розвитком технологічних можливостей, а в нашій країні це також пов'язано з розширенням мережі супермаркетів. Потрібно зробити акцент на тому, що за рахунок збільшення асортименту товарів утворюється нова група продукції високої цінової категорії, яка потребує вже не стандартної, а ексклюзивної упаковки.

Виявлення особливостей та визначення доцільного застосування стандартного або ексклюзивного підходу, слід дослідити походження, становлення та розвиток споживчої упаковки. Особливо важливим є питання: як дизайн споживчої упаковки сприяє виявленню певних характеристик товару, створення образу продукту.

Пакування може вирізнитися серед конкурентів завдяки інноваційній формі, кольору чи текстурі. Для цього часто використовуються нестандартні матеріали, наприклад, дерево, метал, скло. Матеріали преміум-класу підкреслюють статус продукту. Деталі пакування мають бути довершеними: від друку до точного складання. Не тільки зовнішня привабливість, але й зручність у використанні: легкість відкривання, можливість багаторазового використання, захист продукту.

Метою ексклюзивного пакування є підвищення емоційного зв'язку з клієнтом. Покупці асоціюють такий вид пакування з особливими емоціями. Гарне пакування може вплинути на рішення купити продукт навіть за високою ціною. Дизайн має відображати цінності бренду або статус продукту (наприклад, золоті чи сріблясті елементи для елітності). Ексклюзивне пакування створює конкурентну перевагу і зазвичай використовується для люксових товарів (парфуми, алкоголь, прикраси).



Рис. 1. Приклади ексклюзивного пакування

Для створення ексклюзивного пакування використовують коштовні або рідкісні матеріали (шкіра, скло, оксамит), особливий друк (глибоке тиснення, золоте фольгування, UV-лак), контрастні деталі: магнітні застібки, стрічки, ручної роботи.

Висновок. Ексклюзивне пакування виконує одночасно кілька функцій: привертає увагу, викликає емоції, позиціонує продукт як преміальний і збільшує його вартість в очах покупця. Його успішність залежить від гармонійного поєднання функціональності, естетики та емоційної складової.

Сучасні вимоги до пакування

Дарина Поліщук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

ВСТУП Виявлення особливостей та визначення вимог до сучасного пакування є доволі важливим в умовах становлення та розвитку споживчої упаковки. Дуже важливим є питання: які вимоги сприяють розробці якісної і сучасної упаковки.

Матеріали і методи. Дослідження упаковки здійснювалося за допомогою історичного, економічного і функціонально-коштовного аналізу.

Результати і обговорення. Аналіз вимог до пакування зведений до таблиці:

Категорія	Вимоги до пакування	Примітки
Матеріали	Пакування повинно бути виготовлене з екологічно чистих матеріалів, що підлягають переробці (картон, пластик, біорозкладні матеріали).	Забезпечення сталості ресурсів та зменшення екологічного сліду.
Розмір і форма	Пакування повинно бути компактним і зручним для транспортування, з урахуванням оптимального використання простору на складі.	Зручність для зберігання та логістики.
Міцність і захист	Пакування має забезпечувати захист від пошкоджень під час транспортування (підвищена міцність стінок, волога- та пилонепроникність).	Важливість для збереження якості товару.
Безпека	Пакування не повинно містити шкідливих речовин (наприклад, токсичних барвників). Воно також має бути безпечним для дітей, якщо це необхідно (відсутність дрібних деталей, які можна проковтнути).	Стандарти безпеки для споживачів.
Інформація	Пакування повинно містити всю необхідну інформацію: склад товару, термін придатності, інструкцію, попередження, контактні дані виробника.	Відповідність вимогам законодавства та стандартам.
Легкість відкриття	Пакування повинно бути легким для відкриття, з можливістю повторного закриття (якщо це потрібно для збереження товару).	Покращення зручності використання.
Естетика та дизайн	Дизайн пакування має відповідати бренду, бути привабливим і відображати концепцію товару.	Важливість для маркетингу та привернення уваги.
Вартість	Вартість пакування повинна бути оптимізованою, щоб не перевищувати ціновий поріг для споживача, але й забезпечувати відповідний рівень якості.	Баланс між економією та якістю.
Транспортування і зберігання	Пакування повинно бути зручним для транспортування: легке, але міцне, з можливістю стосуватися в штабелях без пошкодження товару.	Врахування особливостей логістики та складських умов.
Маркування і штрих-коди	Пакування повинно бути оснащене чітким і легко зчитуваним штрих-кодом, а також маркуванням, що відповідає стандартам для товарів відповідного виду.	Для ефективного процесу продажу та обліку.
Термін придатності/Зберігання	Пакування повинно мати чітко вказаний термін придатності, умови зберігання та використання, щоб не було ризику споживання товару після закінчення цього терміну.	Ключовий аспект для продуктів харчування або медикаментів.

Висновок. Зроблений аналіз демонструє важливі аспекти, які потрібно враховувати при розробці пакування на основі його характеристик. Всі фактори взаємопов'язані й допомагають створити ефективне, безпечне та зручне пакування, що відповідає вимогам ринку та законодавства.

Література

Thomas Hine. The Total Package The Secret History and Hidden Meanings of Boxes, Bottles, Cans, and Other Persuasive Containers / Thomas Hine. Boston, NY, Toronto, London Little, Brown and Company 1995 – 270p.

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

Development of the knife mechanism design for PET bottle shredding

Ivan Tymchenko, Mykola Iakymchuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Separating the bottle into the neck, bottom, and middle for separate processing ensures a homogeneous polymer, which increases the quality of the recycled material, since the polymer is amorphous in the neck and bottom, and oriented in the middle.

Materials and methods. Theoretical research was carried out using complex methods of analysis and scientific generalization of data from literary sources. 3D modeling done in Autodesk Inventor.

Results. According to the results of a literature analysis, it was found that the main problem of bottle recycling is the lack of equipment for preliminary separation of the bottle into parts with different polymer properties.

For such separation, sickle-shaped knives with a piercing part were designed, which reduces the required force during cutting (Fig. 1). A mathematical model of the cutting process using such knives was developed for their study.

A prototype of a PET bottle shredder was also designed (Fig. 2). It includes a receiving chamber 1, a body 2 in which knives 3 and counter knives 4 are installed, and an output chamber 5. The installation works as follows. A PET bottle is placed in the receiving chamber 1 and rolls along an inclined plane into the body 2. In the body, knives 3 are installed on the shaft, which capture the bottle and, resting it on the counter knives 4, divide it in two stages: piercing and cutting. The piercing stage allows to reduce the force of further cutting. The separated parts exit the shredder through the output chamber 5 and proceed to the next technological process.

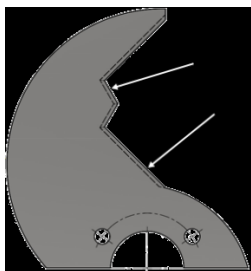


Fig. 1. Knife design:
1 – piercing part,
2 – cutting part.

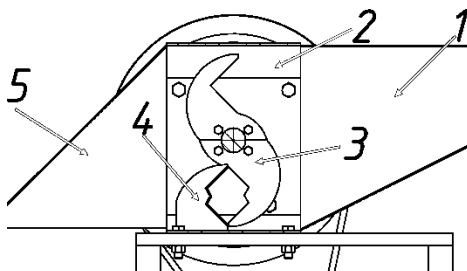


Fig. 2. Model of the shredder prototype:
1 – receiving chamber, 2 – body, 3 – knife,
4 – counter knife, 5 – output chamber.

Conclusions. Conducted analytical studies of the proposed design of knives allowed us to conclude that due to the presence of a piercing element, the cutting force is reduced; which in turn leads to energy savings of up to 15%. The obtained data will be used in the manufacture of a prototype shredder.

References

1. Benyatiar, P.; Kumar, P.; Carpenter, G.; Brace, J.; Mishra, D.K. Bottle-to-bottle processing of polyethylene terephthalate (PET) for beverage production: a review. *Polymers* 2022, 14, 2366.

Development of a specialized robotic module for group packaging

Ivan Hlushchenko, Mykola Iakymchuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Extensive development of food industry and packaging industry forces packaging equipment manufacturers to develop solutions that allow packaging products of various shapes and types faster and more efficiently. That is why leading manufacturers of group packaging equipment use specialized robotic complexes (SRC), which enable quick reconfiguration for different types of packaged products. The development of new SRC designs is therefore a relevant task for increasing the competitiveness of such equipment in the packaging machinery market.

Materials and methods. The study involved analyzing existing designs of modern SRCs for group packaging, designing a robotic module using CAD software Autodesk Inventor and modeling the working area of SRC using MatLab.

Results and discussion. The research on SRC usage in modern group packaging equipment and their structural analysis revealed that the most common SRCs are of the articulated type with 2–4 degrees of freedom. One of the key characteristics of SRCs is their modular design and the ability to be quickly reconfigured.

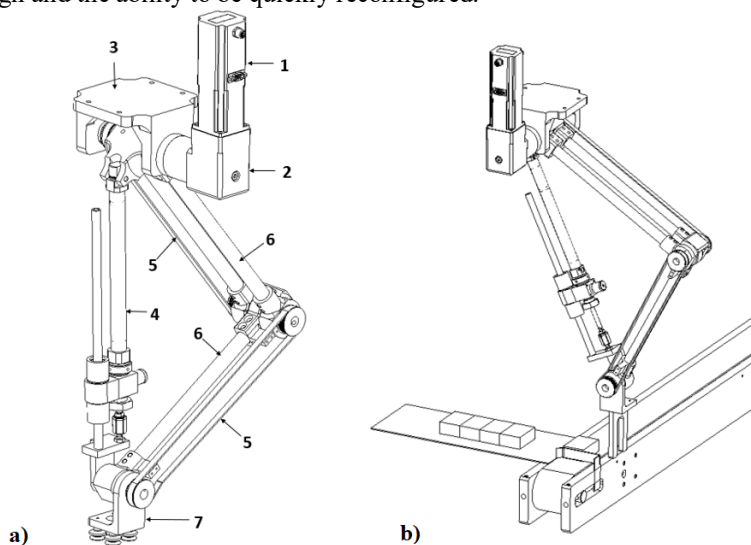


*Fig. 1: a) Structure of the robotic module for group packaging:
1 – servo motor, 2 – reducer, 3 – mounting bracket, 4 – pneumatic cylinder module, 5 –
timing belt, 6 – link, 7 – vacuum gripper
b) Technological scheme for using the robotic module for product pushing operations.*

As a result, a robotic module with two degrees of freedom was developed (Fig. 1a). It is powered by a servo motor and a pneumatic cylinder module (Fig. 1a, pos. 1,4). A distinguishing feature of this module is the toothed belt transmission system (Fig. 1a, pos. 5) positioned along the links (Fig. 1a, pos. 6), which allows mechanical adjustment of the gripper's orientation (Fig. 1a, pos. 7). This function finds application in operations such as product transfer, pushing packaged products (Fig. 1b), forming group packaging arrays and

structuring packaging elements where the gripper does not change orientation during operation. The robotic module is mounted in the packaging system via a bracket (Fig. 1a, pos. 3) which enables ceiling mounting and reduces the overall dimensions of the packaging equipment.

The operability of this module was verified by modeling its working area in MatLab. The link dimensions were set as $L1 = 390\text{mm}$ and $L2 = 340\text{mm}$, along with their rotation angles. The simulation result produced a graph (Fig. 2) with a hemispherical shape, illustrating the form and size of the robotic module's working area. The results of the mathematical modeling were validated using CAD software Autodesk Inventor, where the calculated working area of the developed robotic module was found to be 0.186 m^2 .

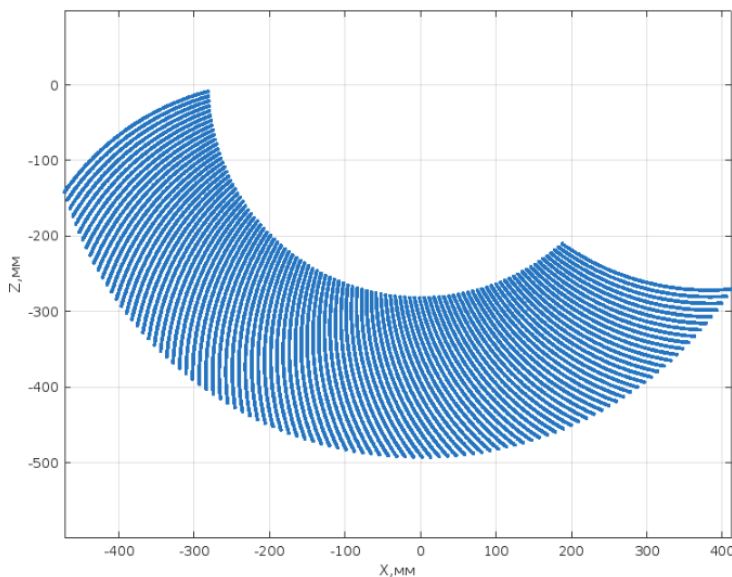


Fig. 2: Working area of the developed SRC.

Conclusions. Conducted analytical studies of existing SRCs facilitated the development of a new robotic module design, which allows rapid reconfiguration for different shapes and sizes of packaged food products. The modularity of the developed robotic module enables its use in various group packaging operations, including product transfer, pushing packaged products, forming group packaging arrays and forming packaging elements. Mathematical modeling of the working area in MatLab and validation of the simulation results in Autodesk Inventor (Fig. 2) confirm the feasibility of integrating this module into packaging complexes.

References.

1. R.N. Jazar, Theory of Applied Robotics; Kinematics, Dynamics, and Control, 1st ed., Springer US, 2007.
2. Farah Bader, Shahin Rahimifard, A methodology for the selection of industrial robots in food handling, Innovative Food Science & Emerging Technologies, Volume 64, 2020, 102379, ISSN 1466-8564, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102379>.
3. Elferink, M., & Schierhorn, F. (2016, April 7). Global demand for food is rising. Can we meet it? Harvard Business Review, 94(4), 2–5.

Modern methods and ways of purification of sunflower oil

Vitalii Okolita, Evhen Babko

National University of Food Technologies, Kyiv

Introduction. In modern conditions, the issue of food quality is becoming increasingly important. Sunflower oil is one of the main sources of fats, but its production is accompanied by the formation of undesirable impurities that negatively affect the quality and safety of the product. Oil purification is an important stage of the production process.

Materials and methods of research. An analysis of traditional and modern methods of purification of sunflower oil was carried out, including alkaline refining, neutralization, freezing, adsorption, enzymatic methods, membrane technologies, ultrasonic and electrophysical effects. The effectiveness of innovative purification methods was assessed in comparison with traditional ones according to the following criteria: the degree of removal of impurities, preservation of useful components, economic feasibility and environmental safety.

Results and discussion. Traditional purification methods, in particular refining, although effective, often lead to losses of biologically active components and have a significant impact on the environment. Therefore, the development of new technologies that ensure high product quality with minimal environmental impact is an urgent task. Promising directions are enzymatic methods, membrane technologies and modern adsorbents. Traditional methods of purification of sunflower oil remain the basis of industrial production, but their shortcomings stimulate the development of innovative approaches. Innovative technologies, such as membrane methods, enzymatic methods, ultrasonic processes and combined methods, demonstrate significant potential for improving product quality and optimizing production processes. Membrane technologies effectively remove impurities at the molecular level, enzymatic methods provide high purification efficiency with minimal impact on useful components, and ultrasonic methods intensify physicochemical purification processes. Combined methods allow to achieve maximum purification efficiency by combining the advantages of different technologies. Centrifugal separators and decanters are effective equipment for oil purification, especially at the stages of liquid and solid phase separation, due to the use of centrifugal force to separate mixtures into components with different densities.

Conclusion. Modern methods of sunflower oil purification, especially innovative approaches, play a key role in ensuring its quality, safety and nutritional value. Innovative technologies allow for more effective removal of impurities, preservation of the organoleptic properties of the product, minimizing the loss of useful components and reducing the negative impact on the environment. The introduction of modern purification methods into the industrial production of sunflower oil contributes to increasing its competitiveness and meets the growing requirements of the modern food industry.

References.

1. Ravi Pandiselvam. Sonoprocessing: mechanisms and recent applications of power ultrasound in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2023, 64.
2. Sandeep Singh. *Developments in the Technology of Oils and Refineries*. CRC Press . 2021. T. 8. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003245513>

Розробка адаптивного біонічного пристрою захоплення на основі коаксіальних оболонок

Олег Ченцов, Микола Якимчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальною задачею сьогодення є створення пристроїв захоплення, що долають обмеження класичних жорстких конструкцій у роботі з продуктами при зміні їх форм, розмірів та характеристик. Високий рівень адаптивності та гнучкості досягається запозиченням принципів роботи природних аналогів. Спираючись на аналіз існуючих наукових праць [1-3], був запропонований новий пристрій захоплення. Відмінна риса запропонованого конструктиву – використання у якості головного приводу та одночасно робочого органу еластичної сільфопоподібної оболонки, що має здатність розгортатись та подовжуватись під дією тиску, а також повертатись до початкового стану завдяки дії сил пружності.

Матеріали і методи. Метою дослідження є визначення оптимальних і граничних параметрів та геометричних залежностей пристрою. Для математичного моделювання роботи пристрою було використано програмний пакет Autodesk Inventor, та Autodesk Inventor Nastran. Для перевірки адекватності отриманих результатів побудовано експериментальні зразки пристроїв захоплення, які відрізняються геометрією та фізико-механічними характеристиками утворюючих матеріалів та протестовано їх у взаємодії з різноманітними об'єктами.

Результати і обговорення. Пристрій імітує рухи живого організму *Glycera Phyllodocida* (рис.1).

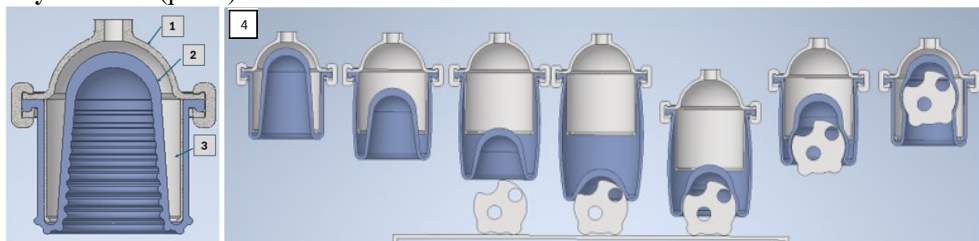


Рис.1 Конструкція пристрою захоплення; 1- жорсткий корпус; 2 – сільфопоподібна коаксіальна мембрана; 3- жорстка внутрішня напрямна; 4 – послідовність захоплення.

Тиск, прикладений до внутрішнього об'єму, що утворений жорстким корпусом 1 та мембраною 2, зсередини вивертає та видовжує мембрану, приводячи у готовий до захоплення стан, а жорстка напрямна 3 забезпечує рівномірне її розгортання. При вимкненні тиску мембрана прагне повернутись до початкового стану охоплюючи об'єкт та занурює його у внутрішню порожнину. Висока адаптивність до поверхні об'єкту захоплення досягається за рахунок еластичності мембрани. Аналіз властивостей мембрани показав, що зменшення товщини стінки мембрани від центру до периферії дозволяє уникнути втрати стійкості оболонки при розгортанні під дією внутрішнього тиску та забезпечити повторюваність послідовності згортання на етапі захоплення.

Результати математичного моделювання та натуральних випробувань прототипів, що відрізняються за властивостями утворюючих матеріалів та геометрією, дозволили визначити оптимальні параметри мембрани: кут нахилу стінок внутрішнього сегменту відносно до вертикальної осі $\alpha=4^\circ$, товщина стінок внутрішнього сегменту мембрани зменшується від центру до периферії, зменшення товщини з кутом $\beta=2^\circ$ відносно зовнішньої стінки внутрішнього сегменту мембрани, центральний сегмент мембрани представляє собою усічений сферичний сегмент з висотою меншою на 10% за радіус

дуги, що його утворює, що унеможливило набуття мембраною стабільного інвертованого стану та забезпечує зворотнє згортання мембрани при вимкненні тиску. Кільцеві ребра жорсткості забезпечують більшу контрольованість та дискретизацію процесу розгортання.

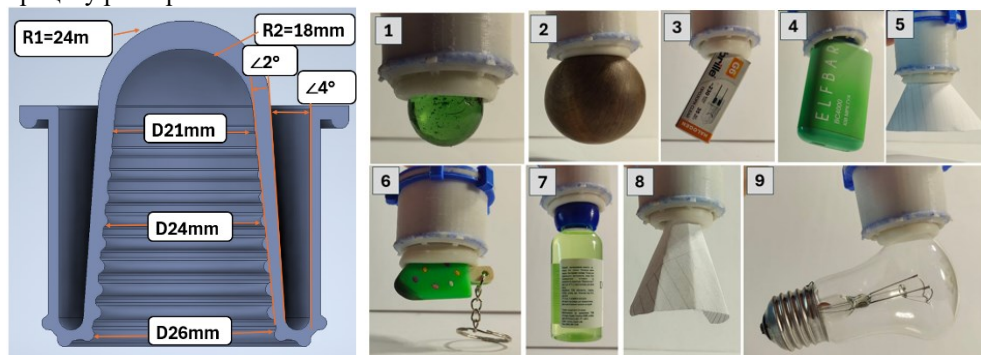


Рис.2 Геометричні розміри мембрани для запропоновані конструкції біонічного пристрою захоплення та взаємодія з об'єктами, відмінними за формою, розмірами та властивостями поверхні.

Була побудована експериментальна установка для оцінки параметрів роботи пристрою захоплення та виготовлено декілька прототипів, що відрізняються за геометрією та властивостями використаних матеріалів. Для оцінки властивостей прототипів були використані силікони на платиновому каталізаторі твердістю від 10 до 40HSA. Для перевірки проливаємістості та вивідності форми була використана швидкозастигаюча композиція желатин/гліцерин у пропорціях, що відповідають властивостям того або іншого силікону.

Результати експериментальних досліджень показали, що оптимальні для поставленої задачі показники жорсткості матеріалу мембрани знаходяться в межах від 15 до 20HSA (згідно з наданими виробником силіконових композицій параметрами), при яких досягається стабільне та кероване переміщення мембрани без втрати стійкості у обох напрямках. Прикладання додаткового тиску на початковому етапі захоплення при взаємодії з об'єктом дозволяє розширити діапазон розмірів об'єктів, придатних до взаємодії, у більшу сторону.

Висновок. Результати дослідження показали, що запропонована конструкція біонічного пристрою захоплення забезпечує надійне захоплення та утримання об'єктів різних форм та матеріалів їх поверхонь за рахунок адаптивних властивостей еластичної мембрани та рівномірного розподілу навантаження на стінки об'єкту. Середній коефіцієнт надійності утримання складає 92,6%. Розміри об'єкту захоплення або переріз частини його поверхні, що взаємодіє з біонічним пристроєм захоплення повинні бути в межах від 92% до 116% середнього діаметру внутрішньої поверхні мембрани

1. A Bioinspired Soft Swallowing Gripper for Universal Adaptable Grasping / D. Sui et al. *Soft Robotics*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1089/soro.2019.0106> (date of acc.: 04.12.2024).
2. Bio-inspired design of soft mechanisms using a toroidal hydrostat / S. E. Root et al. *Cell Reports Physical Science*. 2021. P. 100572. URL: <https://doi.org/10.1016/j.xcrp.2021.100572> (date of access: 04.12.2024).
3. A soft robot that navigates its environment through growth / E. W. Hawkes et al. *Science Robotics*. 2017. Vol. 2, no. 8. P. eaan3028. URL: <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aan3028> (date of access: 04.12.2024).

Дослідження точності дозування виконавчих механізмів поршневого типу

Костянтин Зленко, Микола Якимчук, Іван Миколів

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні методи оцінки похибок у механічних системах дозування враховують їхній вплив на кінематику та динаміку, а також застосовують підходи до зменшення та компенсації відхилень. Аналіз і синтез точності механізмів базуються на теорії точності, теорії ймовірності та математичній статистиці. У випадку використання поршневих дозаторів, зокрема при виконанні порівняльних розрахунків, важливим завданням є визначення похибки переміщення поршня. Ця похибка характеризується різницею між фактичним переміщенням ведених ланок реального поршня та їхнім ідеальним значенням за однакових переміщень ведучих ланок.

Матеріали і методи. Для визначення величин систематичних похибок використано аналітичний метод аналізу точності механізмів.

Результати. Розглянемо конструктивну схему поршневого дозатора для в'язких та пластичних продуктів (рис.1) і визначимо величину систематичної похибки під час дозування. Припустимо, що первинні похибки є незалежними, тобто загальна систематична похибка визначається як сума систематичних похибок, спричинених різними незалежними параметрами. Позначимо: a , b – довжини відповідних ланок; α , β – кути при вершинах відповідних ланок. Ці параметри впливають на точність дозування, тому їхній аналіз дозволяє визначити джерела відхилень та розробити методи їхньої компенсації.

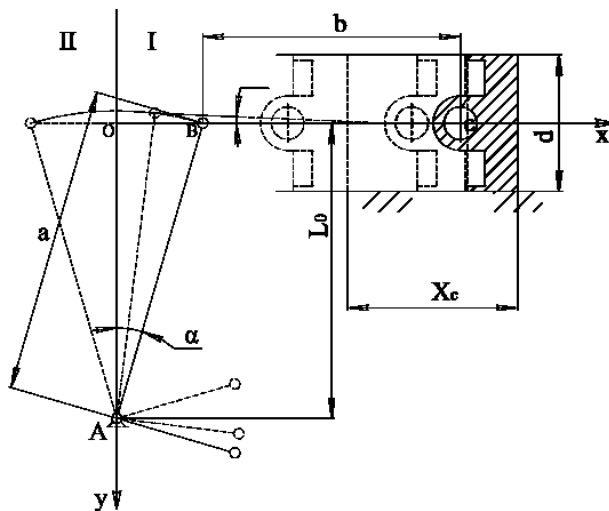


Рис.1 Конструктивна схема поршневого дозатора для в'язких та пластичних харчових продуктів: d – діаметр поршня; a , b – довжини відповідних ланок; α , β – кути при вершинах відповідних ланок; X_c – переміщення веденої ланки механізму; L_0 – відстані від стояка до лінії переміщення поршня

Розглянемо складові похибок, що впливають на точність роботи механізму дозування:

1. Похибка переміщення, спричинена неточністю довжини коромисла (a):

$$(\Delta X_C)_a = \frac{\partial X_C}{\partial a} \cdot \Delta a,$$

де, Δa – похибка довжини коромисла, яка враховує допуск на лінійні розміри та граничні відхилення у посадках кінематичних пар.

2. Похибка, зумовлена неточністю довжини шатуна (b):

$$(\Delta X_C)_b = \frac{\partial X_C}{\partial b} \cdot \Delta b$$

Де, Δb – похибка довжини шатуна, яка також враховує допуск на лінійні розміри та граничні відхилення у посадках кінематичних пар.

3. Похибка, пов'язана з відхиленням кута α коромисла:

$$(\Delta X_C)_\alpha = \frac{\partial X_C}{\partial \alpha} \cdot \Delta \alpha$$

4. Похибка, викликана відхиленням кута β шатуна:

$$(\Delta X_C)_\beta = \frac{\partial X_C}{\partial \beta} \cdot \Delta \beta$$

Для подальших розрахунків використаємо співвідношення:

$$\beta = \arcsin\left(\frac{a \cdot \cos \alpha - h}{b}\right).$$

Таким чином, після відповідних перетворень загальна похибка положення веденого елемента механізму визначається як сума впливу всіх зазначених факторів:

$$\begin{aligned} \Delta X_C &= (\Delta X_C)_a + (\Delta X_C)_b + (\Delta X_C)_\alpha + (\Delta X_C)_\beta = \\ &= \pm \sin \alpha \cdot \Delta a + \cos \beta \cdot \Delta b \pm a \cdot \cos \alpha \cdot \Delta \alpha - b \cdot \sin \beta \cdot \Delta \beta. \end{aligned}$$

Аналіз цієї формули показує, що найбільші значення загальної похибки спостерігаються у першій чверті координатної системи X-Y.

Висновки: Точність роботи дозатора значною мірою залежить від допусків на розміри його складових елементів, особливо коромисла та шатуна. Відхилення кутів α та β також вносять суттєвий вклад у загальну похибку, що необхідно враховувати при проектуванні та регулюванні механізму. Найбільші похибки виникають у першій чверті системи координат X-Y, що слід враховувати при налаштуванні дозатора та розробці методів компенсації похибок. Для зменшення систематичної похибки необхідно забезпечити високу точність виготовлення кінематичних пар та використання методів компенсації похибок у конструкції дозатора.

Література.

1. Гавриленко О.В. Дозувальні пристрої харчових виробництв: навчальний посібник. – Київ: НУХТ, 2019. – 280 с.
2. Сидоренко В.М., Петренко О.А. Аналіз точності механізмів: методи розрахунку та компенсації похибок. – Харків: Видавництво ХПІ, 2020. – 278 с.
3. Radoi R., Dumitrescu C. Piston Dosage Systems for Viscous Fluids in Food Industry // Journal of Food Engineering. – 2017. – Vol. 204. – P. 25-33.

Проектування механізму сортування на основі антагоністичної пари пневмомускулів у мехатронних модулях пакування

Ярослав Войтюк, Микола Якимчук

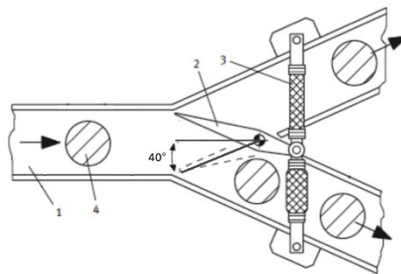
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Пневмомускули широко застосовуються в харчовій промисловості завдяки високій точності, плавності рухів і ефективності. Вони відкривають нові можливості для пакування, забезпечуючи прецизійний контроль, але проблемою залишається нестача методів розрахунку та проектування таких систем.

Матеріали та методи. Спроектовано експериментальну систему з антагоністичною парою пневмомускулів як виконавчим механізмом сортувального пристрою. Випробування проводилися на прототипі, що моделює робочі умови. Аналізувалися динамічні характеристики: швидкість реакції на зміну тиску (0.5–3.0 бар), точність позиціонування, зусилля переміщення та крутний момент. Отримані дані використовували для уточнення математичної моделі та розробки алгоритму керування.

Результати. Під час експериментального дослідження було проведено аналіз роботи сортувального механізму, керованого антагоністичною парою пневмомускулів. Основним завданням було визначення точності позиціонування заслінки та залежності створюваного крутного моменту від зміни поданого тиску. Результати експериментів підтвердили, що кутове переміщення заслінки залежить від тиску в пневмомускульній парі та може бути описане рівнянням руху: $I \cdot \theta'' = (F_1 - F_2) \cdot r$ (1), де I – момент інерції заслінки, F_1 та F_2 – сили натягу пневмомускулів, r – радіус повороту заслінки. На рисунку 2 представлено принцип роботи механізму сортування. Він включає сортувальну заслінку і пневмомускули в антагоністичному з'єднанні.

Рис. 1. Схема на основі пневмомускулів. 1 - сортувальна заслінка; 3 - об'єкти для сортування



механізму сортування антагоністичної пари конвеєр; 2 - пневмомускули; 4 -

Визначено, що максимальний кут відхилення заслінки від центрального положення при тиску 3.0 бар становить 40° , а час досягнення граничного положення не перевищує 0.3 с, що відповідає вимогам до високошвидкісного сортування. Аналіз створюваного крутного моменту показав, що момент, необхідний для переміщення заслінки, визначається за формулою: $T = K_1 \cdot \Delta p$ (2), де K_1 – коефіцієнт пропорційності, що залежить від геометричних параметрів пневмомускула, а Δp – приріст тиску між двома пневмомускулами. Експериментальні вимірювання підтвердили лінійну залежність між приростом тиску та створюваним моментом, що відображено на графіку (Рис. 2). Для визначення часу реакції та точності позиціонування використовувалися датчики тиску та кутові енкодери, що дозволили фіксувати момент початку подачі керуючого сигналу та момент досягнення заслінкою заданого положення. Час реакції визначався як інтервал між подачею керуючого

сигналу та моментом зупинки заслінки в кінцевому положенні $\tau_m \cdot \frac{d\Delta p}{dt} + \Delta p = K_m \cdot u$, де τ_m - часова стала реакції системи, d - відстань між точками кріплення пневмомускулів, Δp - приріст тиску між двома пневмомускулами, K_m - передавальний коефіцієнт, u - керуючий сигнал на клапан. Точність позиціонування оцінювалася шляхом вимірювання відхилення кінцевого положення заслінки від розрахункового значення. Результати вимірювань наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльна таблиця сортувальних механізмів

Параметр	Пневмомускульний привід	Традиційний пневматичний привід
Час реакції, с	0.3	0.5
Стабільність позиціонування, %	±2	±5

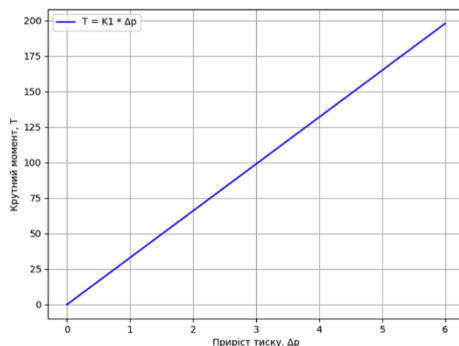


Рис. 2. Залежність приросту тиску

Висновки.

система забезпечує позиціонування заслінки та швидкодію. Експериментально встановлено, що максимальний кут відхилення при тиску 3.0 бар становить 40°, а час реакції – до 0.3 с. Крутий момент прямо пропорційний приросту тиску між пневмомускулами, що забезпечує ефективне керування. Порівняння з традиційними приводами підтвердило переваги пневмомускулів: зменшення часу реакції та підвищення стабільності до ±2%. Випробування підтвердили надійність механізму. Технологія перспективна для харчової промисловості, оскільки підвищує продуктивність і зменшує енергоспоживання. Подальші дослідження зосереджені на оптимізації керування та вдосконаленні конструкції.

Література

1. Tinsley, L. J., Harris, R. A. A novel computer-controlled maskless fabrication process for pneumatic soft actuators. *Actuators*, 2024, 9(4), 136. DOI: [10.3390/act9040136](https://doi.org/10.3390/act9040136).
2. 7. Hildebrandt, A., Sawodny, O., Neumann, R., Hartmann, A., A Flatness Based Design for Tracking Control of Pneumatic Muscle Actuators, 7th Int. Conf. on Control, Automation, Robotics and Visions, ICARCV 2023, Vol. 3, pp. 1156-1161.

ругого моменту від

Запропонована високу точність

Експериментальне дослідження мехатронного модуля рівня рідкої харчової продукції в витратному резервуарі

Юрій Якимчук, Тарас Погорілий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні технології виробництва харчової продукції вимагають високої точності та надійності систем контролю рівня рідких середовищ. Особливо важливим є забезпечення стабільності вимірювань у витратних резервуарах, що безпосередньо впливає на якість дозування та фасування продукції.

Матеріали і методи. Експериментальне дослідження характеристик розробленої мехатронної системи забезпечення рівня рідкої харчової продукції в витратному резервуарі. На основі отриманих результатів була модернізована навчальна система *EduKit PA Advanced* компанії *Festo* до рівня мехатронного модуля (рис.1). Розроблена експериментальна установка дозволила забезпечити та дослідити зміну рівня рідкої харчової продукції в витратному резервуарі.

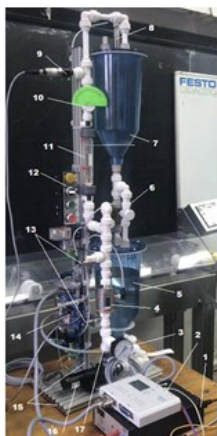


Рис. 1.

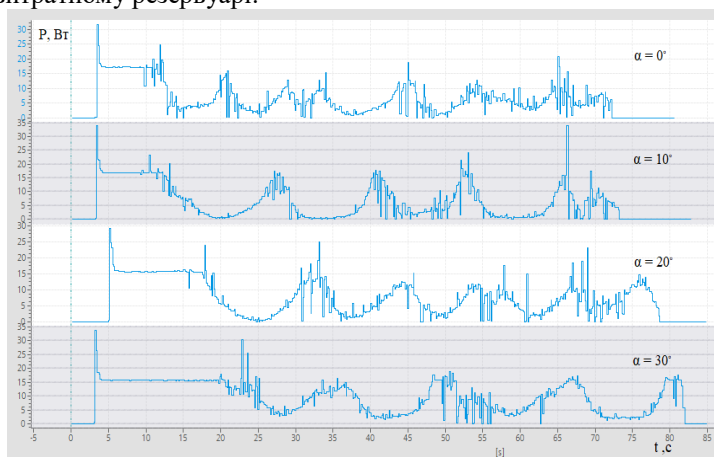


Рис.2.

Результати і обговорення. В результаті експериментальних досліджень були отримані математичні моделі залежності споживаної потужності насосною станцією та коливання рівня рідини у витратному резервуарі в процесі дозування рідкої харчової продукції від зміни величини місцевого гідравлічного опору, створеного кутом повороту запірної арматури (рис.2).

Висновки. На основі аналітичних та експериментальних досліджень мехатронного модуля дозування та фасування рідкої харчової продукції:

- Експериментально доведено, що запропонована система керування мехатронним модулем на основі математичної моделі нівелює вплив місцевого опору в гідравлічній системі на коливання рівня рідини з похибкою в межах в $\Delta H = 0,25 - 0,32$ л.
- Встановлена залежність зміни сумарних енергетичних витрат $\sum P$ насосної станції в процесі дозування рідкої харчової продукції від зміни величини місцевого опору в гідравлічній системі.

Література.

1. Farhan A. Salem, Ahmad A. Mahfouz : Mechatronics Subsystems' Classification, Role, Selection Criteria and Synergistic Integration in Overall System Design, American Journal of Educational Science , October 19, 2016.

Особливості політермічної кристалізації сахарози з нечистих цукрових розчинів в перемішувачах-кристалізаторах.

Владислав Тищенко, Валерій Мирончук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Складність політермічної кристалізації сахарози із нечистих цукрових розчинів пов'язана з тим, що процес відбувається за умов зміни фізичних та технологічних характеристик утфелю. Політермічна кристалізація сахарози застосовується в технології виробництва цукру задля максимального нецукрення меляси за умов зниження температури утфелю від $70 \pm 2^\circ\text{C}$ до $38 \pm 2^\circ\text{C}$. В результаті такого зниження температури утфелю розчинність сахарози у воді зменшується, коефіцієнт перенасичення зростає і, як наслідок, відбувається перенесення молекул сахарози із міжкристалевого розчину до поверхні кристалів та їх вбудова в кристалічну решітку.

Для ведення ефективного процесу політермічної кристалізації сахарози необхідно забезпечити наступні основні умови його реалізації:

- швидкість охолодження утфелю має відповідати швидкості кристалізації сахарози в утфелі даної частоти;
- різниця між температурою утфелю і хладоагентом (охолоджувальною водою) не повинна перевищувати 10°C ;
- виключити розбавлення («розкачування») утфеля водою чи розбавленим віддоток, мелясою;
- проводити процес в ізогрічних умовах.

Матеріали і методи. Мета даної роботи полягала в підтвердженні інтенсифікації процесу політермічної кристалізації застосуванням проміжного нагрівання утфелю. Об'єктом досліджень використали штучний утфель останнього ступеню кристалізації. Дослідження проводили з використанням експериментальної дослідної установки, що включала перемішувач-кристалізатор, термостат, два мультиметри для визначення температури утфелю в середині перемішувача-кристалізатора та температури охолоджувальної води в кожуху кристалізатора. Для відцентрового розділення утфелю використовували лабораторну центрифугу з частотою обертання ротора 8000 об/хв. Технологічні характеристики утфелю та міжкристалевого розчину визначали за стандартними загальноприйнятими методиками. Гранулометричний склад кристалів цукру визначали методом ситового аналізу та фотографуванням. Динамічну в'язкість міжкристалевого розчину вимірювали ротаційним віскозіметром «Reotest-2», поверхневий натяг вимірювали за допомогою сталагмометра та за формулою А.В.Величковського. Швидкість кристалізації визначали за результатами зміни масового вмісту кристалів цукру в утфелі, що кристалізується.

Результати і обговорення. Результати дослідження політермічної кристалізації сахарози утфелю останнього ступеня кристалізації полягали в наступному:

- з метою забезпечення ізогрічних умов кристалізації показана доцільність заміни розбавлення утфелю останнього ступеня кристалізації сахарози водою чи цукровим розчином проміжним нагріванням на $8 - 10^\circ\text{C}$ після охолодження утфеля до $50 - 52^\circ\text{C}$. Такий обробіток утфелю виключає вторинне кристалеутворення, унеможливорює збільшення вмісту сахарози в міжкристалевому розчині з огляду на високу мелясоутворювальну роль води.

- при нецукренні меляси, в'язкість є одним із важливих чинників впливу на інтенсивність кристалізації. На величину динамічної в'язкості міжкристалевого

розчину впливає його температура і частота. Проміжне нагрівання утфелю останнього ступеню кристалізації зменшує в'язкість міжкристалевого розчину на тритину, що прискорює швидкість кристалізації;

– важливим фактором сприятливих умов для кристалізації сахарози є набуття утфелем з вмістом кристалів 10 – 12% структурованих властивостей, коли міжкристальний розчин розподіляється у відповідності до площі поверхні кожного із кристалів. В цьому випадку процес кристалізації має найбільшу інтенсивність за рахунок участі всієї поверхні кристалів в процесі перенесення молекул сахарози із міжкристалевого розчину до поверхні кристалів з наступною вбудовою цих молекул в кристалічну решітку кожного кристалу. Важливим чинником впливу на інтенсивність політермічної кристалізації є поверхневий натяг, що характеризується відношенням поверхневої енергії до площі поверхні рідини. З підвищенням температури рідини її поверхневий натяг зменшується, що за умов проміжного нагрівання утфелю прискорює кристалохімічну реакцію на межі розділу фаз «розчин-кристал» по вбудові молекул сахарози в кристалічну решітку.

З метою реалізації в промисловості застосування проміжного нагрівання за умов політермічної кристалізації утфелю останнього ступеню кристалізації в перемішувачах-кристалізаторах доцільно використати машино-апаратурну схему надану на рис.1.

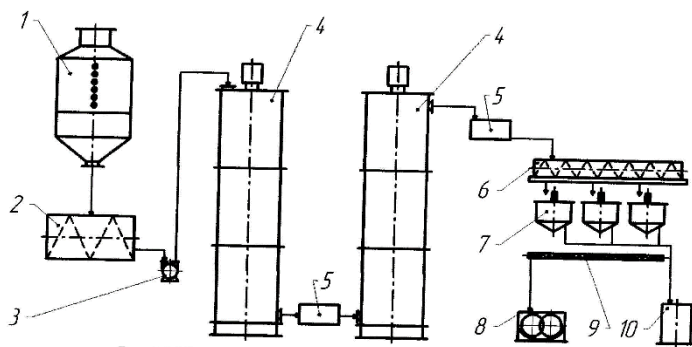


Рис. 1 Удосконалена машино-апаратурна схема політермічної кристалізації з проміжним нагріванням утфелю останнього ступеню кристалізації: 1 – вакуум-апарат; 2 – приймальний перемішувач; 3 – утфельний насос; 4 – вертикальні перемішувачі-кристалізатори; 5 – нагрівачі проміжного та кінцевого нагрівання утфелю; 6 – утфелерозподільвач; 7 – центрифуги; 8 – афінаційний перемішувач; 9 – шнек; 10 – збірник меляси

Висновки. З метою максимального ефекту політермічної кристалізації сахарози необхідно здійснювати процес в ізогідричних умовах замінивши проміжним нагріванням розбавлення утфеля водою чи цукровим розчином після його охолодження до 50 – 52°C. Це дає можливість зменшити динамічну в'язкість міжкристалевого розчину на межі розділення фаз «розчин-кристал». Для найбільш інтенсивного процесу кристалізації сахарози утфель має набути структурованих властивостей.

Література.

1. Мирончук В.Г. Ефективність проміжного нагрівання утфелю останнього продукту в перемішувачах-кристалізаторах. / В.Г.Мирончук, О.А.Єщенко, М.М.Картава // Ukrainian Food Journal, №2, 2012. – с.73-77

Сучасні методи та способи мікроелементного збагачення хлібобулочних виробів

Михайло Цюрпита, Валентин Олішевський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Збагачення хлібобулочних виробів мікроелементами є важливим кроком у профілактиці дефіциту мінеральних речовин у населення та покращенні загального стану здоров'я. Використання інноваційних методів дозволяє не лише підвищити харчову цінність продуктів, але й забезпечити їхню доступність для широкого кола споживачів.

Матеріали та методи. Використовувалися різні підходи до збагачення хлібобулочних виробів мікроелементами, включаючи природні джерела (фейхоа, бразильські горіхи, пророщене зерно), хімічні добавки (цитрат заліза, фосфорноватистокислий кальцій, солод з селеном), колоїдні суспензії (магній, марганець) та інноваційні технології (наночастинки, нанорідини).

Результати та обговорення. Дослідження показали, що збагачення хлібобулочних виробів мікроелементами є ефективним способом підвищення їхньої харчової цінності та покращення здоров'я населення.

Хімічні добавки, такі як цитрат заліза, фосфорноватистокислий кальцій та солод з селеном, також довели свою ефективність. Вони не лише збільшили вміст мікроелементів, але й покращили технологічні характеристики тіста, такі як газоутворююча здатність та еластичність.

Інноваційні технології, зокрема наночастинки та нанорідини, довели свою ефективність у підвищенні біодоступності мікроелементів та покращенні якості продукції. Овочево-фруктові порошки (морква, гарбуз, яблука) та насіння льону значно підвищили харчову цінність хліба, збагативши його вітамінами, мінералами та харчовими волокнами. Пророщене зерно пшениці та хмельова закваска також довели свою ефективність у збільшенні вмісту кальцію, магнію, фосфору та заліза у хлібі.

Порошок спіруліни, який містить велику кількість білків, вітамінів та мінералів, покращив поживну цінність хлібобулочних виробів, зберігаючи при цьому їхні органолептичні властивості. Фітохімічні речовини, такі як катехини, антоціани, фукоїдан та кверцетин, додали хлібу антиоксидантні та протизапальні властивості, що робить його корисним для профілактики хронічних захворювань.

Однак для успішного впровадження цих методів у виробництво необхідно провести додаткові дослідження щодо їхньої безпеки, стабільності та впливу на здоров'я споживачів. Важливим аспектом є також розробка стандартів і нормативних вимог щодо використання нових технологій у харчовій промисловості.

Висновки. Дослідження підтвердили, що збагачення хлібобулочних виробів мікроелементами є ефективним способом підвищення їхньої харчової цінності та покращення здоров'я населення. Інноваційні технології, зокрема наночастинки та нанорідини, значно підвищили біодоступність мікроелементів і оптимізували процеси теплової обробки, що дозволило покращити якість продукції та знизити енерговитрати.

1. Gao, J., Koh, A. H. S., & Zhou, W. (2021). Enhancing health benefits of bakery products using phytochemicals. In *Functional Foods and Nutraceuticals in Metabolic and Non-Communicable Diseases* (pp. 123-145). Academic Press.

2. Ramos, P. R. (2024). Nutritional quality of bakery products enriched with alternative flours. *International Journal of Family & Community Medicine*, 8(2), 49–54.

Вплив магнію та цинку на технологічний процес та якість хлібобулочних виробів: порівняльне дослідження

Михайло Цюрпита, Дмитро Цюрпита, Валентин Олішевський, Євген Бабко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Хлібобулочні вироби є основним елементом раціону багатьох людей, однак їх мінеральний склад часто є недостатнім. Тому пошук ефективних способів збагачення хлібобулочних виробів є актуальним напрямом досліджень.

Матеріали та методи. Для отримання водних колоїдних розчинів металів Mg та Zn застосовували електроіскровий метод, що забезпечує високу біодоступність мікроелементів. Оцінювання впливу добавок проводилося за допомогою органолептичного аналізу, фізико-хімічних досліджень та тестування показників бродіння тіста.

Результати та обговорення. У процесі дослідження було виявлено, що додавання Mg та Zn до тіста суттєво впливає на фізико-хімічні властивості хлібобулочних виробів (рис.1).

Встановлено, що тісто із вмістом Mg сприяло покращенню процесів його бродіння, демонструє вищу активність дріжджів, що призводить до зменшення часу вистоювання. Збільшення газотворення сприяє підвищенню питомого об'єму хліба на 11,1% у порівнянні з контрольним зразком. Додавання цинку сприяло менш вираженому збільшенню об'єму хліба (на 5,6%), проте забезпечувало покращення його структурно-механічних властивостей. Зокрема, цинк взаємодіяв із білками тіста, що призводило до утворення більш щільної текстури. Встановлено, що внесення Zn сприяло збереженню мікробіологічної стабільності виробів, що також впливало на подовження терміну їх зберігання.

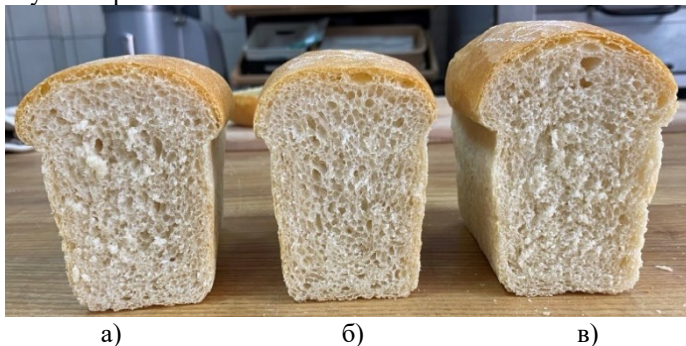


Рис. 1. Зразки хліба: а – без додавання; б і в – відповідно з додаванням Zn і Mg

Висновки. Додавання Mg та Zn у хлібобулочні вироби може мати значний потенціал для покращення раціону харчування різних груп населення, особливо тих, хто потребує підвищеного споживання мінералів (військовослужбовці, спортсмени або працівники важкої фізичної праці).

Література

1. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Київ: ПрофКнига, 2019. 578 с.
2. Олішевський В. В. Науково-технічні засади застосування наноматеріалів для інтенсифікації масообмінних процесів харчових виробництв: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.12. Київ, 2021. 499 с.

Дослідження процесу перемішування рідин з використанням CFD технологій

Сергій Левик, Сергій Блаженко, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ефективність процесу перемішування рідин значною мірою залежить від конструкції перемішуючого елементу. Для визначення раціональної конструкції мішалки важливо провести порівняльний аналіз різних типів перемішувачів.

Матеріали і методи. Дослідження проводилось шляхом імітаційного моделювання в програмі Autodesk CFD. Порівнювались три типи перемішувачів елементів: лопатевий, дисковий та турбінний.

Результати і обговорення. Аналіз базових конструкцій перемішувачів елементів показав суттєві відмінності в їх ефективності. Лопатева конструкція продемонструвала найвищі показники швидкості потоку: середнє значення - 38,2 см/с, максимальна - 249,2 см/с, порівняно з дисковою (22,1 см/с і 70,8 см/с) та турбінною (22,7 см/с і 100,3 см/с) конструкціями.

Коефіцієнт дисперсії для лопатевої конструкції склав 0,4, що на 50% менше порівняно з іншими типами (рис.1). Об'єм речовини з концентрацією близькою до необхідної (0,4-0,5) становив 26,1%. Ці результати стали основою для розробки модернізованої конструкції з направляючим диском.

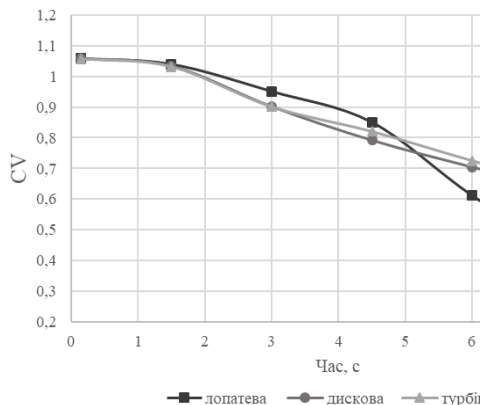


Рис.1. Коефіцієнт дисипації для різних типів перемішувачів елементів: лопатевої, дискової, турбінної

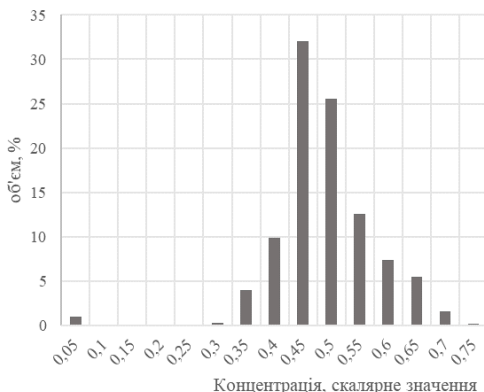


Рис.2. Гістограма розподілу концентрацій в скалярному вигляді для модернізованої конструкції

Модернізована конструкція продемонструвала значне покращення всіх показників: коефіцієнт дисперсії знизився до 0,227, стандартне відхилення - до 0,11, а об'єм рідини з концентрацією наближеною до номінальної досяг 67,3% (рис.2).

Висновки. Проведене дослідження дозволило визначити раціональний тип перемішуючого елементу та розробити його модернізовану конструкцію. Запропонована конструкція лопатевого типу з направляючим диском забезпечує покращення основних показників процесу перемішування порівняно з базовими конструкціями.

Література.

Слюсенко А. М., Пономаренко В. В., Блаженко С. І., Хитрий Я. С. Дослідження процесу розпилення рідини за допомогою CFD-технологій. Наукові праці НУХТ. 2022. Т. 28, № 2. с. 90–107.

Дискові пристрої розпилення для сушіння харчових продуктів: переваги, недоліки та перспективи їх використання

Дмитрій Бондарчук, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сушіння харчових продуктів є одним із важливих процесів у харчовій промисловості, що дозволяє збільшити термін їх зберігання, знизити вагу та об'єм, а також забезпечити зручність транспортування. Одним з ефективних методів сушіння є розпилювальне сушіння, що широко використовується для виробництва продуктів у вигляді порошку. Основним елементом конструкції сушильного апарату є дискові розпилювачі, які дозволяють рівномірно розподіляти рідину в сушильній камері, що забезпечує ефективне випаровування вологості.

Матеріали і методи. Проведений аналіз літературних джерел, щодо дискових пристроїв розпилення та їх ефективності при сушінні харчових продуктів.

Результати. Сушіння методом розпилення відоме з кінця XIX століття, коли було запатентовано перші пристрої для його реалізації. Згодом цей метод набув широкого застосування у харчовій та фармацевтичній промисловості. Дискові розпилювачі, які використовують відцентрову силу для формування дрібних крапель рідини, стали ключовою технологією в цьому процесі.

Одним із найважливіших параметрів у роботі дискових розпилювачів є швидкість обертання, яка визначає рівномірність розпилення та розмір краплин. Крім того, внутрішня течія у вставках дискових розпилювачів складається з тонкошарової плівкової течії та струминної течії, що впливає на розмір частинок і їх розподіл у висушеному продукті. Розробки в технології дискових розпилювачів спрямовані на оптимізацію їх конструкції для зменшення утворення нальоту та підвищення рівномірності розпилення.

Основні переваги дискових розпилювачів: гнучкість у роботі; контроль розміру частинок; стійкість до засмічення; ефективність процесу. Недоліки: необхідність великих сушильних камер; високі витрати енергії; висока чутливість до зміни фізико-хімічних характеристик рідини; схильність до утворення нальоту на стінках сушильних камер.

Перспективи використання дискових пристроїв розпилення пов'язані з подальшими дослідженнями, що мають бути спрямовані на підвищення їх ефективності: оптимізації конструкції дисків для зменшення утворення нальоту; розробки енергозберігаючих приводних механізмів; використання нових матеріалів для підвищення зносостійкості дисків; впровадження автоматизованих систем контролю розміру частинок у реальному часі.

Висновки. Дискові пристрої розпилення є ефективною складовою сушильного апарату. Вони мають значні переваги перед іншими типами розпилювачів, хоча і потребують подальшого вдосконалення для підвищення енергоефективності та зменшення експлуатаційних витрат. Подальші дослідження будуть зосереджені на оптимізації конструкції та автоматизації процесу розпилення.

Література.

1. Mounika E, Sivamma P and Snehitha R. Atomization techniques in spray drying: A Review. *The Pharma Innovation Journal*. 2021; 10(5S): 454-461.
2. Woo, M. W., & Bhandari, B. (2013). Spray drying for food powder production. In B. Bhandari, N. Bansal, M. Zhang, & P. Schuck (Eds.), *Handbook of Food Powders: Processes and Properties* (pp. 29-56).
3. Lefebvre, A.H., & McDonell, V.G. (2017). *Atomization and Sprays* (2nd ed.). CRC Press.

**Удосконалення конструкцій поршнів в автоматі Zanasi наповнення
желатинових капсул**

Станіслав Мороз, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасне фармацевтичне виробництво вимагає високої точності дозування та підвищеної ефективності обладнання. Модернізація автомату Zanasi включає вдосконалену конструкцію дозувального блоку, вакуумну підтримку та автономний вакуумний насос. Це сприяє покращенню якості наповнення капсул, мінімізує втрати сировини та підвищує ефективність виробничого процесу.

Матеріали та методи. Проведений аналіз літературних джерел, щодо конструкцій автоматів наповнення желатинових капсул та ефективність наповнення желатинових капсул

Результати та обговорення. Зі стрімким розвитком медицини та зростанням попиту на капсульні препарати виникає потреба у прискоренні їх виробництва. Проте, аналіз автомату виявив серйозний недолік – високу похибку дозування порошку.

Щоб вирішити цю проблему, було запропоновано вдосконалити конструкцію дозатора, використавши вакуумну підтримку стовпчика порошку. Було оновлено корпус дозатора, додано прорізи для вакууму та встановлено патрубок подачі вакууму. Вакуум діє постійно, але в нижньому положенні дозатора він автоматично перекривається пробкою.

Під час досліджень порівнювали ефективність двох типів дозаторів: оновленого та стандартного. Однак на початкових етапах з'явилася проблема – частина гранул руйнувалася, засмічуючи простір між поршнем і циліндром, що зменшувало вакуум.

Для її усунення були протестовані три типи поршнів (рис. 1): а) із забезпеченням вакууму завдяки щільному прилягання поршня до циліндра; б) з прорізами 0,5 мм у нижній частині поршня; в) порожнистий поршень з отворами 0,5 мм на кінці.

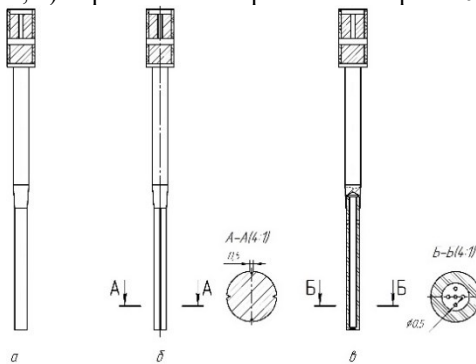


Рис. 1. Конструкції поршнів

Дослідження показали, що поршень типу «в» виявився найменш ефективним: дрібні частинки порошку проходили через його отвори, що призводило до зниження або повного блокування вакууму. Найкраще себе зарекомендував поршень типу «б».

Висновки. Проаналізувавши результати, можна зробити висновок, що використання вакуумної підтримки стовпчика порошку дозволяє майже вдвічі зменшити похибку дозування. Це не лише підвищує реальну продуктивність машини, а й запобігає розпиленню порошку під час роботи дозатора, що значно знижує запиленість робочої зони.

Система вакуумного охолодження сухих сніданків

Ярослав Погорєлов, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасна індустрія виробництва сухих сніданків, таких як кукурудзяні пластівці, мюслі або гранола, стикається з викликами щодо охолодження продукції після процесів екструзії чи випікання. Традиційні методи, зокрема конвекційне охолодження або застосування охолоджувального повітря, часто є неефективними через високу енерговитратність та недоліки у збереженні структури продукту. Наприклад, нерівномірне висихання або зниження хрумкості можуть вплинути на якість готової продукції та її привабливість для споживача.

Матеріали та методи. Проведено аналіз літературних джерел щодо енергоефективності виробництва сухих сніданків.

Результати та обговорення. Для покращення процесу охолодження пропонується розробка вакуумної охолоджувальної камери, оснащеної адаптивним контролем вологості. Ця камера має такі переваги: швидке охолодження готової продукції без змін текстури, яка так важлива для споживачів; регулювання залишкової вологості з метою уникнення злипання сухих сніданків під час зберігання; скорочення загального часу виробничого циклу, що сприяє підвищенню обсягів виробництва; енергозбереження, яке досягається завдяки усуненню потреби у тривалому конвекційному охолодженні.

Основні елементи системи вакуумного охолодження включають: вакуумну камеру зі змінним тиском для делікатного охолодження, яке запобігає руйнуванню тендітних структур продуктів; інтелектуальну систему управління, яка в режимі реального часу контролює оптимальну температуру та вологість; пульсуючий потік охолодженого повітря, що забезпечує рівномірне охолодження без утворення конденсату; датчики контролю якості, що відслідковують рівень вологості, ступінь охолодження та інші параметри для запобігання дефектам.

Запровадження цієї системи матиме низку позитивних наслідків: скорочення енергоспоживання на 20–30%, що суттєво вплине на економію ресурсів; збереження текстури та хрумкості продуктів завдяки точному регулюванню вологості; прискорення виробництва, яке дозволить підприємствам підвищити конкурентоспроможність; зменшення кількості бракованої продукції, оскільки усувається нерівномірне висихання.

Висновки. Запропонована система охолодження може знайти широке застосування на підприємствах, які спеціалізуються на виробництві сухих сніданків, зокрема екструдованих продуктів. Завдяки високій ефективності і простоті інтеграції до існуючих ліній обладнання, ця система стане важливим кроком до енергоефективного майбутнього у харчовій промисловості.

Література.

1. Дятленко І. А. Обґрунтування технології виробництва сухих сніданків та граноли. Інноваційні технології розвитку харчових виробництв та ресторанної індустрії: наукові пошуки молоді: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених, 26 жовтня 2023 р.; наук. кер. В. П. Ковальова, М. О. Ковальов. Харків: ДБТУ, 2023. С. 80.
2. Кобець О. С., Десик М. Г., Арпуль О. В., Доценко В. Ф., Теличкун В. І. Використання вакуумного охолодження у технології бісквітних напівфабрикатів // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2016. – №22(1). – С. 123–130.

Модернізація декантера

Віталій Околіта, Євген Бабко, Валентин Олішевський, Андрій Слюсенко

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Вступ. Даний винахід стосується центрифуги декантерного типу, яка має суцільний барабан, що обертається і шнековий конвеєр. Центрифуга призначена для розділення вихідного матеріалу, включаючи суміш рідини і твердих речовин та для окремого вивантаження освітленої рідини і концентрованої суміші твердих речовин і рідини.

Матеріали та методи досліджень. Проведено аналіз конструкції та принципу дії декантерної центрифуги, включаючи її основні компоненти (барабан, шнековий конвеєр, базову пластину, вихідні отвори для рідкої та твердої фаз). Досліджено вплив різних конструктивних елементів (перегородки, корпусу, випускного каналу) на ефективність розділення та енергоспоживання. Оцінено ефективність запропонованого технічного рішення порівняно з відомими аналогами за критеріями енергоефективності, якості розділення та зручності експлуатації.

Результати та обговорення. Проблема, пов'язана з центрифугами декантерного типу такого формату, полягає в тому, що рідка фаза, яка протікає поверх переливної кромки пластини перегородки, має тенденцію прилипати до зовнішньої сторони базової пластини під дією прискорення, що призводить до втрат енергії і, отже, створює додаткове енергоспоживання, що досягає 15%. Крім того, при вході в барабан швидкість подачі збільшується до швидкості обертання і споживана при цьому енергія втрачається, коли рідка фаза виходить поверх перегородки, розташованої в області вихідних отворів в базовій пластині.

Запропоновано конструкцію декантерної центрифуги, в якому випускний канал обмежується зовні в радіальному напрямку перегородкою з переливною кромкою, де випускний канал продовжується радіально всередину, вище найвищого заданого рівня рідини в барабані. Таке розміщення перегородки забезпечує стабільність рівня рідини в барабані при різних швидкостях подачі, а вихід рідини таким чином зменшує втрати енергії, пов'язані з прилипанням рідкої фази до зовнішньої сторони базової пластини.

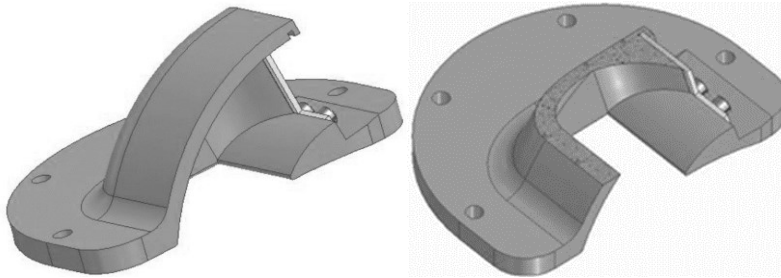


Рис.1. Чаша для полегшення обертання барабану

Конструкція чаші з похилою боковою стінкою (нормаль до якої розташована під гострим кутом до периферійного напрямку барабану) сприяє ефективному відведенню рідини та зменшенню турбулентності потоку.

Висновок. Запропонована конструкція декантерної центрифуги дозволяє підвищити енергоефективність процесу розділення, зменшити втрати продукту та забезпечити стабільний рівень рідини в барабані. Використання змінної пластини-перегородки спрощує налаштування декантера для різних технологічних процесів. Завдяки ефективному розділенню зменшується залишкова концентрація твердих частинок у рідині, що важливо для високоточних застосувань.

Удосконалений рідинно-газовий ежектор з конічною приймальною камерою

Станіслав Мороз, Віталій Пономаренко, Дмитро Люлька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Відомий рідинно-газовий ежектор з комбінованою камерою змішування (початкова – конічна частина) хоча і має вищий коефіцієнт ежекції, ніж ежектор класичної конструкції з циліндричною камерою, однак конструкція містить резерв для можливості його збільшення.

Матеріали та 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 дифузор, то їх конструктивне виконання, положення відносно інших елементів та геометричні розміри мають вагомий вплив на ефективну роботу ежектора.

Результати та обговорення. 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 удосконалену конструкцію конічної приймальної камери, що являє собою

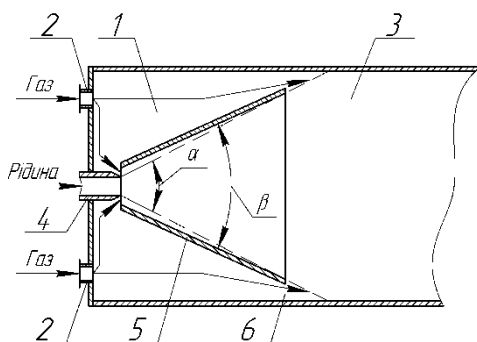


Рис. 1 Зпатентована конструкція приймальної камери: 1 – приймальна камера, 2- патрубки подачі газу, 3- камера змішування, 4 – сопло ежектора, 5 – конічний насадок, 6 – щілинний зазор

конічний насадок з кутом розширення на $3-8^\circ$ менше кута факела розпилення рідини з сопла форсунки. Цим забезпечується плавність входу, а отже і мінімальні гідравлічні втрати. Крім того таке виконання конічного насадка створює щільний зазор між насадком та факелом розпилення рідини, в якому знаходиться газова фаза, що ежектуються рідиною (перша ступень ежекції). Згідно поданої пропозиції між конічним насадком та циліндричною камерою змішування виконано зазор, через який додатково ежектуються газова фаза для забезпечення високого коефіцієнта ежекції (друга ступень ежекції). Це можливо завдяки тому, що при виході з насадка водо-газова суміш має

достатню швидкість, щоб додатково ежектувати газ через щілинний зазор, що подібно роботі двоступеневого ежектора. Слід відмітити, що як робоче сопло ежектора може бути застосована форсунка відцентрово-струминного типу з малим кутом розпилення (до 30°), що дозволяє мінімізувати втрати опору на удари крапель рідини на стінки камери змішування.

Висновки. Ежектор з удосконаленою камерою змішування може бути застосований для проведення технологічних процесів в харчових виробництвах, в яких необхідні значний коефіцієнт ежекції.

Модернізація колонного дифузійного апарату

Дмитро Люлька, Віталій Пономаренко, Каркасов Дмитро
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Відомий колонний дифузійний апарат бурякоцукрового виробництва працює зі зниженою продуктивністю через не оптимальний температурний режим та має підвищені втрати сахарози з жомом.

Матеріали і методи. При удосконаленні використано аналітично-інформаційні ресурси, патентний пошук, спеціальну літературу. Модернізацією передбачено підвищення продуктивності колонного екстрактора та зменшення втрат сахарози з жомом за рахунок використання внутрішнього об'єму трубовала.

Результати та обговорення. Зазвичай в колонних дифузійних апаратах для підтримання оптимального температурного режиму, при зміні температури стружки або сокостружкової суміші, значно збільшують кількість рециркулюючого соку, який нагрівають в теплообмінниках і подають в ошпарювач бурякової стружки, чим і досягається оптимальна температура в колоні дифузійного апарату, але це призводить до перевантаження фільтруючих сит апарата, і відфільтрувати необхідну кількість баштового соку практично неможливо. Тому для підвищення температури сокостружкової суміші, що подається в колонний дифузійний апарат, до оптимальної пропонується подавати гріючу пару в стійку, яку виготовлено у вигляді порожнистого циліндра з кришками та оснащеного патрубками підводу гріючого пару, відводу конденсату та несконденсованих газів, що дозволить підігріти сокостружкову суміш безпосередньо в дифузійному апараті до оптимальної температури без розварювання стружки і зниження продуктивності екстрактора. Особливо це актуально в холодну пору року, коли сокостружкова суміш із ошпарювача подається з низькою температурою.

Встановлення в верхню кришку стійки патрубків подачі гріючої пари та відведення несконденсованих газів з регулювальною арматурою, та виконання в нижній кришці стійки патрубка відведення конденсату дозволить використати внутрішній об'єм стійки в якості теплообмінника та підвищити температуру сокостружкової суміші в апараті до оптимальної. Регулюючи ступінь відкриття засувки оптимізується активний внутрішній об'єм стійки, який приймає участь у теплопередачі і підтримується оптимальний температурний режим. При подачі холодної сокостружкової суміші, ступінь відкриття засувки є максимальною, що дає можливість оперативно нагрівати сокостружкову суміш в нижній частині апарату. І навпаки, коли з ошпарювача подається суміш при температурі, близькій до оптимальної, то засувку необхідно закрити, що призводить до зменшення подачі пари і нагрівання сокостружкової суміші в апараті.

Оперативне регулювання зміни температури сокостружкової суміші, що потрапляє в колонний дифузійний апарат, дозволить проводити процес екстрагування в оптимальному температурному режимі, в результаті чого буде досягнуто зменшення втрат сахарози з жомом, а отже і підвищення продуктивності колонного дифузійного апарата в цілому.

Висновки. Результат запропонованої модернізації полягає в зменшенні втрат сахарози з жомом, збільшенні продуктивності колонного дифузійного апарату внаслідок роботи апарату в оптимальному температурному режимі.

Удосконалення конструкції сироробної ванни

Олександр Опенько, Дмитро Люлька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Лопаті сироробних ванн часто викликають нерівномірне перемішування. Запропонована лопать з криволінійним профілем покращує перемішування, не збільшуючи енергетичні витрати та зберігаючи ламінарний режим потоку.

Матеріали і методи. Для удосконалення було використано сироробну ванну Д7-ОСА-1 з обертовими лопатями. В якості об'єкта дослідження було обрано лопать з криволінійним профілем, що дозволяє забезпечити рівномірніше перемішування сирного зерна в порівнянні з традиційними прямолінійними лопатями. При розрахунках визначались число Рейнольдса та коефіцієнт опору.

Результати та обговорення. Розрахунки показали, що за умов середньої швидкості потоку $0,18 \text{ м/с}$ та характерної ширини лопаті $0,015 \text{ м}$, густини цільного молока 1024 кг/м^3 та динамічної густини молока $0,0015 \text{ Па}$ за температури $20\text{--}30^\circ\text{C}$ число Рейнольдса в робочому діапазоні варіюється в межах $1843,2\text{--}1980$. Ці значення є оптимальним для підтримки ламінарного режиму перемішування, що дозволяє уникнути нерівномірного перемішування та руйнування сирного зерна.

Згідно з отриманими даними, коефіцієнт опору для лопаті з криволінійним профілем складає $0,0347$, що забезпечує зменшення енергетичних витрат на перемішування, при цьому покращуючи рівномірність перемішування сирного зерна.

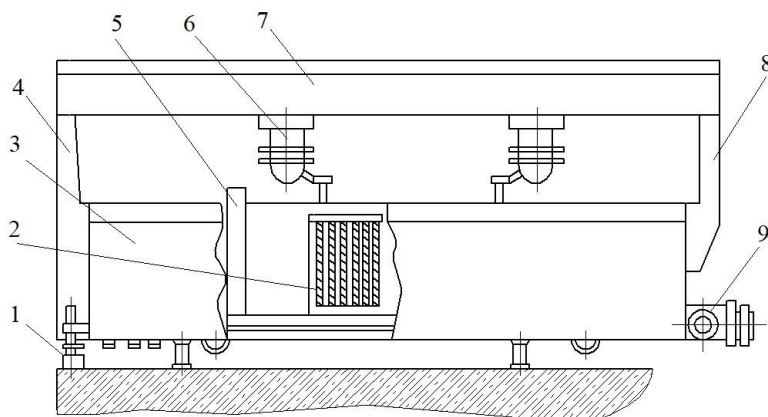


Рис. 1. Сироробна ванна Д7-ОСА-1: 1 – домкрат; 2 – перемішувальний пристрій; 3 – корпус; 4, 8 – колона; 5 – мірна лінійка; 6 – привод; 7 – мостова конструкція; 9 – запірний клапан.

Криволінійна форма лопаті дозволяє більш ефективно перемішувати зерно по всьому об'єму ванни, зменшуючи зону застою та покращуючи якість готового продукту.

Висновки. Удосконалення конструкції сироробної ванни зменшує гідродинамічний опір, зберігаючи ламінарний режим потоку і оптимізує енергетичні витрати під час перемішування, що підвищує ефективність технології виробництва сиру.

Вибір конструкції об'ємних дозаторів для рідких харчових продуктів

Ярослав Лазарчук, Іван Миколів

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На підприємствах багатьох галузей переробної промисловості дозують матеріали і продукти різної структури та різних властивостей: сипучі, рідкі мало в'язкі, рідкі, густі, пластичні пасто - і тістоподібні. У зв'язку з цим, а також через особливі вимоги до точності дозування, його здійснюють різними методами і різноманітними дозуючими пристроями, які відрізняються за принципом дії, конструкціями робочих органів та продуктивністю.

Матеріали і методи. По структурі робочого циклу дозування може бути безперервним або порційним, а по принципу дії – об'ємним або ваговим. Метод об'ємного дозування застосовується для вимірювання об'єму суцільних середовищ: рідких продуктів. Перевагами об'ємних дозувальних установок є відносна простота конструкції і обслуговування та висока надійність. Основним недоліком їх є невисока точність вимірювання.

Результати. Процес дозування повинен забезпечити правильне ведення технологічних процесів, задану рецептуру, правильну і точну розфасовку готових продуктів, що надходять до споживача. Об'ємний спосіб дозування доречно використовувати для дозування недорогих матеріалів малими дозами, де абсолютна похибка дозування є малою. Разом із цим важливо відмітити, що продуктивність дозаторів об'ємного типу на порядок вища, ніж у вагових. Переваги таких конструкцій – це їх простота та надійність. Недоліками являються залежність об'єму дози від температури і тиску (особливо для газів), значна похибка при дозуванні пінних середовищ. Розвиток невеликих виробництв в харчовій промисловості і галузях, котрі переробляють сільськогосподарську сировину, суттєво залежить від наявності, доступності та асортименту обладнання, в тому числі фасувального обладнання, що дозволяє отримати закінчений, придатний до продажу продукт. В умовах насиченого ринку продовольчих товарів слід мати окрім достатнього асортименту виробів ще й вагомий набір тари, видів упаковки, її зовнішнього оформлення, різні маси розфасованого продукту, з різним терміном його реалізації. Такі умови визначають специфіку малих виробництв, що випускають готові продукти і висувають додаткові вимоги до дозувальних пристроїв, а саме: універсальність до виду продукту, тобто один і той же дозатор повинен мати можливість фасування води, тихих напоїв, соків, молока і молочних продуктів, інших мало в'язких рідин; переналагоджуватися на різні розміри і форми тари; мати можливість переналагодження на різні дози рідкого продукту; мати можливість дозування, як за обсягом, так і за рівнем; обладнання повинно бути довговічним і ремонтпридатним.

Висновки. З огляду на те, що малі виробництва часто розташовані в сільській місцевості, підприємства не мають у своєму розпорядженні кваліфікованого персоналу, тому обладнання повинно бути простим в обслуговуванні, мати вітчизняні комплектуючі та запасні частини.. Окремі види дозаторів окрім перерахованих повинні також відповідати спеціальним вимогам та мати можливість регулювання як величини дози, так і періодичності дозування або управлятися дистанційно від зовнішнього сигналу, забезпечувати стабільну подачу продукту за певних зовнішніх збурень та ін. Перераховані якості повинні також поєднуватися з доступністю та вартістю обладнання.

Визначення положення точки простору, що знаходиться на однаковій відстані від двох прямих та ще однієї точки

Ілля Янюк, Вадим Серпученко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Існує така група задач, де шукані елементи визначаються за допомогою кола, що проходить через задану точку і є дотичним до двох прямих.

Матеріали і методи. При розв'язанні подібних задач застосовується метод перетворення проєкцій, а саме – заміна площин проєкцій.

Результати. Уявляємо (рис. 1), що задана точка A і прямі k і l знаходяться в одній площині. Прямі k і l перетинаються між собою у точці N . У такому разі множина точок центрів кіл, проведених дотично до заданих прямих утворюватимуть пряму лінію m , що є бісектрисою кута між заданими прямими k і l . Побудуємо коло довільного радіусу, дотично до заданих прямих. Центр цього кола O_1 знаходиться на прямій m , а коло торкається прямих k і l у точках 1 і 2, які від точки перетину заданих прямих знаходяться на однаковій відстані. Величина радіусу цього кола визначається довжиною перпендикуляра, проведеного від точок дотику до прямої m . Для визначення центру шуканого кола O спочатку проведемо пряму AN і визначимо точку B – її перетин з колом з центром O_1 . Для знаходження точки O скористуємося подібністю трикутників NBO_1 та NAO – для побудови точки O необхідно провести пряму AO з точки A паралельно відрізку BO_1 до перетину з прямою m .

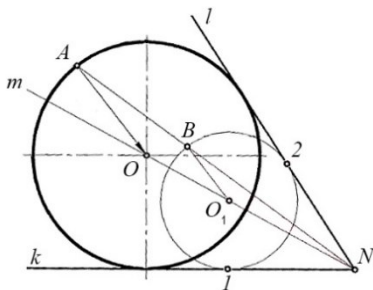


Рис. 1. Визначення центра кола на площині

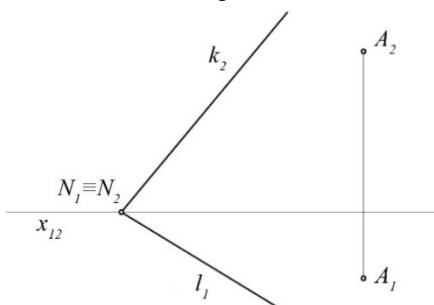


Рис. 2. Умова задачі

Висновки. Якщо дві прямі задані як сліди площини загального положення і точка A знаходиться у заданій площині (рис. 2), то задачу можна розв'язати застосовуючи подвійне перетворення проєкцій для переведення площини загального положення у площину рівня і на отриманому зображенні як на рис. 1 визначаємо положення точки простору, що знаходиться на однаковій відстані від двох прямих та ще однієї точки.

Інноваційний кавітаційний ежектор

Андрій Слюсенко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для досягнення високого коефіцієнта ежекції необхідно застосовувати гідродинамічні ефекти, такі як кавітація, які сприяють отриманню додаткової поверхні контакту, що є необхідною умовою інтенсивного проведення технологічних процесів.

Матеріали та методи. Літературний та патентний пошук конструкцій ежекторів, аналіз гідродинамічних методів інтенсифікації процесів. Використано проектування в САПР Autodesk Inventor Professional.

Результати та обговорення. Для досягнення високого коефіцієнта ежекції та перебігу процесів тепломасообміну в інтенсивному режимі розроблено і запатентовано кавітаційний ежектор [1], який (рис. 1) складається з робочого сопла 1, приймальної камери 2, конічної 3 та циліндричної 4 частини камери змішування, пустотілого конусного кавітатора 5 з гвинтовими канавками на його зовнішній поверхні, патрубків 6 та 7 для підведення пасивного середовища.

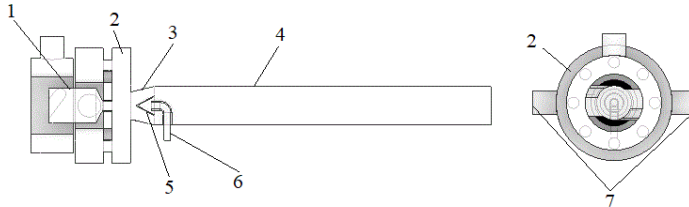


Рис. 1. Конструкція кавітаційного ежектора

Конструктивною особливістю даного ежектора є те, що всередині конічної частини камери змішування встановлений пустотілий конусний кавітатор. Причому кут розширення конусу кавітатора рівний, або більший за кут розширення конічної частини камери змішування, кавітатор повинен бути встановленим так, щоб його торець був на рівні переходу конічної частини камери змішування в циліндричну. Завдяки цьому утворюється звужений канал (кільцевий зазор) для проходу суміші активного та пасивного середовищ. Це дозволяє досягти критичну швидкість потоку в зазорі, за якої різко знижується тиск і з'являються кавітаційні бульбашки.

Розміщення кавітатора так, щоб його торець знаходився на рівні переходу конічної частини в циліндричну частину камери змішування обумовлено тією обставиною, що потік суміші буде мати максимальну швидкість, оскільки гідравлічні втрати по довжині та при зміні форми (з конічної на циліндричну) є незначними. При цьому буде забезпечуватись максимальний кавітаційний ефект, а отже, і його вплив на оброблюване середовище.

Висновки. В ежекторі досягається високий коефіцієнт ежекції, що складається з суми витрат пасивного середовища через патрубки в приймальній камері та патрубок, виконаний в кавітаторі. Перебіг тепломасообмінних процесів відбувається в інтенсивному режимі за рахунок кавітаційних ефектів.

Література

1. Кавітаційний ежектор: пат. 152366 Україна: МПК F04F 5/04. № 202106025; заявл. 27.10.2021; опубл. 18.01.2023, Бюл. № 3. 3 с.

CFD-моделювання гідродинаміки потоків у інноваційному кавітаційному ежекторі

Андрій Слюсенко, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метою дослідження є визначення гідродинамічних параметрів потоків у інноваційному кавітаційному ежекторі.

Матеріали та методи. Використано програмне забезпечення ANSYS CFX. У дослідженнях використовувалася 3D-модель кавітаційного ежектора. Як середовища для моделювання були обрані повітря та вода. Моделювання проводилося з використанням моделі турбулентності $k-\epsilon$, використано модель багатозфазних потоків Homogeneous Model. Вхід води та повітря в ежектор задано через масову витрату та тиск відповідно. Вихід водо-повітряної суміші з ежектора був без протитиску.

Результати та обговорення. В результаті проведеного CFD-моделювання отримано якісні та кількісні показники гідродинамічних параметрів потоків у кавітаційному ежекторі. В роботі наводяться результати моделювання при масовій витраті води 0,2 кг/с та атмосферному тиску повітря при температурі 25°C.

На рис. 1 зображено розподілення об'ємної частки води в ежекторі. Аналіз цих даних засвідчує, що наявність зазору між кінцевою частиною камери змішування та потоком розпиленої води гарантовано забезпечує ежекування повітря з прийнятною камери.

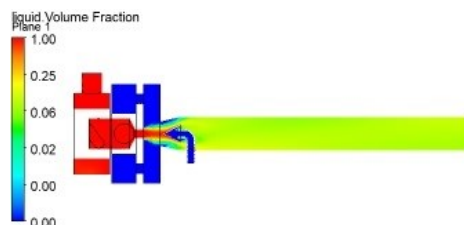


Рис. 1. Розподілення об'ємної частки води в ежекторі

На рис. 2 зображені лінії руху повітря. Аналіз ліній напрямку руху показує, що ежекування повітря відбувається як з приймальної камери (перша ступінь ежекування) так і з порожнистого конусного кавітатора (друга ступінь ежекування).

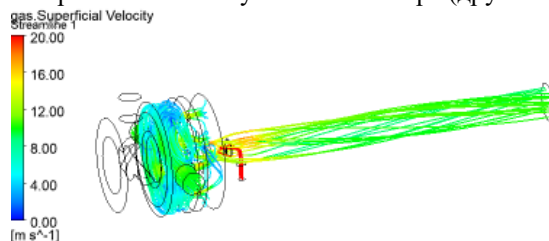


Рис. 2. Лінії руху повітря

Висновки. CFD-моделювання ежекційних процесів у запатентованому кавітаційному ежекторі дозволило визначити кількісні гідродинамічні показники та отримати якісну картину течії потоків.

Застосування технологій генеративного дизайну для оптимізації конструкції виробів

Вадим Бутенко, Андрій Слюсенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ціллю роботи є розроблення оптимізованої по масі 3D-моделі платформи із застосуванням топологічної оптимізації, як однієї із технологій генеративного дизайну.

Матеріали та методи. Використовуються технології комп'ютерного проектування в САПР Autodesk Inventor Professional. Для проведення розрахунків використано модуль Stress Analysis, для здійснення оптимізації використано модуль Shape Generator.

Результати та обговорення. Створено початкову 3D-модель платформи (рис. 1, а) та здійснено розрахунок з метою визначення її міцності. Аналіз отриманих результатів засвідчує, що при силі 1000 Н, яка діє на неї, максимальне напруження по Мізесу становить 20,96 МПа (рис. 1, б), а мінімальний коефіцієнт запасу міцності складає 9,87 (рис. 1, в). Отже, даний виріб має значну міцність і його можна оптимізувати.

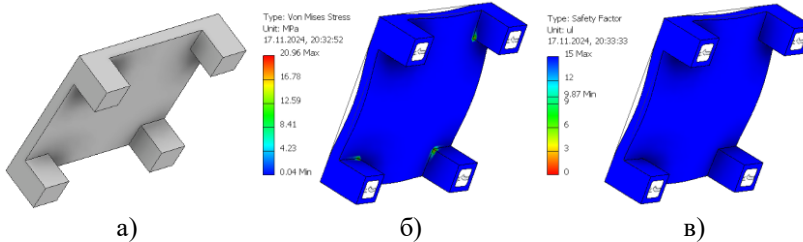


Рис. 1. Початкова модель платформи та результати розрахунку: а) – початкова 3D-модель платформи; б) – напруження по Мізесу; в) – коефіцієнт запасу міцності

За допомогою інструментів модуля Shape Generator створено сіткову модель платформи, що має на 55% меншу масу. Подальше оброблення отриманих результатів дозволило створити оптимізовану модель платформи (рис. 2, а).

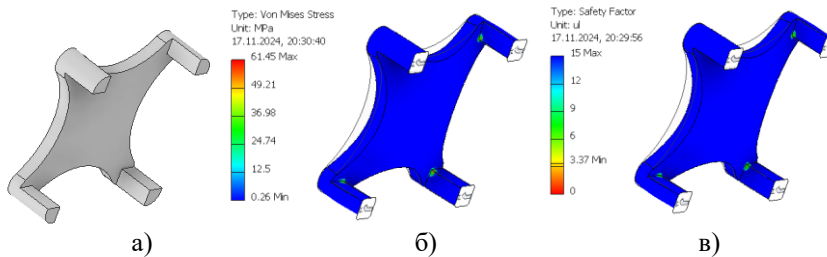


Рис. 2. Оптимізована модель платформи та результати розрахунку: а) – оптимізована 3D-модель платформи; б) – напруження по Мізесу; в) – коефіцієнт запасу міцності

Розрахунок на міцність оптимізованої платформи дозволив встановити, що вона залишається міцною, бо напруження по Мізесу (рис. 2, б) не перевищують допустимих значень, а мінімальний коефіцієнт запасу міцності складає 3,37 (рис. 2, в).

Висновки. Із застосуванням технології генеративного дизайну створено оптимізовану по масі на 55% модель платформи зі збереженням її міцності.

Застосування САПР для моделювання рамних конструкцій

Вадим Бутенко, Андрій Слюсенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасному інженерному проектуванні важливу роль відіграють системи автоматизованого проектування (САПР), які дозволяють значно підвищити точність, ефективність та швидкість створення різноманітних проектів. Метою роботи є створення моделі рамної конструкції для конвеєра.

Матеріали та методи. Для створення моделі рамної конструкції використовується САПР Autodesk Inventor Professional. Моделювання рами включає такі етапи: створення ескізу, розміщення та підрізання профілів, розрахунок на міцність.

Результати та обговорення. Створено 3D-ескіз рамної конструкції (рис. 1, а), який визначає розміри та розташування її елементів (профілів). За допомогою інструментів генератора рамних конструкцій (Frame Generator) на базі ескізу створено 3D-модель рами (рис. 1, б), яка складається з швелерів та профільних квадратних труб.

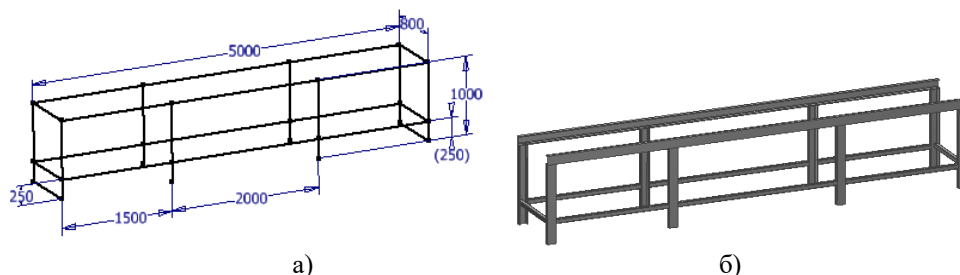


Рис. 1. Рамна конструкція: а) – ескіз; б) – 3D-модель

В середовищі модуля Stress Analysis проведено розрахунки з метою визначення міцності спроектованої рами. Встановлено, що при розподіленому навантаженні 10 Н/мм, яке прикладене до повздовжніх швелерів, в конструкції рами виникає максимальне зміщення близько 1,2 мм (рис. 2, а), максимальне напруження складає близько 78,2 МПа (рис. 2, б).

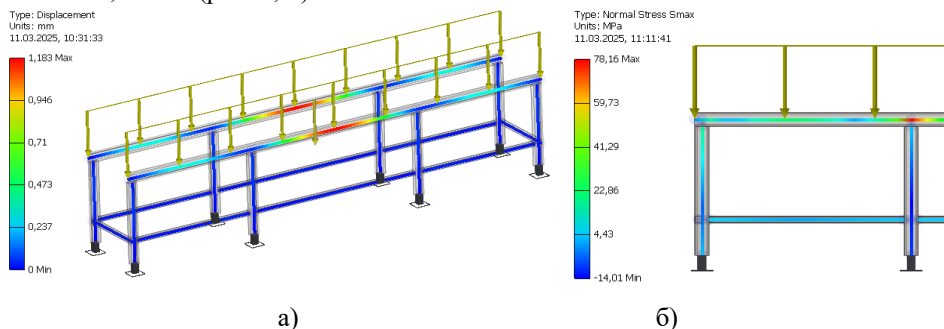


Рис. 2. Результати розрахунку: а) – зміщення; б) – напруження

Висновки. Із застосуванням САПР Autodesk Inventor Professional створено 3D-модель рами для конвеєра, проведені інженерні розрахунки підтверджують її міцність.

Дослідження процесу гідродинаміки модернізованої гріючої камери вакуум-апарата

Артем Саяпін, Тарас Погорілий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. З огляду на досить непростий час та важке економічне становище в енергетичній сфері України, дуже гостро стоїть проблема по зменшенню використання енергоресурсів. В нашій державі в харчовій промисловості однією з найбільш енергозатратних є цукрова галузь, в якій самим енергозатратним є продуктове відділення.

Матеріали та методи. Наведено результати першого етапу проведення математичного моделювання гідродинаміки та процесу теплообміну в модернізованій гріючій камері вакуум-апарата під час масового уварювання цукрового утфеля. Модернізація гріючої камери базувалась на встановленні модернізованої гріючої трубки в нагрівній камері. На даному етапі проводилось дослідження лише процесу гідродинаміки утфелю у нагрівній трубці гріючої камери вакуум-апарата (рис. 1, 2).

Математичне моделювання гідродинаміки модернізованої гріючої камери вакуум-апарата на першому кроці включає в себе побудову 3-D моделі такої камери. Оскільки подальший розрахунок такої 3-D моделі включає в себе спряжену задачу розрахунку процесу гідродинаміки та процесу теплообміну, що є досить складною для чисельного рішення з врахуванням всіх нагрівних трубок, на першому етапі було прийнято ряд спрощень та проведено математичне моделювання процесу гідродинаміки утфелю для камери нагрівання, яка містить в собі лише одну модернізовану гріючу трубку (рис. 1), де гріюча трубка на кінцях має шестигранний вигляд, а вздовж самої трубки зроблена накатка (рис. 2).

Результати. Результати проведених досліджень процесу гідродинаміки отриманого у вигляді розподілу поля швидкостей в модернізованій гріючій трубці нагрівної камери вакуум-апарата та представлено на рис. 3.



Рис. 1



Рис. 2

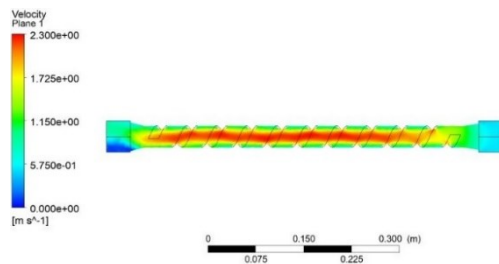


Рис. 3

Як видно з отриманих результатів (рис. 3), вздовж всієї нагрівної трубки в області накатки в пристінному шарі практично відсутні зони «прилипання» утфелю до стінок трубки, а отже, це повинно призвести до висновку, що в даному випадку практично відсутні зони перегріву в пристінному шарі. Однак це питання потребує більш детального дослідження процесу гідродинаміки з одночасним врахуванням процесу теплообміну в модернізованій нагрівній трубці.

Висновки. З метою досягнення зменшення енергозатрат на виробництво товарного цукру здійснено перший етап проведення математичного моделювання гідродинаміки цукрового утфелю в модернізованій гріючій камері вакуум-апарата.

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

Study of a 3D additive mechatronic module for processing fragile food products

Dmytro Yemelianov, Sofiia Semeniuk, Liudmyla Kryvoplias-Volodina, Nikolay Maslo
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The study developed a control system for a manipulation robot with a soft pneumatic gripper for transporting fragile products using 3D printing and PLC. The algorithmic support of the electric pneumatic drive ensures the optimisation of the movement process. Dynamic modelling helps reduce trajectory errors by up to 2.3% and ensure the energy efficiency of the mechatronic gripper module.

Materials and methods. The study uses a quantitative assessment of the dynamics of an electropneumatic positioning actuator with a soft grip based on mathematical modelling, solving differential equations, and correlation analysis. The modelling of the cylinder piston motion is carried out taking into account the change in the starting pressure. Two gripper designs with different bearing surfaces were investigated. The results were obtained by means of experiments with PLC control, which allowed for smooth adjustment of the manipulator's operation parameters.

Results. As part of the study, 3D drawings of soft mechatronic grippers for a robotic manipulator were created based on the author's solutions and the library of CAD system components, taking into account the selection of drive elements for bench tests. An approach to the selection of the initial x-coordinate is described, taking into account the impact on the drive dynamics.

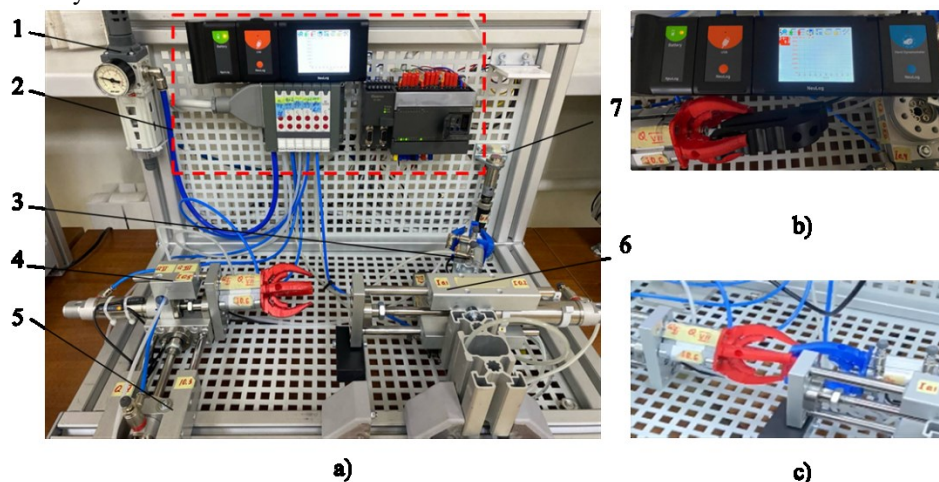


Fig. 2. The author's experimental stand for the study of a robot manipulator with soft grippers: a) general view of the experimental stand; b) general view of the control and measurement dynamic system of the soft gripper; c) general view of the soft grippers during overloading of the research object at an angle of 90 degrees: 1 - Power supply module; 2 - Control area consisting of a island, PLC module, sensor control and measuring unit; 3 - drive of mechatronic reloading module 2 with Soft gripper; 4 - drive of the mechatronic reloading module 1 with soft grip; 5 - linear reloading module with an anti-rotation platform; 6 - electropneumatic scraper; 7 - photo sensor

Conclusions. The experiments with positional and cyclic schemes of electropneumatic control were carried out. The results obtained are aimed at improving the efficiency of food equipment.

Modelling of flow modes in membrane dispensers of automatic packaging machines

Ivan Diachenko, Serhii Tokarchuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The efficiency of bulk food packaging depends on the design and flow characteristics of the dosing device. Diaphragm dosing devices that do not have traditional moving parts reduce energy consumption, reduce wear and tear, and increase reliability. To ensure dosing accuracy, it is important to model flow dynamics taking into account the properties of different products.

Materials and methods. To calculate and compare the flow characteristics of a membrane dosing device, a mathematical model of the flow of a bulk product through a measuring chamber was used. The calculations are based on the adapted Torricelli differential equation, taking into account friction losses between the particles of the bulk medium and the walls of the metering device. The area of the outlet, gravitational acceleration, friction coefficient and current product height were taken into account. Three types of bulk food materials with different physical and mechanical properties were considered as objects of study: buckwheat, rice, and millet.

Results. To evaluate the efficiency of the membrane dispenser for bulk food products, we performed numerical modelling of the leakage of three types of bulk materials: buckwheat, rice, and millet. The initial equation for the dynamics of leakage was the modified Torricelli equation with a correction for the coefficient of friction of the bulk material: $Q(t) = A \cdot \sqrt{2g(1 - \mu)h(t)}$, where $Q(t)$ is the instantaneous flow rate, A - is the area of the leakage hole, g is the acceleration of free fall, μ is the friction coefficient of the product, $h(t)$ is the height of the product in the chamber at time t . By integrating this function, the volumetric characteristic of the leakage is obtained: $V(t) = \int_0^t Q(t)dt$. The modelling results are shown in Fig. 1.

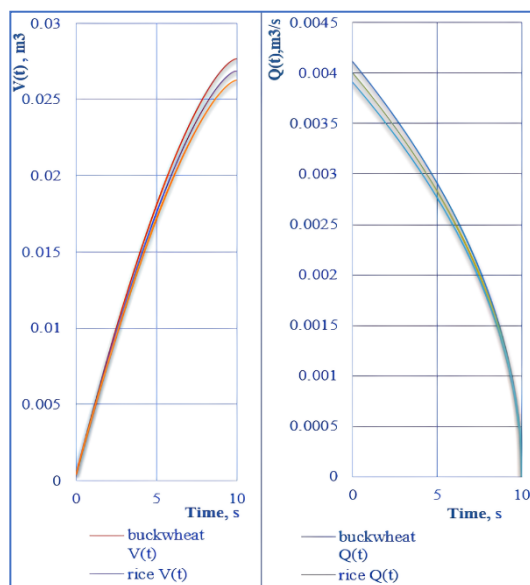


Fig. 1. Comparative characteristics of the flow process in a membrane dosing unit for three types of products: a) instantaneous flow rate $Q(t)$; b) volume of product flowing out during time t , $V(t)$.

The graphs show that buckwheat has the highest flow rate due to its low friction coefficient (0.28), rice has a slightly lower flow rate and millet flows out the slowest due to its high coefficient (0.36). Within 10 seconds, the volume of the buckwheat dose exceeds that of millet by 12-15%, which is important for accurate packaging.

Conclusions. The simulation showed the effectiveness of the membrane dosing unit for packing bulk products with different properties. For stable feeding, the effect of friction should be taken into account. When working with products such as millet, it is advisable to adjust the air supply or change the geometry of the chamber. The results are useful for creating versatile packaging systems.

Digital approaches in mechanical engineering: creating control cabinets based on 3D models as an example of transformation

Polyushchenko Iryna, Oliynyk Vasyl

Separate structural subdivision 'Kyiv Professional College of Computer Technologies and Economics of the National Aviation University', Kyiv, Ukraine

Introduction. Using Inventor and AutoCAD for 3D modelling of control cabinets enhances design efficiency by enabling early detection of errors and optimising internal layout. Accurate visualisation improves communication with clients and supports better engineering decisions, reducing production issues and improving product quality.

The aim. The goal of this study is to design and optimise a control cabinet for a gate-type dosing machine through 3D modelling. The task involved using specialised software and a 3D component library to create a model that ensures precise weight control of bulk food doses while improving the cabinet's structure and functionality..

Discussion of the research results. Visualising three-dimensional scenes is a complex task that involves advanced algorithms and significant computational resources. Although computer graphics technologies have advanced considerably, achieving real-time, physically accurate light propagation remains challenging due to the exponential increase in computational demands as scene complexity grows. To address this, modern rendering engines typically use hybrid methods, each with specific strengths and limitations. Rasterisation is among the most widely used and efficient techniques. It projects 3D geometry onto a 2D screen using mathematical transformations and is popular in real-time applications like video games due to its speed. However, it offers limited realism when simulating effects such as reflections, shadows, or translucency. Ray tracing provides a more physically accurate rendering by simulating light rays' paths from a source to the viewer. This method generates highly realistic images (see Fig. 1), but its performance drops with scene complexity, especially when accounting for multiple reflections and refractions.

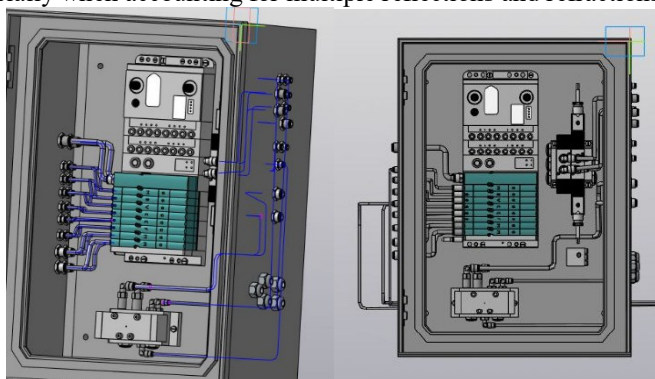


Figure 1. General 3D view of the control cabinet for the mechatronic dosing module

For example, ray tracing is used to create high-quality pre-rendered images, while a hybrid approach combining rasterisation with ray tracing-based methods is used for interactive applications.

Conclusions. The resulting model provides an opportunity to analyse the machine's operation in detail, identify potential problems in the design and optimise the packaging process. The use of Inventor Studio for model visualisation allowed us to create a realistic image of the machine, which makes it easier for both developers and customers to understand its functioning. The developed model can be used for further calculations, simulations and optimisation of the packaging machine design.

Адаптивне керування у мехатронних системах ерліфтного дозування

Олександр Савчук, Михайло Володін, Володимир Костін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Стабільне дозування в ерліфтних модулях залежить від тиску, геометрії трубопроводу та безклапанних елементів. У практиці важливо враховувати коливання параметрів і обрати відповідну адаптивну схему керування.

Матеріали і методи. Дослідження процесу ерліфтного дозування проводилось із використанням експериментального стенду, змодельованого для аналізу витіснення рідин за змінних умов подачі тиску. Дослідна система модуля контролю зміни тиску, (рис.1) складається з корпусу силової частини 1, корпусу керуючої частини 2, відповідно захищених кришкою 3 силової частини і кришкою 4 керуючої частини. Внутрішня структура включає гвинти 5, пружини 6, вставку 7, мембрану 8, ущільнення 9, з'єднувальний штифт 10. Для побудови математичної моделі були враховані рівняння руху ньютонівської рідини в нестационарному режимі. Оцінку динаміки дозування опрацьовано на основі чисельних розрахунків та аналітичного опису окремих фаз процесу - від моменту подачі тиску до завершення витискання заданого об'єму продукту.

Результати. Встановлено, що ключовим елементом стабільного дозування є керована динаміка зміни тиску в дозувальному ресивері, яка впливає на швидкість витіснення рідини крізь насадку (рис.1). Математичну модель було сформовано на базі диференційного рівняння:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{Q(t)}{\rho},$$

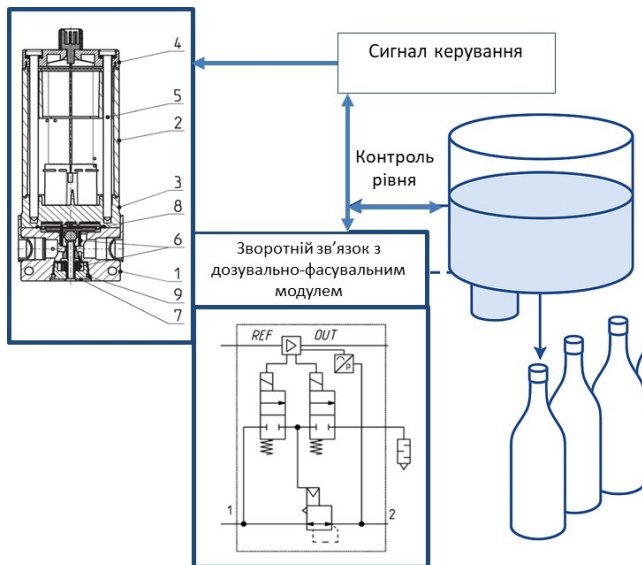
де - об'єм дози, $Q(t)$ - витрата рідини, що залежить від тиску в системі, ρ - густина продукту.

Витрата (t) у свою чергу законом Бернуллі:

$$Q(t) = C_d A \sqrt{\frac{2(p(t) - p_a)}{\rho}},$$

де C_d - коефіцієнт витрат.

Рис.1. Загальна схема дослідного стенду



Висновки. Під час експериментальних досліджень на експериментальному стенді апробовано точне керування пневматичною системою ерліфтного дозатора системою пропорційного керування регулятором тиску серії PRE із цифровими інтерфейсами та аналоговим керуванням (4–20 мА). Досліджувана технічна система продемонструвала стабільну роботу в діапазоні 0,3–5 бар, а рівень похибки не перевищував $\pm 0,3\%$, що підтверджує надійність і високу адаптивність керування.

Література: 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>

**Визначення оптимальної кількості штучних виробів у
магазинах-накопичувачах пакувальних машин**

Антон Кохан, Людмила Кривопляс-Володіна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Місткість накопичувача визначається із умови забезпечення безперервної подачі штучних виробів у пакувальну машину. При цьому мають бути виконані умови надійності безперервної подачі виробів та раціональні геометричні параметри накопичувача. В ідеальних умовах, коли ймовірність безвідмовності роботи дорівнює одиниці, габарити накопичувача можуть бути недопустимо великими. Залежно від компонування потокової лінії виготовлення виробів, накопичувачі можуть бути горизонтальними, вертикальними, криволінійними, комбінованими, а також одно і багатопотоковими.

Матеріали і методи. Для проектування раціональних конструктивних схем накопичувачів потрібно знати кількість виробів, що має бути в накопичувачі для забезпечення безперервної роботи пакувальної машини та тривалість видалення одиничного виробу чи групи виробів з магазину. Для визначення необхідної кількості виробів у накопичувачі рекомендують використовувати теорію випадкових процесів. Це можна пояснити тим, що зміна кількості виробів у накопичувачі є випадковим процесом і його можна розглядати як коливання рівня ймовірності відносно заданих меж.

Результати. Відповідно теорії масового обслуговування ймовірність P_0 того, що в накопичувачі із n виробами не буде жодного виробу при заданій тривалості роботи машини-автомату та відомих законах надходження виробів на пакування, можна визначити за формулою:

$$P_0 = \frac{1 - \frac{p_{-1}}{p_{+1}}}{1 - \left(\frac{p_{-1}}{p_{+1}}\right)^n} \left(\frac{p_{-1}}{p_{+1}}\right)^{n-1},$$

де p_{-1} - ймовірність надходження в накопичувач за одиницю часу $k-1$ виробів;

p_{+1} - ймовірність надходження в накопичувач за одиницю часу $k+1$ виробів;

k – продуктивність одного потоку пакувальної машини.

Якщо припустити, що ймовірність наявності кількості виробів n в накопичувачі

$$P_n = P_0 \left(\frac{p_{-1}}{p_{+1}}\right)^{n-1},$$

то кількість виробів у накопичувачі, що забезпечує задану ймовірність його використання визначається:

$$n_{min} = 1 + \frac{\lg \frac{P_0}{1 + (P_0 - 1) \left(\frac{p_{-1}}{p_{+1}}\right)}}{\lg \left(\frac{p_{-1}}{p_{+1}}\right)}.$$

Для забезпечення безперервної роботи пакувальної машини-автомата бажано мати $n > n_{min}$. Однак для маломіцних чи крихких виробів (кондитерські, хлібобулочні) кількість виробів обмежується умовою їх міцності. Допустима кількість виробів в накопичувачі залежить від його конструктивної схеми.

Висновки. Для забезпечення виконання умов безперервної роботи пакувальної машини-автомата та міцносних властивостей виробів іноді використовують додаткові пристрої, що зменшують рушійну силу переміщення виробів з накопичувача в пакувальну машину або криволінійні розвантажувачі накопичувача.

Параметричний синтез дозувально-фасувальних адаптронних модулів для сипкої продукції

Олександр Гавва, Людмила Кривопляс-Володіна

Національний університет харчових технологій, м.Київ

Вступ. Сипка харчова продукція, залежно від структурно-механічних характеристик, дозується ваговим або об'ємним способами. Для легкоплинної і дисперсної сипкої продукції використовують, з точки зору технічної ефективності, об'ємні дозатори. За допомогою квантометричного аналізу встановлено, що з точки зору ефективності проведення дозування і фасування, найефективніше використовувати дозатори стаканчикового типу із роторною структурою компонування. Для підвищення показників технічної ефективності (функціональна точність та продуктивність) потрібно провести параметричний синтез конструкційних виконань таких модулів.

Методи та методики. Оцінювання параметрів дозувально-фасувальних адаптронних модулів здійснювалось комбінованими методами досліджень: математичне модулювання руху сипкої продукції в продуктопроводах модуля та фізичне модулювання для перевірки адекватності математичних моделей. За об'єкт дослідження прийнято сипку продукцію, яка під дією сил гравітації та дії зовнішніх навантажень переміщається як ньютонівська рідина із врахуванням відповідних сил опору.

Результати досліджень. Результатами структурного аналізу ротаційних стаканчикових дозаторів встановлено, що вони можуть здійснювати як періодичний, так і безперервний рух. Модулі з безперервним рухом характеризуються значно більшою продуктивністю, тому що відсутній цикл простоювання на дозування і фасування. Для забезпечення безперервного режиму потрібно щоб формування дози і фасування виконувалися під час руху ротора. В таких модулях бункер може бути виконаний з поділом на дві камери – дозування і фасування та однією камерою із нпжнім золотником. Такі виконання мають свої переваги та недоліки. Важливо встановити їх вплив на функціональну точність дозування, тому що при безперервному русі буде зсовування частини продукції у верхній частині стаканчика. Для встановлення впливу конструкційних параметрів бункера та структурно-механічних властивостей продукції на ефект зсовування проведено відповідне імітаційне моделювання. Встановлено, що не зважаючи на ряд недоліків, для забезпечення точності дозування краще використовувати бункер із однією камерою.

Для забезпечення високих значень продуктивності продуктопровід для фасування має бути виконаний таким чином, щоб частинки продукції, які переміщаються в упаковку мали здебільшого вертикальний напрям без взаємоударних процесів. Для визначення раціональних конструкційних параметрів продуктопроводу також проведено відповідне імітаційне моделювання. Конструкція такого продуктопроводу апробована в реальних умовах експлуатації пакувальних машин.

Висновки. 1. Функціональна точність дозувально-фасувального адаптронного модуля для сипкої продукції безперервної дії залежить від конструкції і конструктивних параметрів бункера-накопичувача. Зсовування продукції з поверхні стаканчика має бути мінімальним. 2. Продуктивність дозувально-фасувального модуля частково залежить від геометричних параметрів продуктопроводу відведення сипкої продукції із дозатора. Конструкція має забезпечити безударний процес переміщення частинок сипкої продукції.

Оптимізація мульти-роботної координації в автоматизованих пакувальних процесах за допомогою симуляційного моделювання

Олександр Запорожець, Валентин Туфекчі
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Із зростанням вимог до продуктивності та гнучкості пакувальних ліній зростає потреба у мульти-роботних системах. Ефективна координація кількох роботів-маніпуляторів дозволяє прискорити виконання завдань сортування, пакування та палетизації. Проте така взаємодія потребує точного налаштування алгоритмів керування та оптимізації структури лінії. Метою цього дослідження є аналіз ефективності підходів до мульти-роботної координації з використанням симулятора CoppeliaSim.

Матеріали і методи. Моделювання мульти-роботної пакувальної лінії виконувалось у середовищі CoppeliaSim. Для дослідження розглянуто три основні підходи до координації: централізоване керування, децентралізований консенсус і багатоагентне підсилювальне навчання (MARL). Створено цифровий двійник пакувального процесу “pick-and-place” із двома роботами-маніпуляторами, сенсорами та конвеєрною системою. Для кожного підходу моделювалися типові сценарії: синхронна палетизація, адаптація до збоїв і розподіл задач в умовах динамічного середовища. Оцінка ефективності проводилася за показниками: час циклу, простої роботів, рівномірність навантаження.

Результати. Результати показали, що централізовані алгоритми з правилами диспетчеризації забезпечують просту реалізацію, але мають нижчу адаптивність. Децентралізовані схеми на основі консенсусу підвищують надійність і дозволяють роботам самостійно перерозподіляти завдання при збої. Найвищу продуктивність виявлено при використанні MARL: навчені агенти самостійно координували дії з мінімальними конфліктами. Усі методи продемонстрували потенціал для застосування в реальному виробництві, однак їх ефективність залежить від складності задачі та ресурсних обмежень. CoppeliaSim підтвердив свою ефективність як платформа для попереднього налагодження алгоритмів координації.

Висновки. Симуляційне моделювання мульти-роботних пакувальних процесів дозволяє порівнювати різні підходи до координації і обирати оптимальну стратегію керування. Застосування цифрового двійника у середовищі CoppeliaSim сприяє зменшенню часу розробки, зниженню ризиків впровадження та підвищенню надійності систем. Подальші дослідження можуть включати інтеграцію комп'ютерного зору і сенсорики для ще глибшої адаптації до реальних умов.

Література

1. Kalempa V. C., et al. Multi-Robot Task Scheduling– *Machines*, 2023. DOI: 10.3390/machines11040431
2. Rohmer E., Singh S.P.N., Freese M. V-REP– *IROS*, 2013.
3. Huang Y., et al. Robust multi-robot coordination– *Robotics and Autonomous Systems*, 2015.

Використання протоколу MQTT при проектуванні аналітичних систем Industry 4.0

Денис Гайдучек, Володимир Костін
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Протягом останніх років в багатьох галузях, в тому числі у харчовій індустрії, стрімко розвивається впровадження проектів промислового Інтернету речей (Industrial Internet of Things), спрямованих на комплексне віддалене керування промисловими об'єктами та оптимізацію виробничих процесів. Успіх проектів ІоТ значною мірою залежить від вирішення складних завдань передачі великих масивів даних з сенсорів, ПЛК, SCADA та інших систем, їх доступності для опрацювання корпоративними ІТ-системами та реалізації Індустрії 4.0 і сценаріїв ведення інтелектуального виробництва.

Матеріали і методи. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) – це транспортний протокол для публікації/підписки, побудований на архітектурі клієнт-сервер. Відкритість та простота реалізації протоколу відкриває широкий спектр можливостей для його використання в багатьох конфігураціях, у тому числі для зв'язку в контекстах «машина-машина» (M2M) та у впровадженні систем Промислових Інтернет-речей (ІоТ), де пропускна здатність є ключовою характеристикою при їх проектуванні. Цей протокол рекомендований стандартами OASIS та ISO (ISO/IEC 20922).

Результати. MQTT-протокол розроблений як «легкий» з точки зору передачі даних, що робить його ідеальним для середовищ із низькою пропускну здатністю. Він використовує невеликі розміри повідомлень, що зменшує споживання даних у мережі. Оптимізований формат обміну даними робить його придатним для пристроїв з обмеженою обчислювальною потужністю. MQTT може бути масштабованим для великої кількості пристроїв із моделлю публікації-підписки, яка дозволяє їм підключатися до центрального сервера (брокера). Це робить його придатним для великих розгортань ІоТ та опрацювання мільйонів повідомлень за секунду.

При проектуванні аналітичних систем пакувального обладнання, де обмін даними між компонентами та хмарним середовищем відбувається в мережі Internet, вимоги до безпеки та цілісності даних є принципово високими. Хоча MQTT сам по собі не є безпечним, його можна захистити за допомогою стандартних протоколів безпеки, таких як шифрування SSL/TLS, а також механізмів автентифікації користувача для контролю доступу, що забезпечує безпечний зв'язок.

При проведенні опитування, які інструменти передачі даних для реалізації своєї стратегії ІоТ наразі вважаються необхідними, MQTT був визнаний найважливішим елементом – 55,47% респондентів відповіли, що компанії розглядають MQTT як суттєву складову цифрової трансформації і розгортання проектів ІоТ.

Висновки. Протокол MQTT є актуальним для пакувального обладнання харчових виробництв завдяки гнучкості та ефективності у передачі даних в архітектурі систем ІоТ. Оптимальний механізм обробки даних протоколу MQTT в умовах обмежених ресурсів дозволяє ефективно працювати при високих навантаженнях, що є важливим фактором для моніторингу виробничих процесів великих підприємств. Здатність підтримувати стабільний зв'язок з можливістю шифрування дає змогу інтегрувати віддалені та розподілені елементи системи, що, в свою чергу, дозволяє оптимізувати виробничі процеси та підтримувати стабільно високу якість пакування харчової продукції.

Оптимізація процесів вакуумування в адаптивних мехатронних модулях захватів

Євген Кирильчук, Тарас Бутик, Людмила Кривопляс-Володіна
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процеси розрідження стисненого повітря - є ключовими для ефективної роботи адаптивних мехатронних модулів захвату. Тому, підвищення ефективності роботи адаптивного мехатронного модуля захвату є актуальною задачею для обґрунтування раціональних параметрів вакуумної системи.

Матеріали і методи. Оптимізацію вакуумування у мехатронних модулях захватів було здійснено на основі експериментальних даних із ежекторами VES із варіативною кількістю присосок. Динаміка вакуумування базувалась на диференційному рівнянні, яке враховує зміну тиску у замкненому об'ємі. Витратні характеристики визначалися інтеполяцією, а інтегральне повітроспоживання – чисельним інтегруванням.

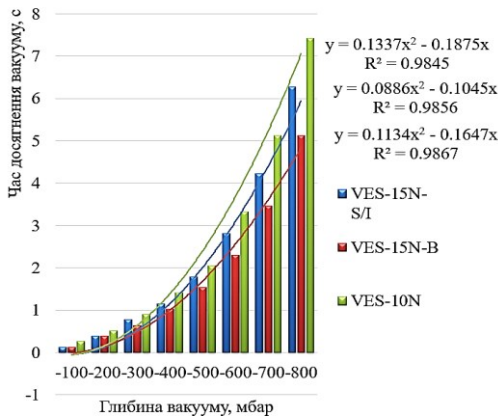
Результати. На основі математичного моделювання і отриманих експериментальних даних було проаналізовано динаміку вакуумування і витратні характеристики стисненого повітря у адаптивному мехатронному модулі захвата. Під час дослідження враховувались різні кількості присосок (5 і 10 штук) та різні види ежектора типу VES-10N. Динаміка створення вакууму описана функцією:

$$P(t) = (P_a - P_v) \left(1 - e^{\frac{-\alpha Q_{max} t}{V}} \right), \text{ де } P(t) \text{ — тиск у системі в момент часу } t, \quad V \text{ —}$$

ефективний об'єм вакуумної порожнини, Q_{max} — максимальна витрата повітря, α — коефіцієнт ефективності системи. Збільшення кількості присосок призводить до

зростання ефективного об'єму V , що, згідно з рівнянням, викликає зростання часу досягнення цільового вакууму. Встановлено, що найшвидше вакуумування забезпечує модель VES-15N-B, а найповільніше — VES-10N через нижчу продуктивність. Залежності апроксимуються квадратичними функціями з $R^2 > 0,98$, що підтверджує надійність результатів. Оптимізація системи потребує раціонального вибору типу ежектора і кількості присосок.

Рис.1. Залежність часу досягнення вакууму від глибини



розрідження для різних моделей ежекторів у мехатронному модулі захвата

Висновки. Для підвищення ефективності адаптивних мехатронних модулів захвату доцільним є використання таких конструкцій вакуумної системи, які забезпечують швидке досягнення стабільного розрідження при мінімальному споживанні стисненого повітря. Залежно від вимог до продуктивності, доцільним може бути вибір більш потужних ежекторів або застосування адаптивних рішень, що регулюють параметри вакуумування під час роботи.

Література: 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/iscg.2022.mono.tech.2

Динамічні навантаження систем подавання плівкових пакувальних матеріалів

Єлизавета Швайченко, Ярослав Степанюк,

Юлія Ступак, Костянтин Васильківський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При проектуванні та удосконаленні обладнання, де здійснюється транспортування гнучких матеріалів у лініях пакування продукції харчових виробництв необхідним є ґрунтовний аналіз перехідних процесів. Кінематика і динаміка перехідних процесів є важливими складовими, що визначають продуктивність, навантаження і енергетичні показники систем, що розглядається.

Матеріали і методи. Теоретичні дослідження систем переміщення плівкових пакувальних матеріалів в лініях пакування харчової продукції.

Результати. Виконаний аналіз літературних джерел приводить до висновку про необхідність виключення або обмеження параметрів ударної взаємодії в системах подавання плівкових матеріалів в обладнанні ліній пакування. В першу чергу слід оцінити можливість обмеження швидкості руху ведучої маси, якщо це дозволяється циклограмою системи. Значенням маси рулону з плівковими матеріалами припустимо варіювати. Жорсткості гнучких зв'язків між ведучою і веденою масами може обмежуватися за рахунок збільшення їх довжин. Комплексним вирішенням цієї задачі вважається використання компенсаторів, які дозволяють зменшити жорсткість плівкового полотна і, одночасно, вплинути на режим перехідного процесу розгону рулону в обертальному русі. Присутність компенсатора дозволяє:

- обмежити та стабілізувати натяг плівкового полотна;
- покласти роль веденої маси рулону на масу натяжного пристрою-компенсатора;
- забезпечити м'які режими обертання рулону і обмежити навантаження на ділянці між компенсатором і веденою масою рулону;
- забезпечити можливість плавного ходу пристрою розмотування рулонів.

Присутність компенсатора в системі практично приводить до поділу навантаження на дві частини, в результаті чого зникає безпосередня взаємодія між ведучою і веденою масами і досягається можливість точного регулювання величиною натягу плівкового полотна в цій частині. За відсутності компенсатора регулювання натягу ускладнене режимами вибігу веденої маси у тому числі і у зв'язку зі змінними значеннями моментів інерції рулонів на початку процесу і на етапі його повного використання.

Проведене аналітичне дослідження вказує на можливість створення компенсаційного автоматичного пристрою для стабілізації інерційних характеристик веденої маси і поліпшення динамічних параметрів перехідних процесів.

Висновки. 1. Виконана оцінка ролі і можливостей використання компенсаційних пристроїв, завданням яких є стабілізація натягів гнучких пакувальних матеріалів в режимах перехідних процесів ліній пакування.

2. Встановлено, що значний дестабілізуючий вплив має змінний характер моменту інерції рулону з плівкою. У зв'язку з цим доцільним є створення компенсаторів-регуляторів моменту інерції рулону і рулонотримувача.

Дослідження мехатронних модулів вагових дозаторів для рідкої продукції

Тетяна Якимчук, Костянтин Васильківський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розширення можливостей для вимірювання кількості їжі безпосередньо пов'язане з удосконаленням виробництва, високими вимогами до точності, надійності та швидкості дозування продуктів. Основними вимогами до нових зразків дозаторів є забезпечення як традиційних показників: продуктивності, економічності (мінімальної вартості), надійності і технологічних показників.

Матеріали і методи. Теоретичні дослідження систем дозування в лініях пакування харчової продукції.

Результати. При дозуванні харчових продуктів найбільш відповідальною ланкою системи вагового дозування є робочий орган, що знаходиться в безпосередньому контакті з дозуючою рідиною. Встановлено, що робочі органи з електромагнітним приводом, мають більшу швидкість в порівнянні з пневматичним приводом і можуть працювати при підвищених тисках.

Точність дозування в такій системі керування забезпечується, наприклад, наявністю зворотного зв'язку по масі з урахуванням швидкості потоку рідини та її фізико-хімічних характеристик та зрівнювання отриманого результату з еталонним значенням на кожному етапі вимірювання. Автоматичні системи управління таких пристроїв є адаптивними та забезпечують необхідний рівень надійної роботи прецизійного дозатора в умовах швидкої зміни навколишніх характеристик шляхом розрахунку та подачі електричного сигналу, що впливають на положення робочого органу системи.

У зв'язку з цим, метою роботи є підвищення точності прецизійних вагових дозаторів як електро- пневмомеханічних систем, що базуються на виявленні закономірностей функціонування і створення інструментальних засобів розрахунку керованих нестационарних режимів руху робочого органа.

У роботі розглянуто моделювання динаміки руху робочого органа з електромагнітним приводом з програмним керуванням. Система диференціальних рівнянь, що описують рух виконавчого пристрою прецизійного дозатора, отримана на основі рівняння Лагранжа-Максвелла.

$$\begin{cases} m\ddot{x} + \mu\dot{x} + P(x) + mg = F(e) \\ \Phi + \frac{R_1}{z^2} \left[\frac{2(h-x)}{\mu_0 S} + R_c \right] \Phi = U(t) \end{cases}$$

де x , $\dot{x}$, $\ddot{x}$ - узагальнені координата, швидкість, прискорення переміщення клапана; μ - коефіцієнт в'язкого тертя; m - маса голки клапана; $P(x)$ - лінійна сила пружності; $F(e)$ - електромагнітна сила, R_1 , R_c - опори котушки і магнітопровода, z , S - число витків і площа котушки електромагніту, Φ - магнітний потік, U - керуюча напруга.

Висновки. Запропонована математична модель руху клапана дозатора дає можливість реалізувати оптимальний закон пропускну здатності дозатора при формуванні дози ваговим способом. Для підтвердження результатів математичного моделювання розроблена експериментальна установка.

Методи обробки експериментальних даних за допомогою функцій згладжування і фільтрації в MathCad

Дмитро Скула, Богдан Семена, Анастасія Деренівська
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Обробка експериментальних даних – важливий етап будь-якого наукового дослідження. Вона дозволяє отримати достовірні результати, виявити закономірності та зробити обґрунтовані висновки.

Матеріали і методи. Метод обробки експериментальних даних з використанням функцій згладжування та фільтрації в спеціалізованому математично-орієнтованому програмному засобі для наукових та інженерних розрахунків MathCad пов'язаний з побудовою алгоритмів та використанням команд: *medsmooth(y,b)* - згладжування за допомогою медіанного фільтра; *ksmooth(x,y,b)* - згладжування на основі функції Гауса; *supsmooth(x,y)* - локальне згладжування за допомогою адаптивного алгоритму, який апроксимує дані лінійною функцією.

Результати. Використання функцій згладжування та фільтрації необхідне для візуалізації даних, зменшення впливу випадкових коливань, фільтрації небажаних частотних складових, попередньої обробки даних з виявленням тенденцій та закономірностей, підготовки даних до подальшої обробки, поліпшення точності статистичного аналізу та апроксимації результатів.

Висновок. Застосування методів зглад-

```
i := 0..100
data = 
    0
    0.193
    1 ...
Xi := i   Yi := datai
n := rows(data)
n := 7
b := 9
supsmoothi := supsmooth(X,Y)
medsmoothi := medsmooth(Y,n)
ksmoothi := ksmooth(X,Y,b)
```

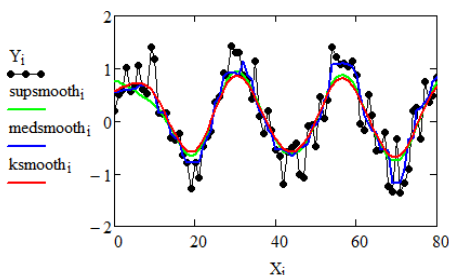


Рис. Алгоритм обробки експериментальних даних за допомогою функцій згладжування і фільтрації в MathCad

жування та фільтрації експериментальних даних забезпечує обґрунтовану інтерпретацію результатів та дозволяє оптимізувати процес подальшого статистичного аналізу та апроксимації отриманих даних.

Література. Основи наукових досліджень у прикладних задачах [Текст] : навч. посіб. для студентів ВНЗ / Л. О. Кривопляс-Володіна [та ін.] ; Нац. ун-т харч. технологій. Київ : Сталь, 2016. 272 с.

Аналіз та класифікація обладнання для переміщення вантажів у керованому потоці повітря

Олексій Сокол, Анастасія Деренівська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сучасних підприємствах впроваджуються системи стисненого повітря для різноманітних технологічних процесів. Це включає автоматизоване сортування, транспортування, виготовлення та пакування харчових продуктів.

Матеріали і методи. За об'єкт дослідження було прийнято процес переміщення вантажів в керованому потоці повітря. Предмет дослідження – конструкція обладнання та характерні параметри виконання процесу. Методами дослідження є аналіз та синтез.

Результати. Однією з найбільших складностей у роботі обладнання для переміщення вантажів у керованому потоці повітря є забезпечення необхідних параметрів повітряного потоку для різних умов експлуатації (рис.1). Рушійними параметрами для переміщення вантажів є: вакуум – створення розрідження для утримання або переміщення вантажу; надлишковий тиск – переміщення вантажу за допомогою стисненого повітря; перепад тиску – переміщення сипучих або штучних матеріалів у повітряному потоці; ефект Коанда – безконтактне утримання об'єктів завдяки відхилення потоку повітря до стінок; змінний потік – керування напрямком і швидкістю транспортування. За наявністю контакту з вантажем обладнання поділяється на контактне та безконтактне.

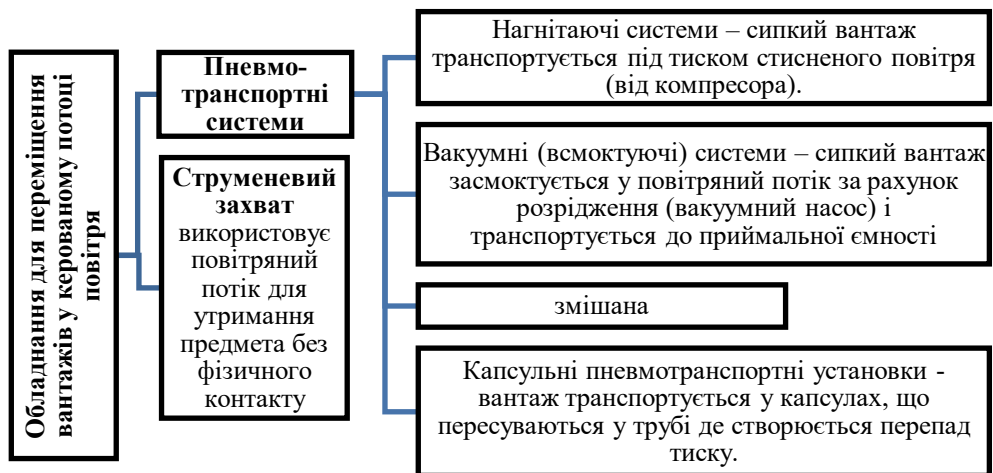


Рис.1. Класифікація обладнання для переміщення вантажів з використанням керованого потоку повітря

Висновок. Використання струменевих безконтактних захватів у пакувальних процесах є перспективним напрямком розвитку, що відкриває нові можливості для автоматизації виробництва. Це дозволить підвищити ефективність пакувальних операцій, забезпечити відповідність санітарним вимогам та знизити витрати на технічне обслуговування обладнання.

Література

How Compressed Air Is Used in the Food Industry [Electronic resource] / Nex Flow. – Mode of access: <https://nexflow.com/blog/how-is-compressed-air-used-in-the-food/>

Генеративний дизайн та адитивний синтез: інноваційні підходи до проектування та виробництва в машинобудуванні

Роман Яцюченко, Анастасія Деренівська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Використання генеративного дизайну та адитивних технологій дозволяє втілити в життя найвибагливіші ідеї конструктора, створити якісно нові машини та досягнути прогресу в машинобудуванні [1,2].

Матеріали і методи. Предмет досліджень – конструкція захвату для робота маніпулятора. Дослідження проводилось з використанням інструментів параметричного моделювання та інженерного аналізу, використовуючи генеративний дизайн як метод автоматизованого проектування. Отримана конструкція деталі оптимізується для подальшого виготовлення за допомогою адитивного синтезу.

Результати. Для проведення досліджень була використано інженерний комплекс Autodesk, де є доступні інструменти для моделювання під 3D-друк, аналізу міцності та оптимізації форм, що дозволяє інтегрувати адитивний синтез у процес розробки виробів (рис.)

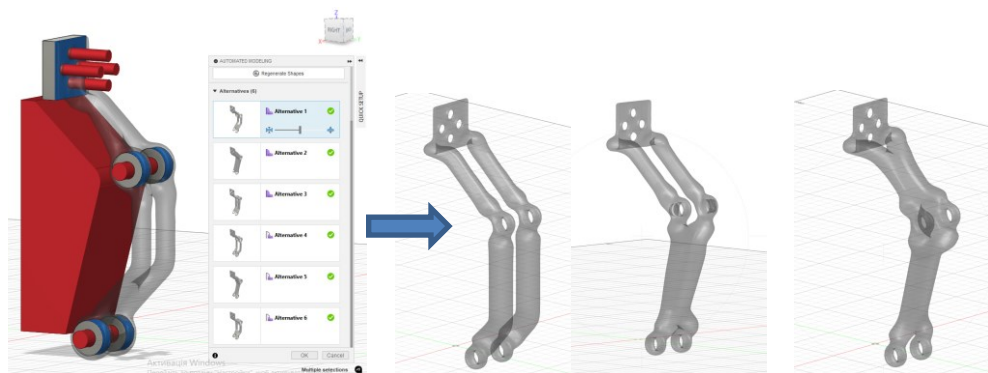


Рис. Результати моделювання конструкції захвату з використанням генеративного дизайну

Висновок. Використання генеративного дизайну та адитивних технологій в машинобудуванні дозволяє знизити витрати на виробництво; виготовити виріб складної геометрії та високої точності (іноді з додатковою обробкою поверхні); зробити швидке прототипування; для виготовлення використовуються різноманітні матеріали - метали, полімери, кераміка та композити; але потребує спеціального програмного забезпечення та має нижчу швидкість виготовлення в порівнянні з традиційними методами.

Література

1. Адитивні технології: Wikipedia, The Free Encyclopedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%BD%D1%96_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97
2. Generative Design 101 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://formlabs.com/asia/blog/generative-design/>

Дослідження параметрів процесу переміщення вантажу струменевими захватами

Олексій Сокол, Анастасія Деренівська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Струменеві захвати використовуються для захоплення об'єктів складної форми, пористих матеріалів, а також для делікатних об'єктів, які потребують обережного поводження.

Матеріали і методи. За об'єкт дослідження було прийнято процес переміщення вантажу (сфери) за допомогою струменевої захватної головки робота-маніпулятора виконаної у вигляді лійки. Предмет дослідження – параметри переміщення потоку повітря та геометричні параметри струменевого захвату. Дослідження процесу переміщення проводилось з використанням методів аналізу та синтезу, математичного та імітаційного моделювання. Базувалось на використанні теорії гідрогазодинаміки - закону Бернуллі та ефекту Коанда, механіці суцільних середовищ – закону неперервності потоку.

Результати. Для математичного дослідження параметрів процесу переміщення вантажу струменевим захватом прийняті наступні умови: вантаж не контактує зі стінками воронки, він зависає в повітряному потоці за умови балансу сил - підйомної сили від повітряного потоку (зниження тиску), сили тяжіння та ефекту Коанда, який не дає йому вилетіти за межі воронки. Для рівноваги вантажу потрібно, щоб сумарна підйомна сила була більшою за силу тяжіння, тобто:

$$\int_0^{z_B} P_B(z) 2\pi R dz = \int_{-z_H}^0 P_H(z) 2\pi R dz, \quad (1)$$

де $P_B(z), P_H(z)$ - тиск на верхню та нижню півкулі вантажу, $z_B, -z_H$ - відстань до вершин верхньої та нижньої півкулі вантажу, R – радіус вантажу сферичної форми.

Результати дослідження параметрів переміщення потоку повітря відбувалось шляхом імітаційного моделювання в системі інженерного аналізу із застосуванням методу скінченних елементів (рис.1, рис. 2)

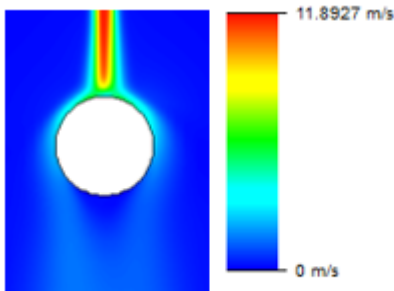


Рис. 1 Діаграма зміни швидкості потоку під час огинання ним вантажу

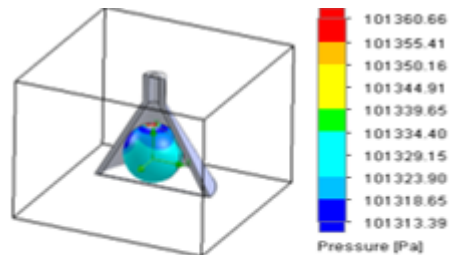


Рис. 2. Діаграма розподілу тиску на вантаж в струменевому захваті

Висновок. Дослідження показало, що утримання вантажу в струменевих захватах є ефективним методом безконтактного переміщення. Встановлено, що для забезпечення надійного утримання необхідно точно контролювати швидкісні та геометричні параметри повітряного потоку в захваті для забезпечення збільшення перепаду тиску, вантажопідйомності та, відповідно, надійності утримання вантажу.

Література

Bernoulli grip: Wikipedia, The Free Encyclopedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Bernoulli_grip

Вплив високотемпературного газового середовища на короткотермінову повзучість молібдену

Максим Власов, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У наведеному матеріалі досліджено залежність високотемпературної повзучості молібдену при різних концентраціях і складах газу в якості корозійного середовища в умовах лінійного статичного навантаження.

Матеріали та методи. Визначення впливу газового середовища, а саме: аміаку, азот-водневої і азот-воднево-аміачної сумішей на повзучість молібдену при високих температурах та статичному навантаженні.

Результати. Проведення експериментальних досліджень включали в себе визначення довговічності зразків, що знаходилися в зоні дії високотемпературного агресивного газового середовища під одноосним навантаженням. Експериментальні визначення характеристик міцності молібдену, що піддавався впливу таких фізичних полів, проводилися на модернізованій установці, яку було створено в Інституті проблем міцності НАН України. Для проведення досліджень було вибрано плоскі зразки з хімічно чистого молібдену довжиною 110мм, шириною і товщиною в робочій його зоні 5,7мм та 0,5мм, відповідно. Газову суміш високого очищення подавали в оптично прозорий кварцевий реактор, що знаходився в одному з фокусів еліпсоподібної дзеркальної камери нагрівання і в якому розміщувався зразок. В іншому фокусі даної камери розміщувався графітовий нагрівальний елемент. Нагрівали зразок радіаційно-фокусованим променевим способом до температури 500°C та підвантажували до 10% від вибраного робочого навантаження. Через 30 хв. температуру в робочій зоні зразка доводили до 1000°C і одночасно здійснювали ступеневе навантаження з автоматичним записом діаграми повзучості.

У процесі роботи партія зразків ділилася на декілька рівних частин, які в подальшому підлягали дії різних за своїм складом газових потоків. Тривалість дії, рівень впливу та його інтенсивність на кожен окрему партію зразків визначалася дослідним шляхом. Результати випробувань зразків підданих дії вибраного одного фактора чи їх комбінації порівнювалися і аналізувалися з даними еталонної партії, яка досліджувалася в інертному середовищі (аргон) при цих же умовах навантаження і температурах. З метою зменшення похибки вимірювань, при статистичному обробленні результатів досліджень, проводилися визначання основної відносної похибки і порівнювалися з її нормативними значеннями.

Висновки. По результатах проведених досліджень було встановлено, що найбільше зміцнення молібдену відбувається при дії азот-водневої газової суміші, а найбільше його послаблення (втрата міцності) при дії газоподібного аміаку. Слід відмітити, що вплив азот-водневої суміші на поверхневі шари зразків із молібдену також значно збільшив їх протидію навантаженню при високій температурі. Іншими словами, швидкість повзучості молібдену зменшилася майже в два рази. Тоді, як дія газоподібного аміаку призводить до зворотних результатів. Наявність навіть незначної (5%) його кількості в азот-водневій суміші різко збільшує середню швидкість повзучості зразків, а при обсязі на рівні 33 %, її вплив такий же як і чистого аміаку. Досить суттєву зміну характеристик міцності молібдену можна пояснити таким чином. При азотуванні вогнетривких сплавів відбувається два процеси – формування нітридних приповерхневих шарів і внутрішнє азотування, по хімічному механізму аналогічне внутрішньому окисленню. Вважаємо, що обидва процеси в певній мірі негативно можуть відображатися на міцності конструкційних елементів.

Визначення залежності границі втоми матеріалу 65Г композитної структури, після лазерної обробки його поверхневих шарів

Максим Власов, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Задача подовження терміну роботи деталей машин і апаратів переробної промисловості з малим експлуатаційним ресурсом є важливою науково-прикладною проблемою. В роботі проведено дослідження впливу лазерного опромінення на механічні характеристики конструкційного матеріалу.

Матеріали та методи. Експериментальні дослідження по визначенню міцності матеріалів на втому проводилися на зразках, виготовлені з пружинної сталі 65Г і робоча поверхня яких була опромінена лазером.

Результати. Визначення границі втоми матеріалу проводили під час чистого кругового згину в умовах нормальних температур. Особливістю вузла навантаження є не лише широкий діапазон амплітуд повторно-змінних механічних напружень (від 100Па до 880МПа), але і досить висока точність встановлення та підтримання навантаження, що діє на зразок.

Для рівномірного розподілу енергії мілісекундних імпульсів опромінення лазером по поверхні зразка і для запобігання плавленню металу у локальних місцях використовували епоксидо-полімерне з алюмінієвим порошковим наповнювачем покриття його робочої зони.

Аналізуючи експериментальні дані, а також криві втоми зразків із 65Г (рис. 1) можемо стверджувати, що після лазерної обробки (крива 2) у приповерхневих шарах матеріалу відбувалося крихке руйнування, яке призводило до відчутного зменшення його міцності. За допомогою термопар також визначено, що після лазерної обробки, зразки під час випробування нагрівалися набагато інтенсивніше порівняно з еталонними.

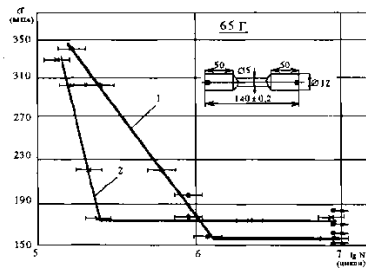


Рис. 1. Криві втоми сталі 65Г. 1 – еталонна; 2 – лазерне опромінення

Висновки. Зменшення міцності на втому зразків із 65Г, що піддавалися лазерному опроміненню, відбувалося через появу залишкових напружень в приповерхневих шарах матеріалу внаслідок зміни його структури. Аналіз даних показав, що для загартованих і оброблених лазером зразків із цього металу характерним є зниження витривалості практично на всьому діапазоні високих напружень. У той же час, для напружень близьких до границі витривалості її величина зростає на 10-15% за рахунок меншого впливу поверхневих залишкових напружень. Дослідження зразків після випробувань дало можливість встановити дві характерні зони їх руйнування: крихка – в приповерхневих шарах і в'язка – в основному тілі зразка. Відмічене незначне зниження мікротвердості робочої поверхні зразків зумовлене виникненням у периферійних шарах певних зон залишкових напружень, викликаних лазерним опромінюванням.

Сортування використаної упаковки важлива складова її переробки

Осман Мамедов, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Значне збільшення останнім часом випуску продукції, яка реалізується у переважній більшості в упакованому вигляді веде до того, що після її вживання залишається велика кількість різноманітної упаковки яка перетворюється у сміття.

Матеріали і методи. Основним документом, який встановлює класифікацію відходів в Україні є Державний класифікатор відходів ДК 005-96, затверджений наказом Держстандарту України від 29 лютого 1996 року №89 зі змінами. В Україні У 2014-2016 роках обсяг побутових відходів сягав 11 млн тонн на рік, за даними Держстату України за 2020 рік було утворено 6 259 662,5 тонн побутових відходів [1], сьогодні додаються співмірні цифри від руйнувань. Близько 30-40% відходів припадає саме на упаковку і майже 7% території нашої держави – окуповано сміттям.

Результати. За даними державної статистики, кожен українець виробляє в середньому 300 кг твердих побутових відходів на рік, що ставить країну на одне з перших місць в Європі за виробництвом відходів на душу населення. Сортування таких матеріалів є важливим процесом, який дозволяє розділити сміття на різні групи та визначити оптимальні шляхи для подальшого поводження з ним в напрямку переробки. Цей процес може відбуватися як вручну в побуті, так і автоматично на спеціальних майданчиках.

Зараз існує механізм прийому від населення пластикових та скляних банок, але цей процес є малоефективним, не вирішує проблему в цілому, не забезпечує комплексного підходу до справи [2].

Лідерами з переробки та утилізації відходів є Швеція, Німеччина де сміття давно перетворилося на прибутковий бізнес. В Україні показники переробки у десятки разів відрізняються від європейських. Із 2024 року у Житомирі в експериментальному режимі запрацював сміттєпереробний завод, де працює поки одна технологічна лінія спільного хорватсько-українського виробництва переробляючи щогодини до 15 тонн сміття.

Основою концепції ієрархії операцій поводження з відходами є пріоритетність варіантів поводження з відходами з метою вирішення проблем наступним чином: зменшення – мінімізація утворення відходів – найбільш бажана альтернатива попередження утворення відходів. Станом на сьогодні в Україні відповідальність і плата за відходи упаковки лежить на споживачеві. Це не європейський підхід. Згідно з директивою 94/62/ЄС про упаковку та відходи упаковки відповідальність має нести виробник упаковки, а платити – забруднювач.

Висновки. Проведено визначення ключових особливостей процесу сортування використаної упаковки вітчизняного та європейського підходу. Розглянуто найбільш поширені типові схеми та обладнання що забезпечує реалізацію процесів сортування.

Література.

1. <https://ukraine-oss.com/pro-povtorne-vykorystannya-pobutovyh-vidhodiv-czilovi-pokaznyky-metodyka-rozrahunkiv-zvitnist/>

2. Про затвердження Методичних рекомендацій з розроблення регіональних планів управління відходами. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, наказ № 403 від 16.04.2024 р. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0403926-24#Text>.

Опори валів важливий елемент надійної роботи механізмів

Артем Житнецький, Володимир Костюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. До сучасних машин ставляться високі вимоги які можуть бути забезпечені багатьма факторами – мати оптимальну конструкцію, чим забезпечуються висока продуктивність та якість продукції, низький рівень експлуатаційних та капітальних витрат, надійність роботи в різних умовах експлуатації.

Матеріали та методи. При проектуванні і конструюванні машин найбільш важливим фактором є наявність валів з різними способами їх технічного влаштування. Важливою залишається технологічність конструкції як сукупність ознак, які забезпечують найбільш економічне, швидке і продуктивне виготовлення з використанням прогресивних методів обробки при одночасному підвищенні якості, точності і взаємозамінності частин.

Результати. Найбільш поширеним випадками використання в якості опор валів являються підшипники кочення. Відносно проста конструкція підшипників кочення дає змогу виготовляти їх як стандартну продукцію у масовій кількості, що значно знижує вартість їх виробництва. Підшипники кочення це основний вид опор, які використовуються у машинобудуванні і приладобудуванні. Це елементи опор валів та осей, що працюють з використанням принципу тертя кочення. Переваги підшипників кочення порівняно із підшипниками ковзання – менші втрати на тертя, що забезпечує високий ККД до 0,99.

Основними критеріями працездатності підшипників кочення є втомне викришування робочих поверхонь тіл кочення та бігових доріжок у вигляді раковин або відшарування, спрацювання кілець та тіл кочення під дією абразивних частинок при недостатньому захисті підшипників від зовнішнього середовища. Втрата працездатності від спрацювання є основним видом руйнування підшипників.

При визначенні ресурсу підшипників кочення використовується паспортна динамічна вантажопідйомність, еквівалентне динамічне навантаження на підшипник; також враховується тип підшипника. Головна особливість проектних та конструкторських робіт – багатоваріантність рішень, які забезпечують задані параметри машин при мінімальних витратах на її виготовлення та експлуатацію. Прикладом цього може бути використання мехатронного радіального підшипника кочення [1] запропонованого кафедрою мехатроніки та пакувальної техніки НУХТ.

Висновки. Використання мехатронного радіального підшипника кочення можливе у вузлах функціонування високотехнологічного обладнання. Особливо це важливо з урахуванням перспектив роботизації в харчовій промисловості. Для промислових користувачів, з великогабаритними вузлами створюються вигідні умови досягнення максимального експлуатаційного терміну використання в залежності від виду обладнання та забезпечується додаткова безпека експлуатації і захист чутливого обладнання.

Література

1. Патент на корисну модель № 158342 UA. F16C 19/04 (2006.01) F16C 19/52 (2006.01) F16C 33/74 (2006.01). Мехатронний радіальний підшипник кочення / Костюк В.С., Костюк Є.В., Валіулін Г.Р., Житнецький А.І.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій; опубл. 22.01.2025, Бюл № 4.

Стрічкові конвеєри в харчових виробництвах

Дмитро Майданюк, Володимир Костюк
Національний Університет Харчових Технологій, Київ, Україна

Вступ. Стрічкові конвеєри – основний тип машин безперервного транспорту, які набули широкого застосування в різних галузях промисловості. Перш за все, це складські господарства, де потрібно перемішувати сипучі, кускові чи штучні вантажі.

Матеріали і методи. Аналіз та досвід діючих підприємств переробної промисловості в сучасних реаліях розвитку промисловості. Мета дослідження полягала в оцінці ефективності та особливостей використання стрічкових конвеєрів на харчових підприємствах

Результати. Вважається, що історія сучасного конвеєра почалася з часів Стародавнього Єгипту, тоді подібна споруда застосовувалася для переміщення рідини у вигляді гвинтових підйомників, які стали прообразами нинішніх конвеєрів. Винахід сучасної моделі конвеєра привласнюють Генрі Форду. З урахуванням того, що багато робочого часу витрачається на пересування працівників по цеху, що досить нерационально, був придуманий такий спосіб збирання продукції, при якому кожен співробітник витрачає мінімум часу і безпосередньо тільки на свою роботу, а не на зайві рухи.

Існує багато типів конвеєрів і особливістю стрічкових є робоча зона – стрічка, по якій транспортується сировина, продукт, товар, можлива інша задача використання конвеєрів – у якості живильників технологічного обладнання. Найбільш характерним прикладом використання стрічкових конвеєрів є їх широке застосування на сортувальних ділянках технологічних ліній переробки сільськогосподарської продукції, що збільшує швидкість операцій зі збирання чи відвантаження продукції. Плоскі стрічкові конвеєри є однією з найпоширеніших конвеєрних систем. З варіантів виконання використовуються стаціонарні та пересувні, прямі та похилі і інші. До сучасних досягнень та впроваджень у виробництво можна віднести використання телескопічних, поворотних, та реверсивних конструкцій конвеєрів.

Однією з найбільших переваг стрічкового конвеєра є його гнучкість. Він може бути оснащений додатковим обладнанням для поворотів, завантаження та розвантаження і може працювати на різних швидкостях відповідно до різних потреб. Найбільш важливим компонентом конвеєра є сама стрічка, яка ретельно обрана на основі властивостей матеріалів що транспортуються, має відповідні характеристики навантаження на метр, умови експлуатації, швидкості переносу та інші фактори. Товщина стрічки може становити від 1,8 мм до 11 мм і більше. Існуюча різноманітність стрічок забезпечує вимоги виробників. Сьогодні доступні стрічки із склопластику, з підсвічуванням, вакуумні стрічки, модульні, та інші. Відмінність харчової стрічки від інших типів полягає в її суворій відповідності стандартам HACCP, ISO 9001 та FDA, що вказують на безпеку контакту продуктів харчування з матеріалом. Недоліком стрічкових конвеєрів є неможливість буферувати або накопичувати продукти.

Висновки. Стрічкові конвеєри є один із найуніверсальніших видів промислового обладнання, який широко використовується в харчових виробництвах з періодичними модернізаціями створюючи суттєві підвищення продуктивності, та виконання різноманітних технологічних операцій.

Дослідження впливу фізичних полів на міцність матеріалу деталі з обмеженим ресурсом роботи

Анастасія Ткаченко, Анатолій Башта, Олексій Осьмак
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Враховуючи факт високої вартості та обмеженої доступності легуючих матеріалів в Україні, покращення міцнісних характеристик металів стає актуальною задачею. Так, розробка нових матеріалів потребує значних ресурсних затрат та тривалих в часі досліджень. Способи модифікування добре відомих металів під конкретні промислові потреби є більш перспективним і, як наслідок, актуальним для сьогодення підходом.

Матеріали і методи.

Експериментальні дослідження характеристик міцності матеріалів проводилися на зразках із сталі 65Г, титану ТЛ5, а також сплавів ВТ8 і ВТ10, робочі зони яких зазнали лазерної, радіаційної або акустичної обробки. Для випробувань використовували модернізовану установку ЧКЗ-1, розроблену Інститутом проблем міцності ім. Г.С. Писаренко НАНУ, що дозволяє точно контролювати амплітуди напружень у діапазоні від 100 Па до 880 МПа з відносною похибкою до 1,5 %.

Результати. Експериментальні дані показують, що лазерна обробка матеріалу 65Г призводить до крихкого руйнування в поверхневих шарах, спричиняючи зниження міцності через залишкові напруження. Для титанових і вольфрам-титанових сплавів комбінована лазерно-акустична або лазерно-радіаційна обробка дозволяє підвищити границю витривалості на 10–18 %, хоча за високих напружень спостерігається падіння міцності. Лазерне азотування, проведене в середовищі рідкого азоту, створює нітридні шари, підвищуючи твердість приповерхневих зон, а подальша радіаційна обробка зменшує залишкові напруження шляхом подрібнення нітридних зерен.

Комбіновані методи поверхневої обробки підвищують витривалість і зносостійкість металів, що важливо для деталей з обмеженим ресурсом. Перехідна дифузійна зона між зміцненою поверхнею та основою забезпечує плавний перехід властивостей і збільшує довговічність конструкцій. Ці технології сприяють зменшенню ремонтів і продовжують термін експлуатації обладнання, покращуючи його ефективність.

Висновки. Встановлено, що фізичні поля суттєво змінюють фізико-механічні та структурні властивості матеріалів. Лазерна обробка поверхневих шарів таких матеріалів як 65Г, ТЛ5, ВТ8 і ВТ10 негативно впливає на їх витривалість за високих навантажень через структурні зміни, залишкові напруження та окислення мікротріщин. Водночас комбіноване лазерно-акустичне й лазерно-радіаційне опромінювання покращує витривалість, зносостійкість і корозійну стійкість, особливо для однорідних матеріалів у широкому діапазоні напружень і для сплавів у зоні граничних значень втоми.

Література

Осьмак О.О., Башта А.В., Блаженко С.І. Вплив фізичних полів на характеристики міцності матеріалів мало-ресурсних деталей // Харчова промисловість. 2024. № 35. – С. 7-13

Дослідження впливу зміни параметрів контакту, на жорсткість і деформацію зубів шестерні

Денис Верещак, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Теоретична оцінка деформації зубів евольвентних передач ускладнюється їхнім складним профілем. Для вирішення поставленої задачі застосовуються методи вимірювання статичних деформацій або сейсмічних змін, але вони потребують використання спеціального обладнання та моделей. Більш ефективнішим і зручнішим при вирішенні даної задачі є метод скінченних елементів (МСЕ).

Матеріали і методи. Деформація зубів залежить від основних характеристик передачі, конструкції самого колеса і його навантаження. Важливий чинник, що безпосередньо впливає на деформацію, пов'язаний із шириною контакту зубів шестерень. МСЕ є зручним інструментом для дослідження деформації зубів. В даному контексті доцільно зупинитись на визначенні повної деформації в напрямку дії сили, що тисне в місці контакту на зуб. Для визначення деформації зачеплення під навантаженням, необхідно знати розподіл навантаження на пару зубів. Найпростіший розподіл навантаження, це коли під час контакту пари зубів навантаження ділиться навпіл. Характер силової дії в місці контакту зубів містить розподілене навантаження, тому очевидно, виникає необхідність розглянути навантаження враховуючи деформацію по ширині зубів. Важливим фактором є жорсткість зуба, одним із способів обчислення якої є аналіз загальної деформації зубчастого колеса. Загалом результуюча жорсткість визначається із залежності $c = q/\delta$, [Н/мм·мкм], де q – навантаження по ширині зубця [Н/мм], а δ – результуюча деформація [мкм].

Результати. Проведений з допомогою МСЕ аналіз деформації зубів шестерні виявив, що деформація та жорсткість не є постійними по ширині зубів, а змінюються за криволінійним законом. Для моделі прямозубої шестерні, яку було використано в дослідженні, хід деформації і жорсткість зубів перевірялись, на відповідність ширини зубів і ширини навантаження. Було встановлено що під впливом вільного кінця зубів, але без будь-якого ефекту підтримки, відбувається зміна початку та кінця сітки, у той час як росте деформація і зменшується жорсткість зубів. На практиці маємо – ширина навантаження менша за ширину зачеплення. Відповідно, деформація на краях сітки різко падає, тоді як жорсткість навпаки підвищується. При русі зубів відбувається деформація, при якій ширина навантаження дорівнює або менша ніж ширина зубчастого колеса. Також слід розуміти, що хід деформації і жорсткість по ширині зубів, якщо їх визначити в різних характерних точках на лінії дії, будуть відрізнятися, тобто деформація та жорсткість змінюються в характерних точках контакту (кінці та центральні точки лінії дії).

Висновки. За допомогою МСЕ з високою точністю можна продемонструвати деформацію зубів по ширині навантаження, що є корисним при конструюванні зубчастих коліс за рахунок попереднього аналізу зміни навантаження та жорсткості зубів.

Література

Medvecká-Beňová S. Influence of the face width and length of contact on teeth deformation and teeth stiffness. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2016, 91, 99-106. ISSN: 0209-3324. DOI: 10.20858/sjsutst.2016.91.10.

Застосування методів нарисної геометрії при розв'язанні задач теоретичної механіки

Вадим Бутенко, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Інженерна графіка та нарисна геометрія є універсальним засобом для вирішення як площинних, так і просторових графічних задач, а також для розв'язання широкого спектра проблем у різних наукових і технічних сферах. Її методи знаходять застосування у таких галузях, як прикладна (теоретична) механіка, машинобудування, хімічна та гірничодобувна промисловість, цивільне будівництво та інші.

Матеріали і методи. Вирішення задач просторової механіки графічним методом можна розділити на два типи: ті, які використовують векторне проектування через ортогональні проекції, і ті, які використовують методи для зображення просторових векторів на ортогональних площинах. Частіше перевагу надають методам, заснованим на ортогональних проекціях, оскільки вони узгоджуються зі стандартною практикою виконання технічних креслень в ортогональних проекціях. Використовуючи теорію нарисної геометрії, засновану на ортогональних проекціях, з'являється можливість отримати як вихідні дані, так і кінцевий результат безпосередньо з робочих креслень.

Результати. В контексті вище сказаного розглянемо на практиці застосування методів нарисної геометрії для вирішення просторових задач теоретичної механіки, що вміщує як графічні, так і аналітичні підходи, підкреслюючи їх роль у забезпеченні точних і надійних результатів.

Наприклад. На центр горизонтальної пластини ромбічної форми, зі стороною ромба в 5 м, діє сила тяжіння $\vec{P} = 1200 \text{ kH}$; до кожної з вершин ромба, через шарнірні з'єднання прикріплені в'язі. До вершин В, С, D – стрижні, а в шарнірі А – нерухома кульова опора. Необхідно визначити реакції опор, враховуючи, що паралельно площині у напрямку від її центру т.О і до вершини А діє горизонтальна сила $\vec{F} = 400 \text{ kH}$.

Для початку розглянемо графічний підхід до вирішення цього завдання. Для цього побудуємо ортогональне креслення з трьома проекціями даної схеми, де додатково покажемо розташування всіх сил системи, що діє на розглядувану пластину.

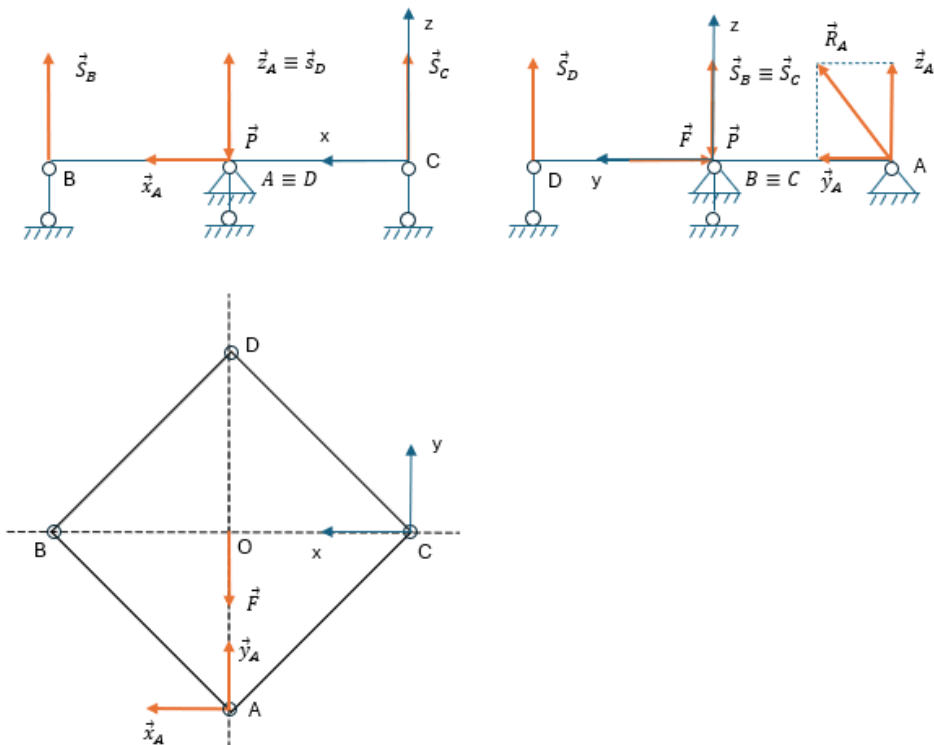
Опора А має три реакції опори, спрямовані по осях координат – $\vec{x}_A$, $\vec{y}_A$, $\vec{z}_A$. Стрижні в шарнірах В, С і D мають по одній реакції, спрямованій перпендикулярно площині пластини – $\vec{S}_B$, $\vec{S}_C$, і $\vec{S}_D$. Так як реакція опори А на осі $\vec{y}_A$ спрямована протилежно силі $\vec{F}$, то для того, щоб система перебувала в рівновазі, необхідно, щоб сума їх дорівнювала нулю. Отже, $\vec{y}_A = \vec{F} = 400 \text{ kH}$. Реакційна складова опори А на осі х $\vec{x}_A = 0$, так як на вісь х не спрямовані інші сили. Сила тяжіння $\vec{P}$ повинна врівноважувати реакційні компоненти всіх чотирьох опор уздовж осі z. Отже, вони будуть рівні

$$S_B = S_C = S_D = z_A = \frac{1}{4}P = \frac{1}{4} \cdot 1200 = 300 \text{ kH}$$

Будуємо ортогональне креслення конструкції в трьох проекціях в масштабі: $100 \text{ kH} = 3 \text{ мм}$.

В обраному масштабі наносимо на креслення вектори сил. Єдиною невідомою величиною є реакція опори $\vec{R}_A$, яка визначається як геометрична сума векторів проекцій реакції $\vec{y}_A$ та $\vec{z}_A$. Вона визначається графічно. Вимірюємо довжину вектору $\vec{R}_A$ і переводимо значення з [мм] в [кН] у відповідності до прийнятого масштабу.

Довжина вектору $\vec{R}_A = 15$ мм, отже, модуль вектора реакції опори А дорівнює $R_A = 500$ кН.



Перевіримо правильність розв'язання задачі аналітичним способом.

Модулі реакцій опор, спрямованих уздовж координатних осей, визначаються з рівнянь проєкцій сил на координатні осі. Складемо також рівняння моментів сил щодо координатних осей.

$$\sum F_x = 0, x_A = 0$$

$$\sum F_y = 0, y_A - F = 0$$

$$\sum F_z = 0, S_B + S_C + S_D + z_A - P = 0$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0, -S_D \cdot DO + z_A \cdot AO = 0$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = 0, S_B \cdot BC + S_D \cdot OC + z_A \cdot OC - P \cdot OC = 0$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = 0, -y_A \cdot OC + F \cdot OC - x_A \cdot AO = 0$$

Розв'язавши систему рівнянь знайдемо

$$R_A = \sqrt{(y_A)^2 + (z_A)^2} = \sqrt{400^2 + 300^2} = 500 \text{ кН}$$

Як видно, в даній задачі результати отримані графічним і аналітичним способами – рівні.

Висновки. Проведені дослідження продемонстрували потенціал і, в певних ситуаціях, практичність застосування методів нарисної геометрії для вирішення задач теоретичної механіки.

Робот-маніпулятор для розкладання склотари із транспортних засобів

Сом Олексій, Грінінг Катерина

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Автоматизація вантажно-розвантажувальних процесів є важливим напрямом розвитку сучасної промисловості. Використання роботизованих маніпуляторів дозволяє підвищити продуктивність, зменшити ручну працю та знизити ризики пошкодження склотари.

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

Результати. Розглянуто три основні типи механічних структур маніпулятора, які могли б бути використані для даного завдання:

- Головчастий маніпулятор з шарнірно-зчленованими ланками – забезпечує високу мобільність та варіативність траєкторій руху.
- Гармошкоподібний механізм (телескопічний) – має простішу конструкцію, але обмежені можливості у маневреності.
- Картезіанський маніпулятор (портальний тип) – дозволяє виконувати точні рухи у межах фіксованих координат, але потребує значного простору.

Для забезпечення оптимального балансу між гнучкістю роботи та конструктивною простотою обрано шарнірно-зчленований маніпулятор з декартовими ступенями свободи.

На основі проведених розрахунків було встановлено такі оптимальні параметри:

- Довжина ланок: перша – 0,8 м, друга – 0,6 м, що забезпечує необхідний радіус дії.
- Кутіві обмеження: обертання основи – 270° , ліктьовий суглоб – 135° , що дозволяє здійснювати широкий діапазон рухів.
- Тип приводу: сервопривідний механізм для забезпечення точного позиціонування.
- Захватний механізм: пневматичні захвати із можливістю адаптації під різні розміри склотари.

Для забезпечення ефективної роботи маніпулятора виконано такі розрахунки:

- Кінематичний аналіз: визначено оптимальні траєкторії руху маніпулятора для мінімізації часу виконання операції.
- Динамічний аналіз навантажень: враховано вплив ваги склотари (від 0,5 до 2,0 кг), маси конструктивних елементів та сил інерції при русі.
- Міцнісні розрахунки: оцінено напруження у ключових вузлах конструкції для запобігання деформаціям та передчасному зношуванню.

Висновки. Розроблений маніпулятор з шарнірно-зчленованою механічною структурою та пневматичним захватним механізмом забезпечує ефективне розкладання склотари із транспортних засобів. Оптимізація кінематики та розрахунок навантажень дозволяють зменшити енергоспоживання та покращити точність роботи. Використання системи автоматизованого управління сприяє інтеграції маніпулятора у виробничі процеси, що підвищує продуктивність підприємства та мінімізує ризики пошкодження продукції.

Література. Volodin, S., Gavva, O., Hnativ, T., Kryvoplyas-Volodina, L. (2018). Dynamics of mechatronic function modules drives of flow technological lines in food production. Ukrainian Journal of Food Science, 7(4), 55–67. Kyiv: Ukrainian Food Journal. Retrieved from <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/29689> (Web of Science).

Проектування машини для фасування сипких лікарських засобів в упаковку типу «саше»

Панков Денис, Олександр Запорожець, Грінінг Катерина
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фармацевтична промисловість є однією з найбільш динамічних і технологічно розвинених галузей, яка безперервно вдосконалюється для забезпечення високої якості, ефективності та безпеки лікарських засобів. Одним із ключових етапів виробництва є фасування, що відіграє важливу роль у збереженні властивостей лікарських препаратів, їх зручному дозуванні та подальшому використанні споживачами.

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

Результати. Розглянуто механізм формування пакету типу "саше" з багатошарових плівок (PET, алюмінієва фольга, PE), що забезпечує бар'єрні властивості та герметичність упаковки.

Процес пакування включає автоматичне формування труби з плівки, запаювання поздовжнього шва, дозування порошку, поперечне запаювання та різку.

Під час створення проекту машини було проведено ряд розрахунків основних функціональних модулів: модуль формування пакета, модуль дозування продукції, модуль відведення готового виробу. Так як машина розроблена за модульним принципом, є можливість заміни модуля дозування продукції, що в свою чергу дозволяє розширити асортимент продукції, що пакується.

Машина, в порівнянні із закордонними аналогами, проста у керуванні, та виконана з деталей і вузлів, що виготовляються в Україні або країнах СНД, що в свою чергу дає змогу зменшити витрати на ремонт і обслуговування. Спроектвана машина має ряд переваг, які полягають у наступному:

- можливість збільшення продуктивності, за рахунок збільшення кількості доріжок;
- можливість регулювання дози під час роботи машини;
- можливість використання різних типів дозаторів дозволяє фасувати порошкоподібні, гранульовані, рідкі та пастоподібні продукти (сухі та гелеподібні лікарські засоби, кава, чай, трави, цукор та ін.)
- машина повністю автоматизована, простіша в управлінні та конструкції, що не вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу, завдяки чому чисельність обслуговуючого персоналу складає лише одну особу;
- машина використовує один рулон з термозварного пакувального матеріалу.

Висновки. Розроблена автоматизована фасувальна машина забезпечує ефективне пакування порошкових лікарських засобів, відповідає сучасним вимогам фармацевтичного виробництва та значно знижує собівартість у порівнянні з імпортними аналогами. Використання новітніх пакувальних технологій дозволяє покращити збереження лікарських засобів та полегшити їх використання кінцевими споживачами.

Література. Васильківський, К., Гіджеліцький, В., Лапін, А. (2019). Динаміка і енергетичне забезпечення систем транспортування вантажів в лініях пакування харчової продукції. Технологічні комплекси, 16(1), 31-43.

Модернізація автоматичної лінії для приготування розчинів

Бородина Олександр, Грінінг Катерина, Микола Масло
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасній промисловості автоматичні лінії для приготування розчинів відіграють ключову роль у забезпеченні ефективності та якості виробництва. На ринку України пропонуються рішення для автоматизації процесів розчинення сипучих продуктів з подальшим приготуванням і зберіганням водних розчинів. Модернізація таких ліній сприяє підвищенню продуктивності, точності дозування та зниженню витрат.

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

Результати. Автоматична лінія складається з бункера для зберігання готового розчину, змішувача для приготування розчину, бункера зберігання сипучих продуктів, бункера з ваговим модулем, фільтруючої станції, шнека для подачі сипучих продуктів, щита управління з сенсорною панеллю, насосів та вузлів обліку.

Пропонується зробити такі модернізації лінії:

- впровадження високоточних вагових модулів для забезпечення точності дозування компонентів.
- встановлення сучасних змішувачів з покращеними характеристиками перемішування для досягнення однорідності розчину.
- оновлення системи управління з впровадженням сучасних контролерів та сенсорних панелей для спрощення моніторингу та налаштування процесів.
- встановлення енергоощадного обладнання та впровадження технологій рекуперації енергії для зниження енергоспоживання.

Очікується отримати такі результати:

- підвищення продуктивності лінії: завдяки вдосконаленню системи дозування та автоматизації процесів, швидкість приготування розчинів збільшиться на 15-30% (залежно від типу сировини) та мінімізується простота обладнання за рахунок покращеної системи контролю та діагностики.
- забезпечення стабільної якості готових розчинів: використання сучасних змішувачів з удосконаленими характеристиками дозволить отримати однорідні розчини без осаду та неоднорідностей, а також оптимізує параметри процесу (температури, швидкості змішування, часу витримки), що забезпечить відповідність розчинів технологічним вимогам.
- зниження експлуатаційних витрат та енергоспоживання: використання енергоефективних насосів може скоротити енергоспоживання до 20%.

Висновки. Модернізація автоматичної лінії для приготування розчинів, зокрема впровадження сучасних технологій дозування, змішування та управління, дозволяє значно підвищити ефективність виробництва, покращити якість продукції та знизити витрати.

Література.

1. Виробник високотехнологічного промислового обладнання «ХімМікс». Режим доступу: <https://khimmix.ua/ua/>
2. Volodin, S.A., Myronchuk, V.H., Savchuk, O.S. (2015). Ways to improve the efficiency of pipeline valves in systems with positioning drives. *Industrial Hydraulics and Pneumatics*, (3(49)), 52–57. (Professional edition). Retrieved from <http://surl.li/rtafh>

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

Очищення сортівки від вищих спиртів глауконітом

Андрій Якименко, Наталія Мельник, Людмила Мельник
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виробники лікєро-горілчаної продукції постійно прагнуть підвищити якість продукції, що випускається. З цією метою для очищення сортівки був використаний, в якості адсорбента, природний дисперсний мінерал глауконіт, що добувається в Україні.

Матеріали і методи. 4г глауконіту, попередньо термоактивованого при $t=180\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом $\tau=1,5$ год засипали в адсорбційну колонку, через яку зі швидкістю 5 мл/хв пропускали сортівку.

Визначення вмісту вищих спиртів здійснювали колориметричним методом. Забарвленість досліджуваного розчину порівнювали із забарвленістю типового розчину суміші вищих спиртів ФЕКом-60 в кюветах з довжиною грані 20 мм при зеленому світлофільтрі з довжиною хвилі $\lambda=536\text{ нм}$.

Результати. Результати адсорбції глауконітом вищих спиртів із сортівки представлені на рисунку.

Згідно рисунку вміст н-пентанолу, ізопентанолу, ізобутанолу, н-бутанолу зменшується в 100 мл пропущеної сортівки через шар глауконіту. Мінерал найефективніше адсорбує н-пентанол, ізопентанол, зменшуючи їх вміст відповідно з 4,4 до 2,1 мг/дм³, і з 3,0 до 1,7 мг/дм³. Зменшується, також, кількість ізобутанолу, н-бутанолу, метанолу в 100 мл очищеної глауконітом сортівки. Подальше збільшення об'єму пропущеної через шар адсорбенту сортівки ефекту очищення не дає.

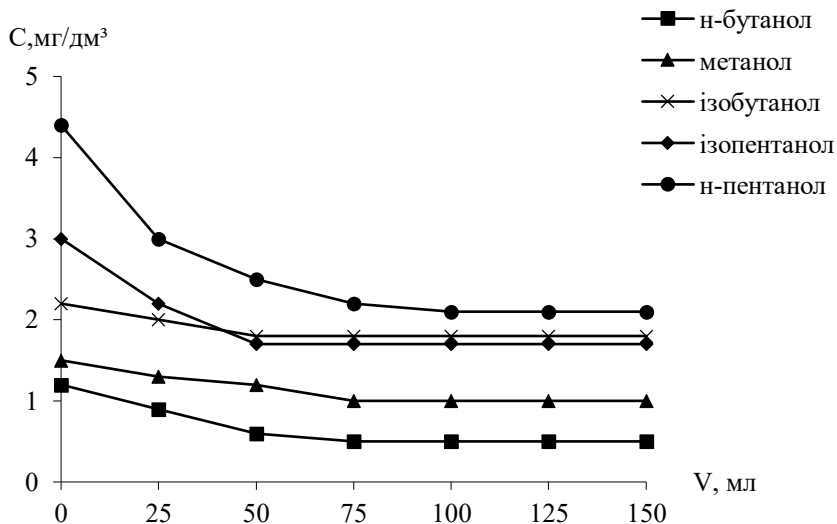


Рис. 1. Зміна покомпонентного вмісту вищих спиртів у сортівках залежно від об'єму розчину, пропущеного крізь шар глауконіта

Висновки. Досліджуваний природний дисперсний мінерал – глауконіт виявився ефективним сорбентом для очищення сортівок від вищих спиртів. При цьому

досягаються високі органолептичні показники очищених сортівок. **Порівняльні дослідження ефективності очищення сортівок глауконітом та активним**

Андрій Якименко, Наталія Мельник, Людмила Мельник
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оскільки на сучасному етапі для очищення сортівок використовують активне вугілля було поставлено за мету порівняти адсорбційну спроможність природного адсорбента глауконіта і активного вугілля БАВ-А щодо альдегідів, вміст яких погіршує якість горілок.

Матеріали і методи. Було взято березове активне вугілля БАВ-А фракції 1-2 мм, попередньо термоактивованій при $t = 180^{\circ}\text{C}$ протягом $\tau = 1,5$ год глауконіт фракції 1 мм. Промислові зразки сортівки пропускали через активне вугілля масою 4 г і глауконіт масою 4г. Альдегіди визначали шляхом порівняння інтенсивності кольорів типового розчину оцтового альдегіду та досліджуваного водно-спиртового розчину на фотоелектроколориметрі ФЕК-60 в кюветах з довжиною грані 20 мм при зеленому світлофільтрі з довжиною хвилі $\lambda = 536$ нм. Забарвленість досліджуваного розчину не повинна бути інтенсивнішою забарвленості типового розчину.

Результати. Кінетичні залежності адсорбції альдегідів при контакті систем БАВ-А – сортівка, глауконіт – сортівка подані на рисунку.

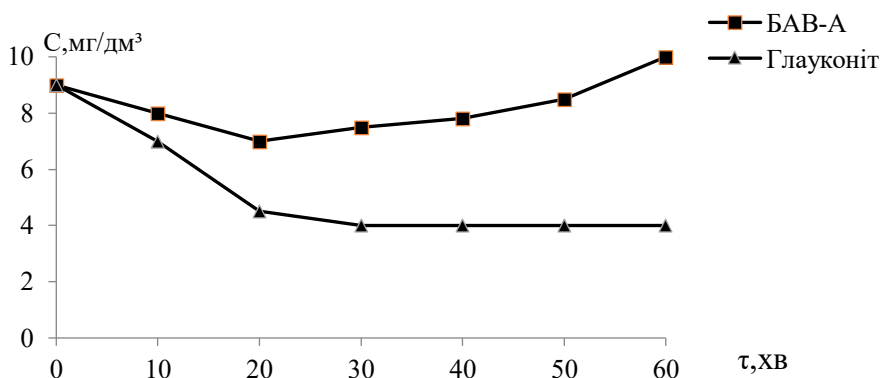


Рис. 1. Кінетика поглинання альдегідів глауконітом та БАВ-А із сортівки

Як видно з рисунка активне вугілля БАВ-А адсорбує альдегіди перші 20 хвилин контакту із сортівкою. Із збільшенням тривалості взаємодії вміст альдегідів зростає до 10 мг/дм^3 за 60 хвилин. Це підтверджує протікання каталітичних процесів, які превалюють над процесами сорбції.

Глауконіт ефективно адсорбує альдегіди із сортівки, зменшуючи початковий вміст із $9,3$ до $4,2 \text{ мг/дм}^3$ за 20 хвилин. Подальше збільшення тривалості взаємодії не змінює суттєво кількість альдегідів, і через 30 хвилин їх вміст стабілізується на рівні $3,9 \text{ мг/дм}^3$.

Висновки. При порівнянні адсорбційних властивостей глауконіта і БАВ-А виявилося, що глауконіт поглинає більше альдегідів із сортівки, ніж активне вугілля.

Обґрунтування адсорбційної спроможності глауконіту щодо небажаних домішок водно-спиртових розчинів

Андрій Якименко, Юлія Ткачук, Наталія Мельник, Людмила Мельник
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Вміст домішок, які формують органолептику спирту, а в подальшому і горілок, можна знизити шляхом очищення водно-спиртових розчинів природним адсорбентом глауконітом, який є екологічно безпечним, термостійким, піддається регенерації, його родовища відкриті на Україні, налагоджене його промислове добування.

Матеріали і методи. Глауконіт має питому вагу 2,2..2,8 г/см³, обмінну ємність 60 мг-екв./100 г. У своєму складі має SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, K₂O.

Результати. Встановлено, що основною кристалічною структурною одиницею глауконіту є пакет, що складається із двох кремнекисневих тетраедрів із октаедричним шаром між ними. Вершини всіх тетраедрів спрямовані до центру структурної одиниці і зв'язані з октаедричним шаром в елементарний пакет внаслідок відповідного заміщення гідроксилів атомами кисню.

Деяка кількість атомів кремнію у тетраедрах заміщена на алюміній, а утворені вільні валентності збалансовані обмінними іонами натрію, калію, що розташовані у міжшаровому просторі. Обмінні іони розташовані у гексагональних пустотах поверхні кисневого шару.

Сусідні шари накладаються один на другий таким чином, що обмінні іони розташовуються на однаковій відстані від дванадцяти атомів кисню по шість у кожному шарі. Така структура дає можливість віднести глауконіт до диоктаедричної будови кристалічної ґратки.

Крім структурної будови на поглинальну спроможність глауконіту впливає порова структура. Найбільша кількість мікропор має розміри 0,7-1,0 нм. Їх об'єм змінюється від 0,15 до 1,35 см³ /г, що робить глауконіт перспективним адсорбентом при поглинанні альдегідів, вищих спиртів із сортівок.

Такий розподіл пор у мінералі зумовлює його адсорбційні властивості, особливо вибірковість адсорбції. В мікропорах 0,7–1,0 нм будуть адсорбуватися співрозмірні органічні молекули, тобто, можна припустити, що цей мінерал буде вибірково адсорбувати вищі спирти та альдегіди і не адсорбувати молекули етилового спирту.

Механізм адсорбції небажаних домішок із сортівок можна пояснити тим, що глауконіт виявляє іонообмінну адсорбцію, яка зосереджена на поверхні мінералу, за рахунок обмінних катіонів, а також завдяки атомам кисню і гідроксильним групам, розташованим на базальних гранях частинок і ребрах кристалів.

Висновки. Розподіл пор у глауконіта зумовлює його вибірковість адсорбції. Він може адсорбувати альдегіди, вищі спирти і не адсорбувати етанол.

Дослідження сушіння лохини терморадіаційно-конвективним енергопідведенням

Мар'яна Дзвоник, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ягідна галузь України залишається найбільш динамічно розвиненою за рівнем валового виробництва та урожайністю. Набувають підвищеної актуальності ягоди лохини, які перетворилися в продукт масового споживання через її значний вміст антиоксидантних з'єднань (флавоноїдів і антоціанів), а також вмісту вітамінів А, В, С та Е. Лохина (рис. 1. а) добре зарекомендувала себе протизапальними, протидіабетичними і антипухлинними властивостями.

Матеріали і методи. Сировиною для сушіння є Лохина (*Vaccinium corymbosum* L.). Для обробки експериментальних даних використовувались методи математичного планування експерименту, а отримані дані оброблялись у інтегрованій системі Excel.

Результати. Щільний восковий наліт на шкірці ягід лохини запобігає видаленню вологи при конвективному зневодненні. Зустрічаються роботи в яких в якості попередньої обробки поверхню ягід лохини піддавали голковому проколюванню на технічних пристроях для потрапляння конвективної теплоти в середину плода. В даній роботі нами була проведена попередня підготовка ягід за допомогою гіротермічної обробки, яка передбачала бланшування ягід лохини на паровій водяній бані протягом 90 секунд (рис 1. б). Збільшення часу бланшування призводило до розтріскування лохини, руйнування поверхні, часткового витікання клітинного соку і погіршення якості сухого готового продукту. Лохину рівномірно розміщували на сітчастий піддон, який вносили в сушильну камеру. Опромінення здійснювалось зверху та знизу шару лохини трубчастими «світлими» ІЧ-генераторами з довжиною хвиль 0,8–1,3 мкм. Величина опроміненості інфрачервоних генераторів становила $E=8 \text{ кВт/м}^2$. Відстань від інфрачервоних генераторів до шару лохини становила 13 см. Одночасно з опроміненням здійснювали підведення теплоти від зовнішнього конвективного генератора потужністю 1 кВт. Сушіння проводили (рис 1. в) з швидкістю руху повітря 4 м/с, вологовмісту $d = 10 \text{ г/кг}$ с. п. до залишкового вологовмісту лохини $W^c=11 \%$.



а



б



в

Рис. 1. Зовнішній вигляд ягід лохини:

а – до сушіння; б – після гіротермічної обробки; в– після терморадіаційно-конвективного сушіння

Висновок. Одночасний вплив терморадіації та конвекції призводить до інтенсивного прогріву поверхні лохини і створюють ефект термодифузії вологи з поверхні в глибші прошарки, при цьому потоками пари пробивається щільний восковий наліт на шкірці ягід лохини.

Розробка конструкції барабанної терморадіаційно- конвективної сушарки

Євген Томко, 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 сипка рослинна сировина (глід, шипшина, порічка, лохина, горобина). Методи визначення полягали в вимірюванні за допомогою контактних датчиків температури, відносної вологості повітря та забезпеченні руху повітря в технологічних каналах сушарки.

Результати. Вплив інфрачервоних променів на харчову сировину сушіння хоч і призводять до енергетичного економічного ефекту, але призводять до перегріву поверхні опромінення. Для зміни поверхонь опромінення найбільш доцільно продукти що сушать піддавати вібрації чи обертального ефекту, який можна застосувати в барабанних сушарках.

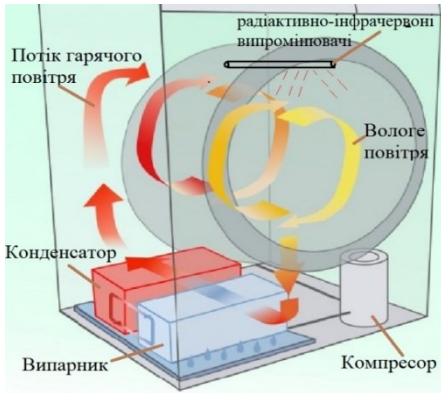


Рис. 1. Схема барабанної терморадіаційно- конвективної

сушарки. Повітря з навколишнього середовища засмоктується в сушальний барабан, нагрівається до заданої температури і проходить через барабан що обертається. Продукт в барабані обертається і постійно змінює площу поверхні опромінення інфрачервоними генераторами. Вологе нагріте повітря направляється в випарник, який являє собою повітряний радіатор, що нагрівається постійно циркулюючим холодоагентом. Випарник отримує тепло від потоку гарячого повітря, що випромінюється інфрачервоними генераторами. Волога, що є в повітрі конденсується на поверхні радіатора, при цьому повітря осушується і охолоджується. Охолоджене повітря проходить через підігрівач повітря, що є конденсатором теплового насосу і направляється вгору в середині додаткової камери в задній частині сушального барабану. Нагріте сухе повітря подається в барабан вентилятором, сушальної машини і цикл транспортування повітря повторюється. Конденсат, що утворюється в випарнику, стікає вниз в короб і зливається каналізацію. В кришці сушального барабану розміщені контактні датчики, які направляють сигнал на включення терморадіаційних генераторів та теплового насосу разом чи окремо по заданій температурі повітря на вході в сушарку в імпульсному режимі «нагрів – охолодження».

Висновок. Правильний підбір температурних режимів для нелипкої сипкої рослинної сировини на барабанній терморадіаційно- конвективній сушарці дозволяє досягнути синергетичного ефекту при одночасному впливу конвекції та терморадіації.

Теплові процеси в харчових продуктах: сучасні тенденції та обладнання

Артем Дем'яненко, Вікторія Сапіга

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Теплова обробка є фундаментальним етапом у виробництві харчових продуктів, що визначає їх безпеку, якість, поживну цінність та органолептичні властивості. В умовах зростаючих вимог споживачів до якості та безпеки харчових продуктів, а також необхідності зниження енергоспоживання та мінімізації впливу на довкілля, розвиток технологій та обладнання для теплових процесів набуває особливої актуальності.

Матеріали і методи: Аналіз сучасних тенденцій та обладнання для проведення теплових процесів у харчових продуктах, визначення перспективних напрямів розвитку. Аналіз наукової літератури, патентний пошук, узагальнення та систематизація інформації.

Результати дослідження: Сучасні тенденції в галузі теплової обробки харчових продуктів спрямовані на інтенсифікацію теплообміну, що досягається за допомогою застосування нових методів нагрівання, таких як мікрохвильове, інфрачервоне та омичне. Ці методи дозволяють скоротити час обробки, забезпечити більш рівномірне нагрівання та зберегти більше корисних речовин у продукті. Оптимізація конструкції теплообмінних апаратів, таких як пластинчасті, трубчасті та спіральні теплообмінники, також сприяє підвищенню ефективності теплообміну.

Зниження енергоспоживання є ще одним важливим напрямом розвитку теплових процесів. Використання рекуперації тепла, застосування енергоефективних технологій та оптимізація режимів роботи обладнання дозволяють значно скоротити витрати енергії.

Мінімальна обробка, спрямована на збереження максимальної кількості корисних речовин у продукті, стає все більш популярною. Розробка технологій, що дозволяють мінімізувати термічний вплив на продукт, таких як високотемпературна короткочасна обробка (HTST) та ультрависокотемпературна обробка (UHT), є важливим напрямом досліджень.

Автоматизація та контроль теплових процесів є необхідними для забезпечення стабільної якості продукції. Впровадження систем автоматичного контролю та управління дозволяє точно регулювати температуру, час та інші параметри процесу, що забезпечує високу якість та безпеку продукції.

Сучасне обладнання для теплових процесів включає широкий спектр апаратів, таких як теплообмінники різних типів, апарати для мікрохвильового та інфрачервоного нагрівання, омичні нагрівачі, автоклави, стерилізатори та вакуум-випарні установки. Кожен тип обладнання має свої особливості та переваги, що дозволяє вибрати оптимальне рішення для конкретного застосування.

Перспективними напрямками розвитку теплових процесів є розробка інтелектуальних систем управління, створення обладнання для комбінованих методів теплової обробки, впровадження нанотехнологій для покращення теплообміну та розробка нових теплоносіїв.

Висновки. Розвиток обладнання для теплових процесів у харчових продуктах спрямований на підвищення ефективності, зниження енергоспоживання та забезпечення високої якості продукції. Впровадження новітніх технологій та обладнання дозволяє виробникам харчових продуктів відповідати зростаючим вимогам споживачів та забезпечувати сталий розвиток галузі

Інтенсифікація процесів теплообміну в харчових виробництвах за допомогою нанотехнологій

Аліна Колтун, Юлія Запорожець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Теплообмін у харчовій промисловості є ключовим процесом, що визначає якість, безпеку та енергоефективність виробництва. Традиційні методи теплообміну, застосовуючи звичайні теплоносії та апарати, часто стикаються з обмеженнями, такими як низька теплопровідність, великі розміри обладнання та високе енергоспоживання. У цьому контексті, пошук нових методів інтенсифікації теплообміну стає надзвичайно важливим для харчової галузі.

Матеріали і методи: Для проведення досліджень використовувалися різноманітні наноматеріали, включаючи наночастинки оксидів металів і вуглецеві нанотрубки. Розміри цих наночастинок варіювалися в діапазоні від 10 до 50 нм, а їх концентрація в розчинниках/теплоносіях, таких як вода, етиленгліколь та олії, становила від 0,1 до 1% за об'ємом. Як об'єкти дослідження використовувалися різні харчові продукти, зокрема молоко, соки та пюре, для яких визначалися їх фізико-хімічні властивості, такі як в'язкість, теплопровідність та теплоємність.

Дослідження проводилися з використанням різноманітного обладнання, включаючи теплообмінні апарати пластинчастого, трубчастого та мікроканального типів, установки для нанесення нанопокриттів методами напилення та електроосадження, а також вимірювальні прилади, такі як термометри, теплові датчики, віскозиметри та спектрометри.

Результати дослідження: Сучасні дослідження активно розвиваються у напрямку застосування нанотехнологій для інтенсифікації теплообміну в харчових виробництвах. Основні напрямки включають розробку нанотеплоносіїв, де додавання наночастинок металів, їх оксидів або вуглецевих нанотрубок до звичайних теплоносіїв значно підвищує їх теплопровідність, з потенційним збільшенням на 15-40%. Важливо враховувати стабільність таких наносуспензій, їх в'язкість та безпеку.

Нанопокриття, нанесені на поверхні теплообміну, покращують змочування та збільшують площу теплопередачі, знижуючи термічний опір, що може підвищити коефіцієнт теплопередачі на 10-30%. Розробка нових теплообмінних апаратів з використанням наноструктурних матеріалів, таких як мікроканальні теплообмінники з нанопокриттями, також є перспективною.

Перспективи застосування нанотехнологій у харчовій промисловості охоплюють пастеризацію, стерилізацію, випарювання, сушіння, охолодження та заморожування, де використання наноматеріалів дозволить скоротити час обробки, забезпечити рівномірне нагрівання, зберегти корисні речовини та покращити органолептичні властивості продуктів.

Висновки. Застосування нанотехнологій для інтенсифікації теплообміну є перспективним напрямом, що вимагає подальших досліджень для оптимізації наноматеріалів, розробки ефективних методів їх застосування та оцінки економічної доцільності. Майбутні дослідження повинні зосередитися на стабільності наносуспензій, синтезі матеріалів з заданими властивостями, впливі на якість продуктів, розробці промислових технологій та математичних моделей, а також на створенні нових теплообмінних апаратів.

Застосування мембранних технологій для концентрування та очищення харчових рідин

Владислав Коломієць, Олександр Шевченко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Мембранні технології, такі як ультрафільтрація, нанофільтрація та зворотний осмос, стають все більш важливими в харчовій промисловості, дозволяючи ефективно концентрувати та очищати харчові рідини, зберігаючи їх корисні властивості. Дослідження було спрямоване на вивчення застосування цих технологій для обробки різних харчових рідин, аналіз їх ефективності та визначення перспективних напрямків розвитку.

Матеріали і методи: Для проведення досліджень використовувалися фруктові соки (яблучний, апельсиновий), молочні продукти (молоко, сироватка) та рослинні екстракти (чай, кава). Мембрани, що застосовувалися, включали ультрафільтраційні, нанофільтраційні та зворотньоосмотичні типи, виготовлені з полісульфону, поліаміду та кераміки, з різними розмірами пор. Експерименти проводилися на лабораторних мембранних установках, з використанням рН-метрів, кондуктометрів та спектрофотометрів. Ефективність концентрування визначалася вимірюванням зміни концентрації сухих речовин, вітамінів та антиоксидантів, а ефективність очищення – вимірюванням зміни вмісту мікроорганізмів, важких металів та пестицидів. Досліджувався вплив тиску, температури та швидкості потоку на продуктивність та якість продукції, проводилося математичне моделювання та аналіз органолептичних властивостей..

Результати дослідження: Результати досліджень показали високу ефективність мембранних технологій у концентруванні та очищенні різноманітних харчових рідин. Зокрема, при ультрафільтрації яблучного соку було досягнуто збільшення концентрації сухих речовин на 30%, зберігаючи при цьому понад 95% вітаміну С. Нанофільтрація апельсинового соку дозволила знизити вміст пестицидів на 85% без значної втрати антиоксидантів. При обробці молока зворотним осмосом концентрація лактози зросла на 40%, а вміст мікроорганізмів знизився на 99%.

Дослідження впливу параметрів процесу виявили, що підвищення тиску на 20% збільшує продуктивність ультрафільтрації на 15%, але при цьому зростає ризик забруднення мембран. Оптимальна температура для нанофільтрації соків становить 45°C, при якій досягається максимальна ефективність розділення. Швидкість потоку 0,5 м/с є оптимальною для зворотного осмосу молока, забезпечуючи високу продуктивність та якість продукту.

Математичне моделювання дозволило оптимізувати процеси мембранного розділення, прогнозуючи вплив параметрів процесу на продуктивність та якість продукції. Було виявлено, що використання каскадних мембранних систем дозволяє досягти більш високого ступеня концентрування та очищення. Органолептичний аналіз показав, що мембранна обробка не впливає негативно на смак та аромат харчових рідин, а в деяких випадках навіть покращує їх.

Висновки. Результати дослідження свідчать про високу ефективність застосування мембранних технологій для концентрування та очищення харчових рідин. Необхідні подальші дослідження для розробки нових мембранних матеріалів та оптимізації процесів для різних типів харчових рідин.

Оптимізація процесів сушіння харчових продуктів з використанням інфрачервоного випромінювання

Богдана Дячук, Олександр Шевченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: У сучасному світі, де зростає попит на якісні та корисні харчові продукти, оптимізація технологічних процесів стає ключовим фактором успіху харчової промисловості. Традиційні методи сушіння харчових продуктів часто супроводжуються значними втратами поживних речовин, зміною органолептичних властивостей та високим енергоспоживанням. У зв'язку з цим, пошук нових, більш ефективних та щадних методів сушіння є актуальним завданням. Одним із перспективних напрямків є використання інфрачервоного випромінювання, яке дозволяє досягти швидкого та рівномірного нагрівання продукту, мінімізуючи при цьому втрати корисних речовин.

Матеріали і методи: Для досліджень використовували зразки фруктів (яблука, банани, абрикоси) та овочів (морква, буряк, томати), нарізані на шматочки однакової форми та розміру. Експериментальна установка включала інфрачервоні лампи з регульованою потужністю, терморегулятор, ваги та вимірювач відстані. Режими сушіння варіювалися за температурою (40°C, 50°C, 60°C), потужністю випромінювання (500 Вт, 750 Вт, 1000 Вт) та відстанню до продукту (5 см, 10 см, 15 см). Протягом процесу вимірювали час сушіння, втрату вологи та температуру продукту.

Результати дослідження: Інфрачервоне випромінювання значно оптимізує сушіння харчових продуктів, скорочуючи час процесу на 20-30% порівняно з традиційними методами. Наприклад, сушіння яблук при 60°C та 1000 Вт займає лише 3 години, тоді як конвекційне сушіння вимагає 4 години. При оптимальних режимах, таких як 60°C та 1000 Вт, втрата вологи досягає 95%, забезпечуючи кінцевий продукт з вологістю менше 10%, що є критично важливим для тривалого зберігання. Цей метод зберігає до 90% вітамінів та мінералів, зокрема, вміст вітаміну С в сушених абрикосах становить 85% від свіжих, що значно вище, ніж при конвекційному сушінні (70%).

Інфрачервоне сушіння також покращує органолептичні властивості, зберігаючи природний колір, аромат та смак продуктів, як це видно на прикладі сушених бананів з більш насиченим кольором та ароматом. Аналіз кольору за допомогою спектрофотометра підтверджує краще збереження природного кольору продукту порівняно з конвекційним сушінням, де часто спостерігається потемніння та втрата яскравості.

Ці результати демонструють високу ефективність інфрачервоного випромінювання для отримання якісного продукту зі збереженими корисними властивостями, що робить цей метод перспективним для харчової промисловості.

Висновки. Інфрачервоне випромінювання є ефективним методом сушіння харчових продуктів, який значно скорочує час процесу порівняно з традиційними конвекційними методами. Оптимізація режимів сушіння, таких як температура, потужність випромінювання та відстань до продукту, дозволяє досягти високого рівня втрати вологи, до 95%, при збереженні якості продукту. Інфрачервоне сушіння сприяє збереженню високого вмісту вітамінів та мінералів у продуктах, що є важливим для збереження їх харчової цінності.

Розробка та дослідження апаратів для омичного нагрівання харчових продуктів

Єлизавета Розумійко, Олександр Шевченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Останніми роками спостерігається зростання інтересу до омичного нагрівання як перспективної технології обробки харчових продуктів. Цей метод, заснований на проходженні електричного струму через продукт, що має електричний опір, забезпечує швидке, рівномірне та ефективне нагрівання.

Традиційні методи теплової обробки, такі як конвекційне або індукційне нагрівання, часто призводять до нерівномірного розподілу температури, що може негативно вплинути на якість продукту. Омичне нагрівання, навпаки, забезпечує об'ємний нагрів, що дозволяє досягти високої якості продукту з мінімальними втратами поживних речовин та збереженням його органолептичних властивостей.

У зв'язку з цим, розробка та дослідження апаратів для омичного нагрівання харчових продуктів є актуальним та перспективним напрямком наукових досліджень.

Матеріали і методи: Основними матеріалами є харчові продукти, для яких визначаються їхні фізико-хімічні властивості, такі як вміст вологи, електрична провідність та теплоємність. Для проведення експериментів використовується спеціально розроблений апарат для омичного нагрівання, який складається з електродів, камери для нагрівання та системи контролю температури. Для вимірювання параметрів процесу використовуються теплові датчики, вимірювачі напруги та сили струму, а також лабораторні ваги. Експериментальні дослідження проводяться шляхом підготовки зразків харчових продуктів, їхнього омичного нагрівання з контролем параметрів та вимірюванням температури, електричної провідності та втрати ваги.

Результати дослідження: Результати досліджень апаратів для омичного нагрівання харчових продуктів демонструють значний потенціал цієї технології. Експерименти показали, що омичне нагрівання забезпечує швидкий та рівномірний нагрів продуктів, що призводить до покращення їхньої якості. Зокрема, спостерігається мінімізація втрат поживних речовин та збереження органолептичних властивостей, таких як смак, колір та текстура.

Аналіз отриманих даних виявив, що параметри омичного нагрівання, такі як напруга, сила струму та час, мають значний вплив на якість кінцевого продукту. Оптимізація цих параметрів дозволяє досягти оптимальних результатів для різних видів харчових продуктів.

Дослідження також показали, що омичне нагрівання є ефективним методом для зниження мікробіологічного забруднення харчових продуктів. Висока температура, що досягається під час процесу, призводить до знищення патогенних мікроорганізмів, що покращує безпеку продуктів.

Крім того, розроблений апарат для омичного нагрівання продемонстрував високу ефективність та надійність в роботі. Конструкція апарату дозволяє контролювати та регулювати параметри нагрівання, що забезпечує стабільність та повторюваність результатів.

Висновки. Результати дослідження свідчать про можливість створення ефективних апаратів для омичного нагрівання харчових продуктів з заданими характеристиками. Необхідні подальші дослідження для розробки апаратів для обробки великих обсягів продукції та автоматизації процесів.

Застосування вакуум-імпульсної обробки для покращення якості харчових продуктів

Богдана Дячук, Юлія Запорожець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: З огляду на зростаючі вимоги споживачів до якості та безпеки харчових продуктів, розробка нових методів обробки, які б забезпечували збереження поживних речовин, покращення текстури та смаку, а також подовження терміну придатності, є надзвичайно актуальною. Одним із перспективних напрямків у цій галузі є застосування вакуум-імпульсної обробки.

Вакуум-імпульсна обробка – це інноваційна технологія, яка поєднує в собі вплив вакууму та імпульсного тиску. Цей метод дозволяє ефективно впливати на структуру харчових продуктів, покращуючи їхні фізико-хімічні та органолептичні властивості.

Матеріали і методи: Харчові продукти різних видів використовуються як матеріали для дослідження. Вакуум-імпульсна обробка проводиться з різними параметрами. Фізико-хімічні показники визначаються для оцінки змін. Органолептичні властивості оцінюються для визначення якості. Статистична обробка даних проводиться для аналізу результатів. Інструментальний аналіз може бути використаний для детального вивчення змін. Результати вакуум-імпульсної обробки порівнюються з іншими методами обробки.

Результати дослідження: Результати досліджень вакуум-імпульсної обробки харчових продуктів демонструють значні покращення в різних аспектах якості. Текстура овочів стає помітно м'якшою, що вимірюється зменшенням твердості на 15-30%, роблячи їх більш приємними для споживання, особливо для людей з проблемами травлення. М'ясо, оброблене цим методом, показує збільшення вологоутримувальної здатності на 10-20%, що забезпечує соковитість і ніжність, зменшуючи втрати вологи під час приготування. Фрукти, такі як яблука, після обробки демонструють збільшення хрусткості на 25-40%, що свідчить про збереження їхньої клітинної структури.

Щодо збереження поживних речовин, вакуум-імпульсна обробка показує чудові результати. Вітамін С, який є дуже чутливим до температури та окислення, зберігається на 80-95%, що значно вище, ніж при традиційних методах обробки, де втрати можуть сягати 30-40%. Антиоксидантна активність продуктів зростає на 20-50%, що свідчить про вивільнення корисних сполук, які захищають організм від вільних радикалів. Мінерали, такі як калій і магній, зберігаються на 90-98%, що є важливим для підтримки здоров'я.

Органолептичні властивості продуктів також зазнають позитивних змін. Колір стає більш насиченим, що вимірюється збільшенням інтенсивності на 10-20%. Вміст цукру зростає на 5-15%, що робить фрукти та овочі солодшими. Концентрація ароматичних сполук збільшується на 5-20%, що покращує аромат продуктів.

Фізико-хімічні показники також змінюються. Вміст вологи може змінюватися на $\pm 5-10\%$, залежно від параметрів обробки, що дозволяє контролювати текстуру та консистенцію продуктів. Активність води знижується на 0.05-0.15 одиниць, що зменшує ризик розвитку мікроорганізмів і подовжує термін зберігання.

Висновки. Результати дослідження свідчать про високу ефективність застосування ВІО для покращення якості харчових продуктів. Необхідні подальші дослідження для оптимізації параметрів ВІО для різних типів продуктів та розробки промислових установок.

Оптимізація процесів екстракції біологічно активних речовин з рослинної сировини

Микола Крижанівський, Юлія Запорожець
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Екстракція біологічно активних речовин (БАР) із рослинної сировини є одним із ключових етапів у виробництві лікарських препаратів, функціональних харчових продуктів і косметичних засобів. Ефективність цього процесу значною мірою визначає вихід цільових компонентів, їхню біодоступність і якість кінцевого продукту. Оптимізація екстракційних технологій дозволяє підвищити ефективність вилучення БАР, зменшити втрати цінних сполук і мінімізувати використання розчинників та енергетичних ресурсів.

Сучасні підходи до оптимізації процесів екстракції включають вибір ефективних екстрагентів, вдосконалення технологічних режимів та застосування інноваційних методів, таких як ультразвукова, надкритична флюїдна та мікрохвильова екстракція.

Матеріали і методи: Для дослідження процесів екстракції біологічно активних речовин з рослинної сировини використовувалися зразки лікарських рослин, що містять поліфеноли, флавоноїди, алкалоїди та інші цінні сполуки. Сировину попередньо висушували, подрібнювали до стандартного розміру часток та зберігали в умовах, що забезпечують збереження її біохімічного складу.

Досліджували вплив ключових параметрів процесу, таких як тип і концентрація розчинника, температура, час екстракції, співвідношення сировини до розчинника та інтенсивність додаткового впливу (ультразвукової чи мікрохвильової обробки).

Результати дослідження: Дослідження показали, що оптимальним розчинником для екстракції біологічно активних речовин із досліджуваної рослинної сировини є 70% етанол, який забезпечував максимальний вихід поліфенолів ($27,3 \pm 1,2$ мг/г сухої маси) та флавоноїдів ($18,7 \pm 0,9$ мг/г). Ультразвукова екстракція при частоті 40 кГц і температурі 50°C протягом 30 хвилин підвищувала ефективність вилучення біологічно активних речовин на 18–22% порівняно з традиційною мацерацією.

Мікрохвильова екстракція за оптимальних параметрів (потужність 400 Вт, час 5 хвилин) сприяла підвищенню виходу антиоксидантних сполук до $31,5 \pm 1,4$ мг/г, що на 26% вище, ніж при ультразвуковій екстракції. Надкритична флюїдна екстракція з використанням CO₂ при тиску 300 бар і температурі 45°C дозволяла отримати концентрований екстракт із вмістом терпенових сполук $12,8 \pm 0,6$ мг/г, що значно перевищувало показники інших методів.

Аналіз антиоксидантної активності екстрактів методом DPPH виявив, що найбільшу активність ($IC_{50} = 48,6 \pm 2,1$ мкг/мл) демонстрував зразок, отриманий мікрохвильовою екстракцією, тоді як традиційна мацерація давала значення $IC_{50} = 72,4 \pm 3,3$ мкг/мл. Статистичний аналіз підтвердив значущість різниці між методами екстракції ($p < 0,05$), що свідчить про ефективність сучасних технологічних підходів до вилучення біологічно активних речовин.

Висновки. Дослідження підтвердило, що вибір методу екстракції суттєво впливає на вихід та біологічну активність біологічно активних речовин із рослинної сировини. Оптимальним розчинником для вилучення поліфенолів та флавоноїдів виявився 70% етанол, що забезпечував максимальну ефективність процесу. Ультразвукова та мікрохвильова екстракція значно перевищували традиційну мацерацію за ефективністю вилучення цільових компонентів, при цьому мікрохвильова екстракція демонструвала найвищий вихід антиоксидантних сполук.

Застосування ультразвукової обробки для інтенсифікації процесів у харчових виробництвах

Вікторія Орендарчук, Вікторія Сапіга

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Ультразвукова обробка є одним з перспективних напрямів у сфері технологій харчових виробництв, оскільки вона дозволяє значно підвищити ефективність та якість процесів обробки сировини. Застосування ультразвуку для інтенсифікації технологічних операцій дає можливість знижувати енергетичні витрати, скорочувати час обробки та покращувати кінцеві характеристики продуктів. У даній роботі розглядаються принципи дії ультразвукових хвиль, механізми їх впливу на різні етапи виробництва та приклади ефективного використання цієї технології в харчовій промисловості.

Матеріали і методи: Для дослідження застосування ультразвукової обробки в харчових виробництвах використовувалися різноманітні методи експериментального аналізу. Ультразвукова обробка проводилася з використанням генераторів ультразвукових хвиль, які створювали звукові хвилі в діапазоні від 20 до 100 кГц.

Матеріали для досліджень включали різні види сировини, зокрема овочі, фрукти, олії та інші продукти, що часто використовуються в харчовій промисловості.

Результати дослідження: Результати досліджень показали, що ультразвукова обробка значно впливає на інтенсифікацію різних процесів у харчових виробництвах. При обробці овочів ультразвуковими хвилями виявлено зростання ефективності екстракції корисних речовин, зокрема вітамінів та антиоксидантів. Наприклад, екстракція вітаміну С з моркви за допомогою ультразвуку дозволила збільшити вихід на 25% порівняно з традиційними методами. У разі обробки олій ультразвуковим впливом спостерігалось зниження часу необхідного для емульгування на 30%, що сприяло більш стабільним властивостям олійних сумішей.

Під час досліджень з фруктами, таких як яблука та апельсини, ультразвукова обробка дозволила збільшити ефективність екстракції соку на 15-20% порівняно з методами без ультразвуку. Ультразвук також сприяв поліпшенню текстури продуктів, що було підтверджено сенсорними оцінками: у більшості випадків продукти, оброблені ультразвуком, мали більш однорідну консистенцію та кращі органолептичні характеристики.

У процесах змішування та гомогенізації різних компонентів, таких як молоко та його похідні, ультразвукове впливало на зменшення часу процесу на 40%, при цьому виведення більш однорідної емульсії забезпечувало стабільніші продукти. Ультразвукова обробка також знижувала енергетичні витрати на 15-20% порівняно з традиційними методами.

Висновки. Застосування ультразвукових хвиль дозволяє значно підвищити вихід корисних компонентів, таких як вітаміни та антиоксиданти, скоротити час обробки сировини та знизити енергетичні витрати. Особливо помітними є покращення ефективності екстракційних процесів, емульгування та змішування, що позитивно впливає на якість кінцевої продукції. Враховуючи отримані результати, можна зробити висновок, що впровадження ультразвукових технологій у виробництво дозволяє значно покращити ефективність та якість харчових процесів, що відкриває нові можливості для інновацій у харчовій промисловості.

Процеси ферментації у виробництві молочних продуктів: від інокуляції до зберігання

Дарина Новосад, Вікторія Сапіга

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Ферментація є важливим процесом у виробництві молочних продуктів, який включає ряд складних біохімічних реакцій, що забезпечують формування смаку, текстури та інших властивостей кінцевого продукту. З технологічної точки зору, цей процес охоплює не лише біологічні аспекти, а й ефективне використання апаратів і обладнання для контролю за умовами ферментації. Від інокуляції молока до його переробки на готовий продукт, даний процес вимагає точного контролю температури, вологості, часу і рН, що здійснюється за допомогою спеціалізованих установок та автоматизованих систем.

Матеріали і методи: Молоко пастеризується перед інокуляцією культурами мікроорганізмів, після чого процес ферментації відбувається в спеціалізованих ферментерах при контрольованих умовах (температура, рН, вологість). Для рівномірного розподілу бактерій застосовуються мішалки, а для підтримки потрібної температури використовуються теплообмінники.

Результати дослідження: Результати досліджень процесу ферментації молочних продуктів показали, що оптимальні умови для отримання високоякісного продукту залежать від точного контролю температури, рН та часу ферментації. У ході експериментів було виявлено, що температура ферментації на рівні 37°C забезпечує найкраще середовище для розвитку молочнокислих бактерій, що призводить до досягнення бажаної кислотності за 6–8 годин. При цьому важливим фактором є також рівномірне перемішування молока, що забезпечується за допомогою мішалок у ферментерах.

Охолодження після завершення ферментації є ключовим етапом для запобігання передчасному бродінню та збереження якості продукту. Результати показали, що швидке охолодження до температури 4°C у спеціальних холодильних установках значно продовжує термін зберігання та зберігає стабільність смаку і текстури. Технологічні апарати, такі як теплообмінники та резервуари для зберігання, також показали свою ефективність у забезпеченні стабільних умов на всіх етапах виробництва.

В ході дослідження також були отримані дані щодо впливу різних культур інокулятив на час ферментації та якість продукту. Використання спеціалізованих заквасок призводить до зменшення часу ферментації на 1–2 години, що оптимізує виробничі процеси та знижує витрати енергії на підтримку необхідних температурних режимів.

Висновки. Дослідження процесу ферментації молочних продуктів підтвердило, що точний контроль температури, рН та часу є ключовими для отримання високоякісного продукту. Використання спеціалізованих апаратів для змішування, теплообміну та охолодження значно підвищує ефективність процесу та стабільність кінцевого продукту. Автоматизація контролю параметрів забезпечує стабільність кислотності та текстури, що важливо для довгострокового зберігання молочних виробів. Крім того, використання сучасних інокуляційних культур дозволяє скоротити час ферментації та підвищити продуктивність.

Дослідження інтенсифікації теплообміну в пластинчастому теплообміннику зміною режимних параметрів

Соколовський Тимур, Адаменко Назар, Володимир Зав'ялов, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Методи інтенсифікації конвективного теплообміну пов'язані переважно зі штучною турбулізацією потоку, якої можна досягти створенням у потоці вихорів, відривних зон та ін. Але всі ці способи пов'язані зі збільшенням витрати енергії на подолання гідравлічних опорів у каналі. Тому важливо мати критерії, які оцінюють доцільність методів інтенсифікації тепловіддачі. Зручно порівнювати канали, які мають пристрої для штучної турбулізації потоку, з такими самими гладенькими каналами без цих пристроїв. У випадку турбулентного руху рідини теплообмін відбувається значно інтенсивніше ніж при ламінарному русі. Це пояснюється тим, що при малих швидкостях руху утворюється струминний характер течії (ламінарний режим), а при значних – неупорядкований (турбулентний режим), при якому ламінарний режим зберігається лише у пограничному шарі біля стінки. Отже процес теплообміну можна інтенсифікувати, збільшуючи швидкість руху теплоносія.

Матеріали і методи. Лабораторна установка з пластинчастим теплообмінником, ротаметри РС-7, термометри, методика теплового розрахунку теплообмінної апаратури, інтегрований інструмент для створення інтерактивних мультимедійних проєктів, анімації та веб-додатків Macromedia Flash.

Результати. Ставилась задача дослідити інтенсифікацію теплообміну в пластинчастому теплообміннику збільшенням швидкості руху теплоносіїв в каналах за величиною теоретичного коефіцієнта теплопередачі при чистій поверхні теплообміну. Пластинчастий теплообмінник для нагрівання холодної води гарячою водою складається з 32 штампованих пластин з нержавіючої сталі ($\delta_{\text{ст}} = 0,001$ м, $\lambda_{\text{ст}} = 17,5$ Вт/(м · К)). Площа поверхні теплопередачі однієї пластини $F_1 = 0,136$ м², теплообмінника — $F = 4,35$ м².

Для проведення експерименту за допомогою ротаметрів встановлювались заплановані витрати теплоносіїв та після п'яти хвилинної витримки фіксувались температури на вході і виході з теплообмінника гарячого та холодного теплоносіїв. Температура гарячого теплоносія коливалась в межах 40—65 °С, температура холодної води з мережі залишалась фіксованою 17 °С. Теплове навантаження апарата визначалось з рівняння теплового балансу: $Q = m_1 c_1 (t_{1п} - t_{1к}) = m_2 c_2 (t_{2к} - t_{2п})$, де $t_{1п}$, $t_{2п}$, $t_{1к}$, $t_{2к}$ — температура теплоносіїв на вході в теплообмінник та на виході з нього, °С; m_i , c_i — масові витрати та питома теплоємність теплоносіїв.

Завдяки гофрованої поверхні пластин досліджуваного теплообмінника, яка зумовлює інтенсивну турбулізацію потоку рідини в каналах між пластинами, перехід до турбулентного режиму відбувається вже при значенні $Re > 100$. Результати дослідів узагальнені графічними залежностями $Nu = \Phi(Re)$, які свідчать про інтенсифікуючу дію турбулізації потоку теплоносіїв. Для автоматизації розрахунків була допрацьована інтегрована програма в середовищі Macromedia Flash, яка здатна анімаційно супроводжувати розрахунки за наведеним порядком із зміною вихідних даних.

Висновки. Отримані результати дослідження інтенсифікації теплообміну в пластинчастому теплообміннику зміною режимних параметрів свідчать про інтенсифікуючу дію турбулізації потоку теплоносіїв у міжпластинному просторі. Інтегрована програма в середовищі Macromedia Flash для теплового розрахунку пластинчастого теплообмінника може бути використана в навчальному процесі.

Розроблення високоефективної екстракційної апаратури на основі коливальних ефектів

Гарницька Злата, Сміян Діана, Володимир Зав'ялов, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розроблення нової твердофазової екстракційної апаратури, зокрема, віброекстракторів, в основу роботи яких покладено застосування низькочастотних механічних коливань, потребує пошуку нових та вдосконалення вже існуючих способів збереження ароматичних речовин з екстракту.

Матеріали і методи. Методи проектування та моделювання технологічної апаратури із застосуванням сучасних інтегрованих систем КОМПАС – 3D V14, AutoCAD.

Результати. Ефективність віброекстракторів визначається інтенсивною знакозмінною турбулізацією робочого середовища, що забезпечує максимальне оновлення поверхні контакту фаз. Тому ставилась задача в розробленій на кафедрі ПАХВ конструкції віброекстрактора періодичної дії реалізувати можливість додаткового отримання концентрованих ароматичних речовин з рослинної сировини за рахунок дефлегмації утворених парів над робочою поверхнею при екстрагуванні, а проведення процесу при низьких температурах за рахунок створеного розрідження для збільшення глибини та кількості вилучених із сировини цільових компонентів і, як результат, підвищити якісні показники екстракту. Апарат складається з корпусу, кришки із розміщенням на ній віброприводом, з'єднаним через шток з гнучким контейнером, що має проникну поверхню для екстрагенту, закріпленим на ситчастій нерухомій опорі, а нагрівна оболонка та розміщений під опорою ТЕН забезпечують запланований температурний режим процесу. Складовою частиною апарата є зовнішній вакуум-циркуляційний контур, розміщений на кришці, для створення розрідження та вловлювання ароматичних речовин, що складається з насадкової колони, з дефлегматором, конденсатора, збірника дистиляту з можливістю додаткового утримання розрідження вакуум-насосом.

Вакуум-віброекстрактор працює наступним чином. Тверда фаза завантажувється в контейнер, що фіксується на віброуючому диску та ситчастій опорі, які в свою чергу з'єднані через шток з віброприводом. Після герметизації робочого об'єму апарата кришкою в робочий об'єм корпусу подається екстрагент, стабілізується температурний режим від оболонки та, при необхідності, від ТЕНа, вмикається вібропривід із встановленими амплітудою та частотою коливань. Далі відкривається подача екстрагенту в дефлегматор. Після встановлення режиму екстрагування, утворена пара з вмістом легколетких компонентів надходить через насадкову колону у дефлегматор та частково конденсується. Частина пари, що не сконденсувалася у дефлегматорі, надходить у конденсатор для остаточної конденсації, сконденсовані ароматичні речовини відводиться у збірник дистиляту через барометричну трубку.

Частина пари, що сконденсувалася у дефлегматорі, повертається у вигляді флегми в насадкову колону на збагачення у ній парового потоку і остаточно в робочий об'єм віброекстрактора.

Висновок. Розроблена конструкція апарата належить до екстракційної техніки періодичної дії і може бути використана у хімічній, харчовій та фармацевтичній промисловостях для вилучення цільових компонентів із подрібненої рослинної сировини з різною морфологічною структурою.

Експериментальне оцінювання енерговитрат на віброперемішування в системі газ-рідина

Матвієнко Сергій, Дзірун Альона, Володимир Зав'ялов, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В апаратах з віброперемішувальними пристроями, що працюють в системі газ-рідина, міжфазова взаємодія визначається гідродинамічними умовами процесу, які обумовлюють технологічну ефективність їх роботи та енергетичні показники. Тому недостатня інформація про енерговитрати на процес віброперемішування призводить до неповного використання його можливостей на стадії проектування та експлуатації.

Матеріали і методи. Лабораторний ферментер, ротаметр, електронний тахометр, автотрансформатор. Опрацювання експериментальних даних і розрахунки було виконано із застосуванням систем MathCAD 15, AutoCAD.

Результати. Пульсуючі потоки двофазового середовища характеризуються певними регулярними змінами їх швидкості або тиску в них і залишається усталеними у всьому діапазоні режимних амплітудно-частотних параметрів роботи апарата.

Дослідження виконувалось на розробленій та виготовленій в умовах НУХТ та Ладизинського заводу ферментних препаратів моделі ферментера з вібраційною системою перемішування. В робочій зоні апарата діаметром 140 мм, виготовленого із скла та нержавіючої сталі розміщено віброперемішувальний пристрій, що складається із штока, з'єднаного з ексцентриковим вібратором, з закріпленими на ньому змінними перфорованими перегородками. У нижній частині апарата встановлено барботер, з'єднаний з компресором. Витрати повітря регулювались ротаметром. Амплітуда коливань становила фіксовано 2,5 та 5 мм, частота 1-10 Гц. Встановлювалась залежність відносної потужності $N_{г-р}/N_p = 1 - \phi$ від критеріїв подібності аерації $K_a = w_{зв}/w_m$ та Вебера We , де $N_{г-р}$, N_p — відповідно потужності на здійснення роботи при віброперемішування в системі газ-рідина та без газу; $\phi_{ср} = (H_{г-р} - H_p)/H_{г-р}$, — середній газовміст по апарату; H_p , $H_{г-р}$ — висота шару рідини і газорідинної системи в апараті. Відносна потужність є функцією ряду критеріїв: $N_{г-р}/N_p = \Psi(K_a, We, Fr, \Gamma)$, де K_a — критерій аерації; We — критерій Вебера; Fr — критерій Фруда; Γ — симплекс геометричної подібності:

$$K_a = \frac{Q_g}{f a d_m^2}; \quad We = \frac{\rho_p f^2 a^2 d_m}{\sigma}; \quad Fr = \frac{f^2 a}{g}.$$

де Q_g — витрата газу; f , a — відповідно частота та амплітуда коливань при віброперемішуванні, d_m — діаметр мішалки, σ — поверхневий натяг. Критерій аерації K_a є основним визначальним критерієм процесу, зі збільшенням якого відносна потужність падає, досягаючи значення 0,2—0,3 та характеризує взаємодію потоку газу з потоками робочого середовища, що створюються мішалкою. Потоки середовища, витікаючи із зони мішалки, відхиляють потік газу, і він огинає мішалку, що знижує газовміст навколо неї і збільшує відносну потужність перемішування. Під дією пульсуючих потоків спостерігалось подрібнення бульбашок повітря, що є важливим для інтенсифікації масообміну між газом і рідиною при мікробіологічному синтезі.

Висновок. Експеримент показав, що контрольоване регулювання інтенсивності перемішування та аерації сприяє рівномірній дисипації енергії в робочому об'ємі. При чому на енерговитрати при віброперемішуванні більше впливає амплітуда коливань вібрувальної системи, частка живого перерізу перемішувального пристрою. Збільшення газовмісту знижує енерговитрати на процес.

Застосування пластинчастих теплообмінників у пастеризації та стерилізації молочних продуктів

Ганна Журавльова, Валерія Матошина, Аліна Черниш, Тарас Мисюра,
Наталія Попова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Застосування пластинчастих теплообмінників у процесах пастеризації та стерилізації молочних продуктів є однією з ключових тем сучасної харчової промисловості. Пластинчасті теплообмінники стають невід'ємною складовою, яка гарантує високоефективний теплообмін. Метою дослідження є аналіз ефективності їх використання та визначення оптимальних робочих режимів. У цьому контексті виконувалися такі завдання: дослідити вплив різноманітних режимів обробки на мікробіологічні і фізико-хімічні властивості молочних продуктів, оцінити енергоефективність процесу та порівняти його переваги з традиційними методами.

Матеріали та методи. Для дослідження було відібрано кілька типів молочних продуктів, включно з молоком, вершками і йогуртом. Процеси обробки здійснювали за допомогою пластинчастого теплообмінника з нержавіючої сталі при різних температурних і часових режимах. Контроль якості проводився за допомогою мікробіологічних методів (визначення загальної кількості мікроорганізмів і коліформних бактерій), хімічних аналізів (вимірювання вмісту жирів, білків, вітамінів) і органолептичних оцінок (аналіз смакових, кольорових і ароматичних характеристик). Енергоефективність випробовувалася шляхом вимірювання споживання енергії та теплоносія.

Результати. Мікробіологічні аналізи підтвердили, що використання пластинчастих теплообмінників дозволяє знизити кількість мікроорганізмів до безпечного рівня. Хімічні дослідження засвідчили збереження ключових поживних компонентів, таких як білки і вітаміни, після обробки. Органолептична оцінка показала, що оброблені продукти зберегли природні смакові та ароматичні властивості. Оцінка енергоефективності продемонструвала менші витрати енергії порівняно з традиційними методами, як-от обробка в резервуарних пастеризаторах. Додатково, пластинчасті теплообмінники забезпечили швидшу та більш рівномірну обробку, що позитивно відобразилося на загальній якості продуктів.

Аналіз енергоефективності показав, що пластинчасті теплообмінники є значно ощадливішими в порівнянні з традиційними методами, такими як резервуарні пастеризатори. Вони споживають на 20-30% менше енергії, а завдяки впровадженню технології рекуперації тепла енергоспоживання можливо скоротити ще на додаткові 10-15%. Крім того, ці пристрої забезпечують швидшу і рівномірнішу обробку, що позитивно позначається на якості продукту. Технологія дозволяє прискорити процес у 5-10 разів, забезпечуючи високий рівень гігієни завдяки легкому очищенню і дезінфекції обладнання. Завдяки їхній енергоефективності та можливості рекуперації тепла підприємство може значно зменшити витрати на електроенергію та інші нагрівальні ресурси. Додатково дослідження підтвердили, що компактні розміри і модульна конструкція цих пристроїв оптимізують використання виробничих площ, що також сприяє підвищенню ефективності роботи підприємства.

Висновки. Використання пластинчастих теплообмінників у процесах пастеризації та стерилізації молочних продуктів забезпечує високу мікробіологічну безпеку, зберігаючи при цьому харчову цінність продукції.

Аналіз особливостей використання сушильних апаратів періодичної дії

Валерія Матошина, Аліна Черниш, Анна Журавльова, Тарас Мисюра,
Володимир Зав'ялов
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сушильні апарати періодичної дії відіграють важливу роль у багатьох галузях промисловості, де необхідно видаляти вологу з матеріалів. Ці апарати працюють циклами, тобто матеріал завантажується, сушиться протягом певного часу, а потім вивантажується.

Результати. Є горизонтальні і вертикальні сушарки. Горизонтальні сушарки бувають одно-, дво- та триярусними. Одноярусна сушарка є чотириповерхова споруда, в якій розташовані:

1. на першому поверсі калорифер;
2. на другому поверсі бункер для прийому гарячого солоду і розвантажувальний шнек;
3. третій поверх обладнаний двостулковими поворотними решітками, на якій сушиться солод;
4. на верхньому поверсі знаходяться шнек, що подає солод в сушарку, похила поворотна розподільна труба і привод для перекидання решітки з сухим солодом.

Сушарки для солоду використовуються для періодичного сушіння та термічної обробки свіжопорослого солоду. Процес включає завантаження вологого солоду, його сушіння та вивантаження готового продукту з невеликими перервами між циклами. До споруди сушарки примикає вертикальний канал для забору свіжого повітря, що забезпечує необхідну вентиляцію. Найбільш продуктивними є одноярусні горизонтальні сушарки з компактною конструкцією, що забезпечують високу продуктивність та низькі витрати палива. Свіжопорослий солод завантажується рівним шаром заввишки до 1,5 метра на решітку. Тривалість сушіння залежить від типу сушарки та може коливатися від 16 до 36 годин, в одноярусних горизонтальних сушарках процес зазвичай займає 16–18 годин, а в деяких сушарках – 20 годин. Повний цикл, включаючи завантаження, сушіння, термічну обробку та вивантаження, становить близько 24 годин. Температура сушильного агента змінюється в діапазоні від 45 до 80 °C. Основні переваги одноярусних горизонтальних сушарок: висока продуктивність, компактна конструкція та низькі питомі витрати палива.

Однією з проблем сушарок періодичної дії є складність оптимізації технологічного режиму сушіння. Це зумовлено нерівномірністю процесів, що відбуваються в різних шарах солоду. У верхньому шарі довше тривають фізіологічні та ферментативні процеси, тоді як у нижньому – хімічні реакції, що призводять до зміни кольору солоду.

Під час термічної обробки солоду (хімічна фаза) сушильний агент, що виходить із сушарки, має низьку вологість, що забезпечує його високу здатність до висушування солоду. Для підвищення ефективності роботи одноярусних сушарок періодичної дії їх об'єднують у пари. Сушильний агент, що виходить після термічної обробки солоду, використовують для його попереднього підсушування у спареній сушарці. Після завершення процесу сушіння та термічної обробки солоду в першій сушарці, вивантаження готового солоду та завантаження свіжопорослого, напрямок потоку сушильного агента змінюється. Тепер він спрямовується з другої сушарки в першу.

Висновки. Сушильні апарати періодичної дії є ефективним інструментом для сушіння матеріалів, але їх вибір повинен бути обґрунтований з урахуванням конкретних потреб виробництва.

Аналіз сучасних методів поділу гетерогенних систем

Катерина Мигашко, Анастасія Хугаєва, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гетерогенні системи, що складаються з двох або більше фаз, широко поширені в природі та промисловості. Їх ефективний поділ є вкрай важливим для багатьох технологічних процесів. Мета дослідження, провести огляд і аналіз сучасних методів, для поділу гетерогенних систем, їх обмежень та переваг.

Матеріали і методи. Різновиди гетерогенних систем (емульсії, суспензії, аерозолі), сучасне лабораторне обладнання. Огляд та систематизація наукової літератури. Експериментальне дослідження видів поділу. Порівняльний аналіз методів. Приклад аналізу ефективності фільтрації мовою програмування Python.

Результати. Зараз відомі такі методи, як осадження, фільтрація, центрифугування, седиментація, електрофільтрація, мембранні методи, екстракція та хроматографія. Далі буде описано самі методи, їх переваги та недоліки і наведено приклади їх прямого використання.

Метод осадження є найпростішим з усіх методів. Для відокремлення твердих частинок використовується гравітаційна сила. Застосовується цей метод, наприклад, в очищенні стічних вод від великого сміття.

Фільтрація це простий та універсальний метод. Поділ систем відбувається пропусканням суміші через пористе середовище, що виступає фільтром, таким чином відокремлюючи тверді частинки. Використовується для очищення соків, вин та інших продуктів, що можуть містити частинки.

Суть методу центрифугування полягає в використанні відцентрової сили для швидкого та ефективного поділу гетерогенних систем. Може використовуватися для розділення молока на вершки та знежирене молоко.

Метод електрофільтрації полягає в використанні електричного поля для того, щоб відокремити заряджені частинки з газових потоків. Таким способом забезпечується ефективність відокремлення дрібних частинок, але цей метод потребує складне обладнання та великі витрати енергії. Застосовується для очищення повітря від пилу.

Мембранні методи використовують в процесі поділу напівпроникні мембрани, що забезпечують поділ за розміром, зарядом або іншими властивостями. Методи є селективними та ефективними, проте потребують ретельного відбору та підбору мембран, що можуть бути схильними до забруднень. Застосовуються ці методи в розділенні газів.

Екстракція використовує для поділу гетерогенних систем різну розчинність компонентів у тих двох рідинах, що не змішуються між собою. Використовується в хімічній, фармацевтичній та інших галузях промисловості.

Метод хроматографії заснований на різній адсорбції компонентів системи на твердій фазі, що дозволяє розділити їх. Перевагами є те, що метод забезпечує високу роздільну здатність систем та надає можливість аналізу більш складних сумішей. Використовують цей метод для аналізу та виділення речовин.

Висновки. Сучасні підходи до поділу гетерогенних систем гарантують високу ефективність і селективність. Вибір конкретного методу визначається особливостями системи, бажаним рівнем поділу та економічною доцільністю. Подальший розвиток цих методів орієнтований на покращення енергоефективності та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Вивчення критеріїв класифікації теплообмінних апаратів

Анастасія Кіріченко, Богдана Келюх, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Теплообмінні апарати застосовуються у багатьох технологічних процесах у промисловості, енергетиці та системах опалення. Їх метою є передача теплоти між середовищами з різною температурою, забезпечуючи ефективне використання енергії та підвищення продуктивності виробничих процесів.

Матеріали і методи. У процесі дослідження використано методи аналізу наукових джерел, порівняння видів теплообмінників і систематизації отриманих даних.

Результати. Теплообмінні апарати широко використовуються в різних галузях промисловості, таких як хімічна, нафтопереробна, енергетична, харчова та інші. Класифікація теплообмінних апаратів ґрунтується на різних критеріях: за способом теплообміну: рекуперативні, регенеративні, змішані.

Рекуперативні теплообмінники забезпечують безперервний процес передачі тепла через роздільну стінку. Наприклад, кожухотрубні та пластинчасті теплообмінники ефективно використовуються для нагрівання та охолодження рідин і газів.

Регенеративні теплообмінники періодично накопичують тепло в спеціальних елементах (наприклад, керамічних або металевих пластинах), а потім передають його іншому теплоносію. Вони широко застосовуються у високотемпературних процесах, таких як металургія та газотурбінні установки.

За конструкцією: кожухотрубні, пластинчасті, змієвикові, ребристі.

Кожухотрубні теплообмінники є найбільш універсальними, дозволяючи ефективно працювати при високих тисках і температурах. Наприклад, у нафтохімічній промисловості вони використовуються для нагріву нафтопродуктів. Пластинчасті теплообмінники показали найкращі результати в умовах обмеженого простору завдяки високій компактності та ефективності теплопередачі. Вони широко застосовуються в системах централізованого тепlopостачання. Змієвикові теплообмінники знайшли застосування в бойлерах та системах опалення, демонструючи високу ефективність за рахунок збільшеної довжини теплообмінної поверхні.

За напрямком руху теплоносіїв: протитечієві, прямотечієві, перехресні.

Прямотечієві теплообмінники (наприклад, радіатори) показують просту конструкцію, проте менш ефективні у порівнянні з протитечієвими. Протитечієві теплообмінники забезпечують кращу ефективність теплопередачі, що підтверджується їхнім використанням у конденсаторах і парових турбінах. Перехресні теплообмінники знайшли застосування у вентиляційних системах та системах рекуперації теплоти.

За фазовим станом теплоносіїв: конденсаційні, випарні, газові, рідинні.

Конденсаційні теплообмінники (наприклад, у парових турбінах) продемонстрували ефективне використання залишкового тепла. Випарні теплообмінники активно використовуються в холодильній техніці та технологічних процесах випаровування хімічних речовин.

Крім того, сучасні технології дозволяють удосконалювати теплообмінні апарати, підвищуючи їхню енергоефективність. Перспективним напрямком є розробка комбінованих теплообмінників, що поєднують переваги різних типів конструкцій.

Висновки. Вивчення критеріїв класифікації теплообмінних апаратів дозволяє вибрати оптимальну конструкцію для конкретних умов експлуатації. Вибір теплообмінника залежить від умов експлуатації.

Section 16

Physical and mathematical principles of technological processes

Секція 16

Фізико-математичні основи технологічних процесів

16.1.

Physics and occupational safety

Chairperson – associate professor Svitlana Litvynchuk
Secretary – associate professor Mykhailo Lazarenko

16.1.

Фізика та професійна безпека

Голова – доцент Світлана Літвинчук
Секретар – доцент Михайло Лазаренко

1. Використання особливостей інфрачервоних спектрів відбивання для якісного аналізу спецій

Анна Корецька, Світлана Літвинчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дослідження спектрів відбивання харчових продуктів, зокрема спецій, є актуальним напрямком у харчовій промисловості. Використання інфрачервоної спектроскопії дозволяє швидко та ґрунтовно аналізувати склад та якість спецій.

Матеріали і методи. Для аналізу спецій використовували прилад «Інфрарід-61», призначений для спектрального аналізу в ближній інфрачервоній області. Дослідження проводили з метою виявлення особливостей спектрів відбивання різних спецій та їх використання для якісного аналізу.

Результати. Отримані результати, наведені на рис. 1, показали, що спектри дифузного відбивання таких спецій як коріандр, куркума, перець чорний, паприка, кардамон, мускатний горіх, кориця, перець червоний (чили) дещо подібні, але на певних довжинах хвиль існують і суттєві відмінності. Найбільш виражені розбіжності фіксуються на ділянках, пов'язаних з вібраціями функціональних груп органічних сполук, що входять до складу кожної спеції. Встановлено, що специфічні екстремуми відбивання можуть слугувати якісними маркерами для розпізнавання окремих видів спецій.

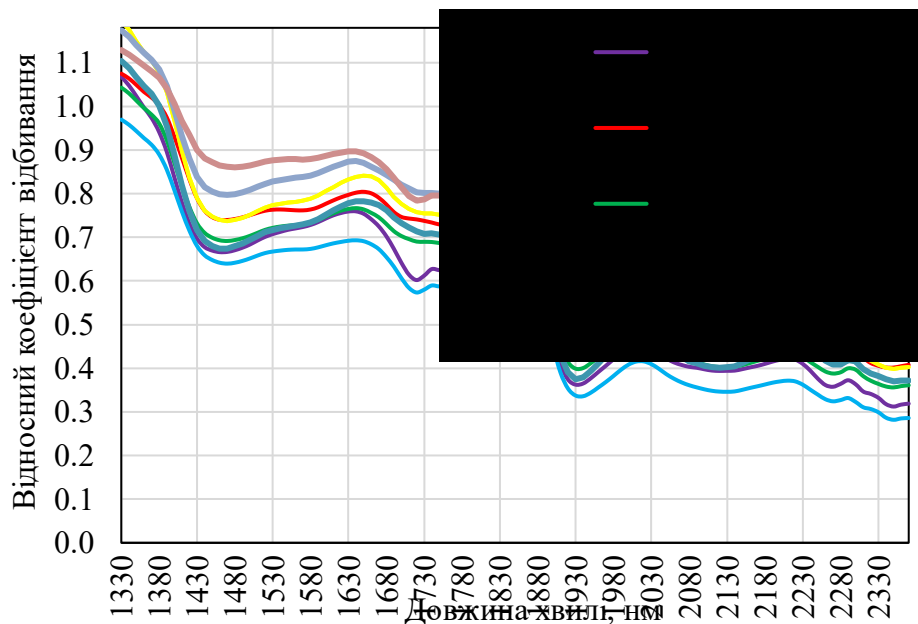


Рис. 1. Інфрачервоні спектри відбивання спецій

Висновки. Інфрачервона спектроскопія відбивання є ефективним методом якісного аналізу спецій, що абсолютно не потребує пробопідготовки. Метод дозволяє швидко і достовірно визначати відмінності між різними видами спецій, що є перспективним для контролю якості у харчовій промисловості.

2. Неосяжні чорні діри

Демченко Катерина, Світлана Літвинчук, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із найзагадковіших явищ у космосі є чорні діри, що кидає виклик нашому розумінню фізики та гравітації. Вивчення чорних дір відкриває двері до фундаментальних питань про природу простору, часу та Всесвіту.

Матеріали і методи. Чорна діра – це область простору-часу з дуже сильним гравітаційним тяжінням. Чорні діри утворюються внаслідок колапсу масивних зірок і є об'єктами з настільки сильною гравітацією, що навіть світло не може їх покинути. Межа цієї області називається горизонтом подій, а її розмір – гравітаційним радіусом.

Результати. Чорну діру називають «чорною», тому що вона поглинає все світло, яке потрапляє на горизонт, нічого не відбиваючи. У результаті утворення чорної діри формується акреційний диск, який викидає частину речовини назад у космос зі швидкістю, близькою до світла, створюючи потужні гамма-промені, яскравіші за будь-які вибухи наднових зірок у Всесвіті [1].

Довгий час вважали, що концепція чорної діри належить математику й астроному П. С. Лапласу (1796). Проте ідею існування чорної діри у 1783 році висловив натурфілософ Дж. Мічелл. А сам термін «чорна діра» у 1967 році запропонував фізик Дж. А. Вілер [2]. Також в цьому ж році була відкрита перша чорна діра в сузір'ї Лебедя.

Станом на 2004 році рентгенівський космічний телескоп RXTE достовірно виявив 15 чорних дір в подвійних зоряних системах в нашій галактиці. Внаслідок смерті масивних зірок утворюються три типи чорних дір: зоряні чорні діри – найменший і найпоширеніший тип, який виникає внаслідок колапсу однієї масивної зірки; проміжні чорні діри – вважається, що вони утворюються після злиття кількох менших чорних дір; надмасивні чорні діри – найбільші з можливих чорних дір, які, як вважається, знаходяться у центрі кожної існуючої галактики.

Існує цікаве поняття "спагетифікація" матерії, тобто коли чорна діра спочатку розриває зірку, а потім всмоктує її матерію, перетворюючи зірку на довгу нитку або ж спагетину (звідси й походить це поняття), яка накручуватиметься довкола чорної діри. Вона також нагріватиметься через тертя, спричинене інтенсивною гравітацією і сяятиме завдяки інтенсивному випромінюванню рентгенівських променів та інших високоенергетичних частинок. Саме це сяйво і дозволяє вченим бачити чорні діри.

Астрономи підраховували орієнтовну кількість чорних дір у всьому Всесвіті. За їхніми розрахунками, це число становить 40 квінтільйонів, спираючись на теорію формування та еволюцію світил.

Висновки. Чорні діри залишаються однією з найглибших та найтаємнічіших тем сучасної астрофізики, викликаючи величезний інтерес завдяки своїй здатності викривляти простір-час і впливати на навколишнє середовище. Дослідження неосяжних чорних дір не лише розширює наші знання про екстремальні умови у Всесвіті, але й стимулює нові теоретичні розробки, що можуть змінити наше розуміння з основ фізичних законів.

Література

1. <https://www.obozrevatel.com/ukr/tehnoboz/scho-take-chorni-diri-i-yak-voni-mozhut-buti-dokazom-togo-scho-lyudstvo-zhive-u-gologrami.htm>
2. <https://umity.in.ua/concept/?id=496>

3. Ультразвукова обробка харчових продуктів

Софія Патюк, Світлана Літвинчук, Володимир Носенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ультразвукова (УЗ) обробка є перспективним методом підвищення якості харчових продуктів завдяки її здатності покращувати текстуру, збільшувати термін зберігання та інтенсифікувати масообмінні процеси.

Матеріали та методи. У роботі було вивчено та узагальнено світовий, вітчизняний, а також враховано особистий досвід впливу УЗ на фізико-хімічні властивості різних продуктів харчування: соків, квасу, меду, м'яса, молока, йогурту, сиру, тіста, майонезу тощо.

Результати та обговорення. УЗ-коливання здатні впливати на агрегатний стан речовини, сприяти її диспергуванню, емульгуванню, а також змінювати швидкість процесів дифузії, кристалізації та розчинення. Вони також активізують хімічні реакції та підвищують ефективність технологічних процесів. Застосування УЗ в харчовій промисловості дозволяє підвищити продуктивність, зменшити споживання енергії, поліпшити якість кінцевої продукції, подовжити термін її зберігання і навіть створювати нові продукти з покращеними споживчими характеристиками [1]. УЗ-обробка сприяє зниженню в'язкості молочних продуктів на 15–20%, що позитивно позначається на їхніх органолептичних характеристиках [2]. У соках спостерігається підвищення вмісту сухих речовин на 5–7%, зумовлене активізацією масообмінних процесів. До того ж відзначається зменшення мікробного обсіменіння на 30–40%, що дозволяє подовжити термін зберігання продукції. Аналогічним чином підвищується біологічна стійкість квасу та соків у 3–4 рази. Окрему увагу було приділено вивченню впливу УЗ-обробки на мед. З'ясовано, що використання УЗ ефективно запобігає кристалізації меду, що сприяє збереженню його текучої консистенції протягом тривалого часу. Також досліджено вплив УЗ-обробки на тісто. Встановлено, що УЗ сприяє рівномірному розподілу газових бульбашок у тісті, що покращує його структуру та підвищує пористість кінцевого виробу. Крім того, УЗ-обробка активізує ферментативні процеси, що призводить до покращення реологічних характеристик тіста та збільшення об'єму випічки. Вплив УЗ-обробки на майонез показав, що вона сприяє покращенню емульсійної стабільності, зменшенню розшарування та підвищенню однорідності продукту. Також було відзначено покращення реологічних властивостей, що позитивно впливає на консистенцію та текстуру майонезу. У процесі УЗ-обробки м'яса [1] спостерігається покращення його ніжності, підвищення вологостримуючої здатності, покращення кольору, зростання рівня рН, а також виявляється антимікробна дія.

Висновки. УЗ-обробка покращує якість харчових продуктів, знижує їх в'язкість, підвищує стабільність та сприяє продовженню терміну зберігання. Метод може бути рекомендований для застосування в молочній та хлібопекарській промисловості, у виробництві безалкогольних напоїв та майонезу, а також для покращення якості меду та соку.

Література

1. Крижак, Л. (2023). Ультразвукові технології у харчовій промисловості. Науковий вісник ТДАУ, 12(1), 15 с. <https://doi.org/10.31388/sbtsatu.v12i1.294>
2. Chandrapala, J., Oliver, C. M., Kentish, S. E., & Ashokkumar, M. (2021). Ultrasonics in food processing: Recent advances. Ultrasonics Sonochemistry, 72, 105430.

4. Analysis of food products using optical methods

Yelyzaveta Yeremenko, Svitlana Litvynchuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Optical methods are essential for food product analysis. Their applications include quality control of raw materials and finished products (for sorting, impurity detection, labeling, identification, etc.).

Materials and methods. The materials for the research include food products, in particular, berries, fruits, vegetables, eggs, meat, fish, honey, etc. For their comprehensive analysis, various optical methods are used, including infrared spectroscopy, ultraviolet spectroscopy, visible spectroscopy, refractometry, X-ray fluorescence, and others. These methods allow for the determination of the product's physicochemical properties, the content of the main components, the detection of impurities, traces of pesticides, heavy metals, as well as the evaluation of their freshness, degree of ripeness, and quality (including during technological processes and in the process of storage).

Results and discussion. There are several ways to use optical methods in the technological processes of food production. Among them are:

- visual quality control of products (video cameras and visual control systems are used for this purpose, which can automatically detect defects and flaws in products; for example, eggshell cracking, damage to packaging or labels on it, inconsistencies in product shape or color, allowing for timely detection and removal of substandard products);
- sorting and selection of products (optical sorting systems can automatically screen out defective products, i.e., berries, fruits, and vegetables with various types of damage or signs of drying are sorted);
- measurement of product parameters (optical sensors can measure size, shape, weight, color, brightness, transparency, etc.);
- detection of foreign objects (optical methods of infrared spectroscopy or X-ray fluorescence can be used to detect foreign objects in food products, such as metal or glass particles, fragments of packaging material, and other undesirable items or chemical contaminants);
- measurement of temperature, humidity, and chemical composition of products (optical thermometers and hygrometers can be used for non-contact measurement of temperature and humidity, which is an important condition for quality production and storage of products; spectroscopy and refractometry methods can be used to control the moisture content and chemical composition of grain, honey, meat, fish, etc.);
- labeling and identification of products (optical labels, i.e., barcodes or QR codes, allow tracking their production and supply history, while providing convenience for consumers in obtaining product information).

Therefore, optical methods enable non-contact and highly accurate analysis of various parameters which directly affects the quality of the finished product. These technologies help to quickly identify defects or deviations in the production process, optimize the consumption of ingredients or energy resources, and increase production efficiency and speed. Optical non-contact measurement guarantees the maintenance of high quality standards.

Conclusions. The analysis of food products by applying optical methods allows for monitoring without the need for intervention in the technological process, which helps to reduce the risk of contamination or damage to products and guarantee the high quality of the final product.

5. Застосування низьких температур у біотехнології та біоінженерії

Анна Демидович, Поліна Вранчан, Аліна Григоращ, Михайло Лазаренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Низькі температури відіграють важливу роль у біотехнологічних процесах, що застосовуються для виготовлення органічних продуктів. Здатність біологічних систем працювати в умовах низьких температур є вагомою перевагою біотехнологічного виробництва.

Матеріали і методи. За допомогою низьких температур призупиняється життєдіяльність організму (у разі погіршення функціонування його органів і клітин). Також низькими температурами можна призупинити протікання певних процесів в організмі чи повністю зупинити процеси обміну в клітинах [1].

Результати. Низькі температури зазвичай пригнічують або зупиняють ріст і розмноження мікробів, але часто не вбивають бактерії. Охолодження (4° С) і заморожування (-20 °С або менше) зазвичай використовуються в харчовій, фармацевтичній та біотехнологічній промисловості [1].

Мікроорганізми, відомі як психрофіли/психротрофи здатні виробляти активні за низьких температур ферменти та мають особливі характеристики, що дозволяє їм виживати у холодному середовищі. Завдяки відносній доступності масового виробництва комерційне застосування мікробного ферменту є перспективним. Ферменти таких мікроорганізмів мають високу каталітичну ефективність при низьких і помірних температурах, за яких схожі мезофільні ферменти не активні. Ці ферменти використовують в різноманітних біотехнологічних процесах, включаючи харчову обробку, добавки в миючих засобах і харчовій промисловості, текстильній промисловості, обробці стічних вод, біопереробці целюлози, біоремедіації навколишнього середовища в холодному кліматі, біотрансформації та застосування у молекулярній біології з великим потенціалом для економії енергії.

Охолоджуючи колонії до низьких температур, мезофільні і термофільні організми просто вимруть, а психрофіли залишаються активними і виділяють необхідні ферменти [2].

Також за допомогою низьких температур можна створити екстремальні умови для мікроорганізму, щоб пришвидшити чи збільшити кількість вироблення потрібної нам речовини (білків, ферментів, тощо).

Висновки. Отже, низька температура є важливою частиною у біотехнологічному виробництві. Її можуть застосовувати для виведення чистих культур мікроорганізмів психрофілів, тобто використовують у біотехнології. Низькі температури також застосовують у кріотехнології, яка дає змогу підвищити концентрацію біологічно активних речовин для кращого засвоєння організмом.

Література

1. <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/lekciya-2-3.-vplyv-nyzkyh-temperatur-na-biologichni-obyekty.pdf>
2. https://biomed.knu.ua/images/stories/Kafedry/Biochimiya/Biblioteka/Osnovy_biotehnologiji_posibnyk.pdf

6. Лазери та їх застосування в біотехнології, мікробіології та екології

Вероніка Колчева, Аліна Чепурда, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні досягнення науки та техніки відкрили широкі можливості для застосування лазерів у різних галузях знань, зокрема в біотехнології, мікробіології та екології.

Матеріали і методи. Основна увага була зосереджена на вивченні сучасних досягнень у сфері лазерних технологій, їх впливу на біологічні системи та використання в екологічних дослідженнях. Для організації інформації використовувалися методи аналізу та синтезу наукових даних, порівняльний аналіз результатів досліджень різних авторів (зокрема, на базі публікацій [1, 2]), а також узагальнення отриманих висновків.

Результати. Методики з використанням лазерного випромінювання активно задіяні для аналізування біологічних рідин і тканин. Лазерна поляризаційна нефелометрія дозволяє досліджувати структуру біологічних об'єктів, визначаючи їх розміри та форму, вивчаючи, як світло розсіюється та змінює свою поляризацію. Цей метод надає можливість отримати точні дані про характеристики частинок, які розсіюються у біологічному середовищі. Лазерне опромінення позитивно впливає на зростання грибів, пришвидшуючи розвиток вегетативного міцелію, скорочуючи термін обростання субстрату міцелієм і стимулюючи формування зачатків плодових тіл. Це робить процес вирощування грибів більш результативним і дає змогу значно збільшити врожайність.

Світло низької інтенсивності у спектрі від 350 до 730 нм є оптимальним для стимулювання росту грибів, оскільки воно впливає на процеси накопичення біомаси та розвиток міцелію. Дослідження продемонстрували, що короткочасне опромінення різними кольорами світла (червоним, зеленим, синім) значно збільшує кількість зачатків плодових тіл, що підтверджує ефективність лазерного опромінення для стимуляції розвитку грибів.

Висновки. Розвиток біотехнології був значним поштовхом завдяки появі лазерних технологій. Від витончених операцій з клітинами до високотехнологічного діагностичного обладнання лазери демонструють величезний потенціал у біотехнології, мікробіології та екології. У сфері біотехнології вони слугують ключовим елементом для детального дослідження біологічних зразків. В мікробіології лазерне випромінювання успішно сприяє розвитку грибів, покращуючи їх продуктивність та характеристики.

Література

1. Решетник К. С. Вплив лазерного опромінення міцелію на інтенсифікацію ростових параметрів деяких видів Basidiomycota / Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.21 «Мікологія». – Донецький національний університет імені Василя Стуса, Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, Київ, 2021.

2. Методи та засоби лазерної діагностики біологічних об'єктів і процесів / А. В. Цибух, Л. С. Скрипка // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. Техн. науки. - Харків : ХНТУСГ, 2011. - Вип. 116: Проблеми енергозабезп. та енергозбереження в АПК України. - С. 84-85.

Режим доступу:
https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/48649/1/Visnyk_116_2011_31.pdf

7. Лазерні принтери: будова та принцип роботи

Артем Ковтун, Павло Могилевський, Михайло Лазаренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Принтери є невід'ємною частиною сучасного життя людини. Вони використовуються у багатьох галузях від промислового книгодрукування до схем, документів та дисертацій. Особливу ланку займають саме лазерні принтери, які мають не лише велику швидкість друку, а й легкі у догляді.

Матеріали і методи. Принтер – це пристрій, який застосовується для копіювання певної інформації на папір [1]. Для цього використовують тонерний порошок, лазерний промінь та статичну електрику [2]. Технологія ґрунтується на перенесенні сухого порошкового тонера на папір і подальшого його термічного закріплення на ньому. Отримані відбитки відрізняються високою зносостійкістю та довговічністю, а при попаданні вологі текст не розтікається.

Результати. Лазерні принтери складаються з корпусу, в якому знаходиться пів та карддрідж, а у ньому є такі компоненти як: вал первинного заряду, фотобарабан, магнітний вал, дозуюче лезо та чистяче лезо. Кожен з цих елементів виконує специфічну функцію, забезпечуючи високу якість та точність друку.

Задачі компонентів: вал первинного заряду потрібен для зарядки фотобарабана, що забезпечує коректне формування зображення і подальшу передачу на папір. Фотобарабан (фотоциліндр) відповідає за перенесення тонера на папір за принципом електричного заряду, магнітний вал бере тонер з бункера і для рівномірного розповсюдження зайве очищається дозуючим лезом, а чистяче лезо прибирає залишки тонера з фотобарабана.

Процес друку розпочинається з зарядки фотовала, на якому утримується статичний заряд. Потім лазерний промінь сканує фотовал, утворюючи на ньому зображення, яке буде перенесене на папір. Лазер освітлює певні ділянки фотовала, знімаючи заряд з тих місць, що не повинні мати зображення. Тонер, що притягується до заряджених ділянок фотовала, переноситься на папір під час контакту з магнітним валом. Потім зображення, що містить тонер, переноситься на папір, і відбувається процес закріплення тонера за допомогою печі, що забезпечує стійкість зображення. Процес завершено, і отриманий відбиток зберігає високу якість навіть при тривалому використанні.

Лазерний друк забезпечує точність та стабільність, що робить його перевагою перед іншими технологіями друку, особливо для професійних потреб. У процесі друку тонер не розмазується і не має змоги втратити чіткість, навіть якщо зображення піддається механічному впливу. Це також важливо для великих обсягів друку, оскільки забезпечує надійність і економічність у використанні.

Висновки. Лазерні принтери є ефективними пристроями для якісного та швидкого друку. Вони характеризуються високою продуктивністю, низькою собівартістю друку та тривалим терміном служби. Це робить цю технологію незамінною у сучасному документообізі та бізнесі.

Література

1. <https://kiev-it-service.com.ua/ua/blogi/budova-lazernogo-printera/>
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80

8. Підвищення рівня безпеки праці на робочих місцях через інтеграцію системи "Near Miss" у працезохоронний менеджмент підприємства

Євгенія Власюк, Аліна Сірик, Ольга Євтушенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ефективний працезохоронний менеджмент – це невід’ємна складова успішного функціонування підприємства. Традиційні підходи до забезпечення безпеки праці, які зосереджуються на реагуванні на нещасні випадки, не завжди виявляються недостатньо ефективними. Виникає необхідність переходу до проактивних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам шляхом виявлення та усунення потенційних небезпек до їх виникнення.

Матеріали і методи. У роботі використано структурно-логічний метод дослідження працезохоронного менеджменту засобами теоретичного аналізу.

Результати. В основі культури безпеки є необхідність навчитися ідентифікувати ризики, вчасно їх усувати та запобігати появі потенційних небезпек на різних робочих місцях. Нововведення, які нині активно впроваджують на сучасних підприємствах, трансформують культуру охорони праці, віддаючи перевагу європейським моделям безпечного виробництва, при проведенні якісного аналізу безпеки та надійності систем, технологічних процесів, а також ймовірного ризику через застосування системи near-miss-інцидентів, що вважається новою філософією безпеки виробництва. "Near Miss" у перекладі з англійської означає «майже відбулося». У контексті охорони праці "Near Miss" – це подія, яка могла б призвести до нещасного випадку й травмування, але поки цього не сталося [1].

Теоретичною основою системи "Near Miss" є система, яка ґрунтується на принципі, що кожному серйозному нещасному випадку передують велика кількість менш значущих подій, які не призвели до травм. Головною метою впровадження системи "Near Miss" є усунення першопричин «Майже Випадків» та впровадження дій, які б попереджали у майбутньому повторення таких випадків та інцидентів з більш серйозними наслідками та нещасними випадками на виробництві. Відома концепція піраміди Генріха підкреслює важливість аналізу "Near Miss" для запобігання серйозним нещасним випадкам. На відміну від реактивних методів, які реагують на вже сталі події, система "Near Miss" є проактивною, оскільки дозволяє виявляти та усувати потенційні небезпеки до того, як вони призведуть до травм. Дослідження, що проводилися різними організаціями, такими як Американське товариство інженерів з безпеки (ASSE) та Міжнародна асоціація соціального забезпечення (ISSA), зазначають про суттєвий вплив на рівень безпеки праці та підтверджують ефективність системи "Near Miss" через: зменшення показників частоти та тяжкості нещасних випадків, покращення культури безпеки, підвищення морального духу та продуктивності праці, дотримання нормативних вимог, економії коштів.

Висновки. Інтеграція системи "Near Miss", як працезохоронного інструменту, є цінною стратегією для підвищення безпеки праці на робочих місцях. Для того, щоб система була успішною, вона повинна впроваджуватися цілеспрямовано, прозоро і з акцентом на постійне вдосконалення. Майбутні дослідження повинні вивчити конкретні виклики та найкращі практики впровадження систем "Near Miss" у різних галузях промисловості та культурних контекстах.

Література

1. Колесник С. (2021), Про безпеку – для всіх. *Охорона праці*, №9, 15-17.

9. Практична сторона методу FMEA при запровадженні ризико-орієнтованого управління безпекою праці на підприємстві

Єва Сокол, Аліна Сірик, Ольга Євтушенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Потужним інструментом для практичного впровадження ризико-орієнтованого управління безпекою праці на підприємстві є метод FMEA (Failure Mode and Effects Analysis).

Матеріали і методи. Метод FMEA дозволяє систематично виявляти потенційні небезпеки, оцінювати їхні наслідки та ймовірність, а також розробляти ефективні заходи для запобігання нещасним випадкам на робочих місцях. У дослідженні використано загальнонаукові та спеціальні методи: аналізу та синтезу, узагальнення наукової інформації.

Результати. Метод FMEA в першу чергу є інструментом попередження [1] при впровадженні запланованих змін, який у контексті ризико-орієнтованого управління безпекою праці на підприємстві дозволяє ідентифікувати можливі небезпеки, оцінити їхній вплив та вчасно розробляти заходи для запобігання нещасним випадкам. Цей інструмент був розроблений наприкінці 1940-х років військовими для визначення потенційного збою в системі та оцінки серйозності невдачі [2]. Практичними цілями методу FMEA є: документування процесу оцінки ризиків, що може бути корисним для демонстрації належної ретельності та дотримання нормативних вимог з безпеки праці, а також допомагає підвищити загальну надійність і безпеку процесів праці. Пріоритетність відмов через аналіз FMEA визначається відповідно до того, наскільки легко їх можна виявити, як часто вони виявляються та наскільки серйозними можуть бути наслідки. При використанні методу на практиці можна досягати успіху в наступних аспектах: FMEA допомагає виявити всі можливі сценарії відмов обладнання, процесів або людських помилок, які можуть призвести до травм або професійних захворювань. Також метод дозволяє кількісно оцінити ризики, використовуючи такі параметри, як ймовірність виникнення, серйозність наслідків і можливість виявлення; допомагає визначити найбільш критичні ризики та розробити пріоритетні заходи для їхнього зниження; на основі результатів аналізу FMEA можна розробити конкретні запобіжні заходи, такі як інструкції з безпеки, процедури обслуговування обладнання або навчання персоналу. Цей метод є ітераційним процесом, який дозволяє постійно вдосконалювати систему управління безпекою праці на підприємстві.

Висновки. Результати дослідження показують, що проактивне виявлення та вирішення потенційних безпекових проблем до того, як вони виникнуть, може допомогти знизити рівень травматизму для персоналу, який працює на підприємстві. Однак метод FMEA є ефективним лише в тому випадку, якщо він виконується досвідченим персоналом з великими знаннями про особливості виробничого процесу та вміє використовувати додаткові інструменти для підтримки впровадження методів управління безпекою праці.

Література

1. Wolniak R. (2019), Problems of use of FMEA method in industrial enterprise, *Production engineering archives*, 23, 12-17. DOI: 10.30657/pea.2019.23.021.
2. Fatih D. (2022), FMEA application in production processes and its effects to the manufacturer. *Archives of engineering knowledge*, Vol. 7 Is. 1, 27-32.

10. Stress in professional activities: its types and impact on occupational safety

Pavlo Onofrienko, Alina Siryk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Stress is one of the most common pathological conditions of modern man. Researchers are faced with the question of studying the impact of industrial stress on the body of workers, and under what conditions the impact of stress on occupational safety is noted, taking into account its consequences.

Materials and methods: The study used methods of analysis and generalization of scientific information on the selected topic.

Results. In recent years, there has been an increase in the level of stress, as well as the associated anxiety states – depression and burnout syndrome, which leads to the spread of psychological maladjustment of employees. The working population is under continuous influence of both social and professional stress.

Psychosocial risks may be related to job duties or work schedules, specific job characteristics, or career opportunities. The effects of stress can be both negative (distress) and positive (eustress). In general, the eustress /distress paradigm is used in many fields and contexts, and the theory behind it differs significantly in different fields [1]. Thus, a certain reinterpretation of the concept of "stress" is taking place in society. The main Factors influencing an employee's stress response, which are determined not only by the nature of the stressor itself, are: individual levels of emotional resilience, previous experience, personal characteristics (optimism, anxiety, self-confidence, etc.); degree of control over events based on the context of the situation, support from the environment, availability of resources to overcome difficulties; energy level, fatigue, presence of chronic diseases, and physiological conditions that can affect the perception of stress.

With sufficient resources to adapt to stressors, stress is perceived as a challenge rather than a threat, which contributes to the development of eustress. On the other hand, in the case of a lack of resources or constant exposure to excessive loads, there is a risk of developing distress, which can have negative consequences. Distress is considered a negative factor, accompanied by anxiety, exhaustion, emotional burnout and can lead to serious health problems with impaired mental state, which, in turn, affects occupational safety. Eustress, in turn, is considered a positive factor, since it stimulates motivation, contributes to increased productivity and personal development, it can help a person overcome challenges, find new solutions and maintain concentration in critical or emergency situations.

Conclusions. The results of the study show that the employee's reaction to stress is a multifaceted process and depends on the individual perception of the stressful situation, the ability to adapt. The same stress factor can cause eustress in one person and distress in another, depending on the level of preparedness, emotional stability and life and professional experience. When focusing on the factors that determine the reaction to stressful situations, it is necessary to develop adaptation strategies. This will reduce the negative impact of stress on the employee and increase the level of occupational safety.

References

1. Bienertova-Vasku J., Lenart P. & Scherlinger M. (2020), Eustress and Distress: Neither Good No Bad, but Rather the Same? *Bio Essays*, Vol. 42, Is.7, 1900238. <https://doi.org/10.1002/bies.201900238>

11. Оцінка професійних ризиків – підвищення ефективності системи управління охороною праці підприємств галузі гостинності

Сергій Шваб, Ольга Євтушенко, Аліна Сірик
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Готельне та ресторанне господарство – важлива складова індустрії гостинності, одна з найбільш динамічних галузей економіки, де охорона праці є головною складовою безпеки гостей і персоналу. Організація ефективної системи охорони праці є обов'язковою умовою для готелів і ресторанів, які прагнуть досягти високого рівня якості послуг і підтримувати свою репутацію.

Матеріали і методи. Дослідження проводилось на основі методу оцінки професійних ризиків й узагальнення наукових результатів за темою роботи.

Результати і обговорення. Організація робіт з охорони праці покладається на керівника закладу готельно-ресторанного бізнесу, тобто на роботодавця. Система управління охороною праці (СУОП) є базовою основою у забезпеченні безпеки праці працівників. Саме рівень СУОП, як складової загальної системи управління підприємства сфери гостинності, визначає його успішність та безпечність. При аналізі ефективності функціонування СУОП одним із показників її функціонування є рівень нещасних випадків та професійних захворювань. На підприємствах України, де впроваджено ризикоорієнтовану СУОП, використовують різні методи оцінки ризиків [1]. Але всі вони передбачають складання карт ідентифікації небезпек (або карти ризиків), розроблення заходів для їх усунення або зниження рівня професійних ризиків на робочих місцях. Це досягається шляхом виявлення та оцінки професійних ризиків, пов'язаних з конкретними видами діяльності, і вжиття відповідних заходів для їх запобігання та контролю. Розробка та впровадження процедур і стандартів безпеки, а також навчання персоналу з питань охорони праці є невід'ємною частиною цього процесу. Процес управління ризиками включає певний набір етапів, кожен з яких повинен здійснюватися у визначеній послідовності. У переважній більшості цих стандартів процес управління ризиками складається з таких етапів як: ідентифікація ризику, аналіз ризику, вибір методів впливу на ризик, прийняття рішень, моніторинг і контроль ризиків. Під час виявлення професійних ризиків (якісна складова) ідентифікуються всі ризики, які характерні для даного суб'єкта господарювання, а під час оцінки ризиків (кількісна складова) визначаються ймовірність та величина можливого збитку або втрат [1]. Результатом цього є формування набору сценаріїв розвитку небезпечних ситуацій для суб'єктів господарювання готельно-ресторанної індустрії. Авторами запропоновано картосхему професійних ризиків на прикладі робочої зони – кухні, ресторану інноваційного апарат-готелю «CITYHOTEL RESIDENCE» із зазначенням небезпечних факторів та заходів їх контролю.

Висновки. Отже, запропоновано удосконалення СУОП підприємств галузі гостинності в частині управління професійними ризиками, що дає змогу визначати відповідний інструментарій впливу на них з урахуванням встановлених цілей, наявних та необхідних ресурсів, а це, в свою чергу, підвищить ефективність підготовки, прийняття та реалізації управлінських рішень з безпеки праці.

Література

1. Юдіна О.І., Язіна В.А. & Вишнікіна О.В. (2022), Удосконалення системи охорони праці у сфері готельно-ресторанної справи. *Економіка та суспільство*, №44. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-44-37>

12. Analysis of the Requirements of the EU Strategic Framework on Safety and Health at Work

Diana Golovnya, Olga Yevtushenko, Alina Siryk, Svitlana Litvynchuk
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Healthy and safe working conditions are a prerequisite for a healthy and productive workforce. Protecting workers from hazardous factors that threaten health and safety at work is a key component of ensuring stable, decent working conditions and promoting high OSH (Occupational Safety and Health) standards at the international level.

Materials and Methods. The study was conducted based on the analysis of the EU Strategic Framework on Safety and Health at Work for 2021-2027 and the synthesis of scientific results on the topic of the work.

Results. EU legislation in the field of occupational safety and health (OSH) plays an extremely important role in protecting the health and safety of nearly 170 million EU workers [1].

The EU Strategic Framework on Safety and Health at Work for 2021-2027 is titled "Safety and Health at Work in a Changing World of Work" and focuses on three main objectives:

- 1) predicting and managing changes in the new world of work caused by greening, digitalization, and demographic shifts;
- 2) improving the prevention of accidents at work and occupational diseases;
- 3) strengthening preparedness for potential future health crises.

The process of achieving these three goals is based on: social dialogue; strengthening the evidence base; strengthening law enforcement; raising awareness; and funding. This allows for the formulation of an updated model of the occupational safety management system in terms of reducing the loss of workers' health and lives. An important condition for reducing injuries is the updating of EU rules on hazardous substances to combat reproductive, respiratory, and oncological diseases through consultations with social partners to reduce the limit values of harmful substances in the air of work areas, determine a priority list of reprotoxicants, etc. In addition, to implement the "Zero Death" approach, it is planned to provide improved guidance and training on risk assessment and accident prevention measures, particularly for micro-enterprises. Unfortunately, the occupational safety and health management system is based on the principle of "corrective actions," that is, responding to dangerous incidents and situations, rather than the principle of "preventive actions," that is, preventing dangerous incidents and situations.

Conclusion. Thus, supporting and improving worker protection standards based on the EU Strategic Framework is an urgent need, given that Ukraine is moving towards the European Union. It is important that since 2023, the Ukrainian National OSH Strategy has been adopted at the state level based on the adopted EU Strategic Framework. This will confirm not only Ukraine's European integration movement but also the authorities' readiness for truly revolutionary and rapid changes in the field of safety and health at work.

References

1. EU STRATEGIC FRAMEWORK ON HEALTH AND SAFETY AT WORK 2021–2027. Access: <https://osha.europa.eu/en/safety-and-health-legislation/eu-strategic-framework-health-and-safety-work-2021-2027>

13. Оптоволоконні провідники в інформаційних системах

Максим Пархомчук, Наталія Медвідь

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оптоволоконні провідники є важливою складовою сучасних інформаційних систем, які забезпечують швидку, надійну та захищену передачу даних. Завдяки своїм характеристикам вони поступово витісняють традиційні мідні кабелі, що використовувалися раніше [1].

Матеріали і методи. У роботі розглянуто принцип роботи оптоволоконних кабелів, їхню структуру та фізичні властивості, що забезпечують ефективну передачу сигналу. Проаналізовано технічні характеристики оптичних провідників, методи їх встановлення та використання у різних сферах. Здійснено аналіз переваг і недоліків оптичних технологій у порівнянні з традиційними мідними кабелями.

Результати. Основний принцип роботи оптоволоконних провідників базується на явищі повного внутрішнього відбивання [2]. Коли світлові імпульси передаються через сердечник кабелю, вони багаторазово відбиваються від внутрішньої оболонки, не виходячи за її межі. Це дозволяє мінімізувати втрати сигналу та забезпечити його стабільність навіть на великих відстанях. Сердечник виготовляється зі спеціального оптичного скла або пластику, що забезпечує високу якість передачі сигналу.

Оптоволоконні кабелі мають низку переваг, які роблять їх незамінними в інформаційних системах. Вони здатні передавати дані зі швидкістю до кількох терабіт на секунду, що значно перевищує можливості мідних кабелів. Оптичні кабелі не піддаються впливу електромагнітних завад, що робить їх надійними навіть у промислових умовах. Крім того, оскільки передача даних здійснюється світлом, її практично неможливо перехопити без фізичного втручання, що підвищує рівень безпеки інформації. Оптоволоконні кабелі також мають невелику вагу та компактні розміри, що спрощує їх транспортування та встановлення [3].

Попри всі переваги, оптичні технології мають і певні недоліки. Висока вартість виробництва та монтажу є однією з головних проблем, оскільки матеріали для оптоволокна дорожчі за мідь, а встановлення потребує спеціального обладнання та висококваліфікованих фахівців. Оптичне волокно є досить крихким, що вимагає обережного поводження та відповідних методів укладання. Також ремонт таких кабелів є складним процесом, оскільки потребує точного з'єднання або зварювання волокон за допомогою спеціалізованих пристроїв.

Висновки. Оптоволоконні провідники є основою сучасних інформаційних мереж, забезпечуючи швидку та надійну передачу даних. Подальший розвиток технологій спрямований на створення багатоядерних волокон, впровадження новітніх методів квантової криптографії та здешевлення виробництва. Оптоволоконні системи продовжуватимуть вдосконалюватися, розширюючи свої можливості у різних сферах діяльності.

Література

1. Іваненко О. В. Оптичні системи зв'язку: теорія та практика. – Київ: Техніка, 2020. – 320 с.
2. Сидоренко М. П., Ковальчук В. І. Основи оптоволоконних технологій. – Львів: Видавництво ЛНУ, 2019. – 280 с.
3. Гриценко Ю. В. Сучасні методи передачі даних: навчальний посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 256 с.

14. Принцип роботи електронного мікроскопа

Андрій Хорошун, Даніла Сапа, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Електронна мікроскопія стала важливою методикою дослідження біологічних та біотехнологічних об'єктів [1]. Електронний мікроскоп має високу роздільну здатність, завдяки чому дозволяє вивчати структуру матеріалів на рівні, що перевищує можливості оптичних мікроскопів.

Матеріали та методи. Робота зосереджена на вивченні сучасних досягнень у сфері електронної мікроскопії, принципів її роботи та практичного використання у дослідженнях. Розглянуто основні види електронних мікроскопів та їх принципи роботи: трансмісійний електронний мікроскоп (ТЕМ), сканувальний електронний мікроскоп (SEM) та мікроскоп (АЕМ) з рентгенівськими детекторами [2].

Результати. Метод електронної мікроскопії базується на використанні електронного променя замість світла, що забезпечує значно вищу роздільну здатність. Завдяки цьому можна вивчати наноструктури матеріалів, включно з окремими атомами й молекулами. Електронний мікроскоп дає можливість отримувати детальну інформацію про структури, морфологію та хімічний склад зразків на рівні, недоступному для оптичних мікроскопів.

Основний принцип роботи електронного мікроскопа полягає у фокусуванні пучка електронів на досліджуваному об'єкті [3]. Генерується потік електронів за допомогою гармати, що фокусується конденсорними лінзами у тонкий пучок і прискорюються високою напругою, яка може сягати від 100 до 1000 кіловольтів. Електронний пучок проходить через зразок, де електрони розсіюються залежно від товщини та густини матеріалу. Щільніші ділянки зразка розсіюють більше електронів і виглядають темнішими, тоді як прозорі ділянки виглядають яскравішими. Після проходження через зразок пучок потрапляє до об'єктивної лінзи, яка формує проміжне зображення, а окулярні лінзи забезпечують остаточне збільшення зображення.

Активно розвивається 3D-електронна мікроскопія, що надає можливість отримувати тривимірні зображення зразків, зберігаючи високу роздільну здатність. Крім того, електронні мікроскопи не лише формують зображення, але й можуть здійснювати спектральний аналіз (за оснащення рентгенівськими детекторами). Коли електронний пучок взаємодіє зі зразком, він викликає випромінювання характеристичних рентгенівських променів, які унікальні для кожного хімічного елемента.

Висновки. Електронні мікроскопи широко застосовуються в матеріалознавстві, біології, медицині та нанотехнологіях. Їх використання відкриває нові перспективи у дослідженнях, які потребують точного аналізу мікроскопічних об'єктів.

Література

1. Koster A.J., Klumperman J. Electron microscopy in cell biology: integrating structure and function. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2003 Sep;Suppl:SS6-10. PMID: 14587520.
2. Vernon-Parry K.D. Scanning electron microscopy: an introduction, III-Vs Review, Volume 13, Issue 4, 2000, Pages 40-44, ISSN 0961-1290. Access: [https://doi.org/10.1016/S0961-1290\(00\)80006-X](https://doi.org/10.1016/S0961-1290(00)80006-X)
4. <https://microbenotes.com/electron-microscope-principle-types-components-applications-advantages-limitations/>

16.2.

Higher mathematics

Chairperson – professor Ivan Yuryk

Secretary – associate professor Oleksii Zinkevych

16.2.

Вища математика

Голова – професор Іван Юрик

Секретар – доцент Олексій Зінькевич

1. Кафедра вищої математики імені професора В. І. Можара (до 95-ої річниці заснування)

Кирило Шацький, Іван Юрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна



Одночасно із заснуванням в 1930 р. Київського інституту цукрової промисловості в його штаті розпочали свій творчий шлях 6 фундаментальних кафедр і серед них кафедра вищої математики, яка є однією із тих, що не змінила своєї назви за 90 років.

У той час у Всеукраїнській Академії Наук (ВУАН) активно працювала плеяда геніальних математиків: М. Кравчук, Д. Граве, М. Крилов та інші. Вони зробили вагомий внесок у розвиток світової математичної науки і поставили українську математичну школу на один рівень з найкращими науковими школами світу.

ВУАН постійно готувала науково-педагогічні кадри для вищих навчальних закладів України, і одним з найталановитіших учнів академіка М. Кравчука був Можар Володимир Іванович, який і став першим завідувачем кафедри.

Всебічно обдарований і високоосвічений в різних галузях науки і культури проф. В. І. Можар без сумніву належав до інтелектуальної творчої еліти українського народу. За свідченням рідних і близьких він вільно володів декількома іноземними мовами: англійською, німецькою, французькою та ін.

Аналізуючи тільки ті роботи, які збереглися до сьогодні, приходиш до висновку, що кафедра вищої математики в той час працювала надзвичайно результативно і на високому рівні. Так, за період з 1930–36 рр. кафедра підготувала і видала два посібники з вищої математики українською мовою.

Можар В. І. 1937 р. від'їхав до Москви для доповіді своєї роботи на науковому семінарі, проте 27.04.1937 р. був заарештований органами НКВС, як активний учасник націонал-фашистської терористичної організації, а 9 листопада 1937 р. розстріляний. Так, лише за просування українізації, на злеті розквіту життєвих і творчих сил, на тридцять сьомому році життя обірвалася діяльність талановитого математика, видатного педагога, першого завідувача кафедри вищої математики проф. Володимира Івановича Можара. Місце його могили на сьогоднішній день не відоме. 03.08.1956 р. справу було переглянуто і Володимир Іванович був повністю реабілітований.

Трагічно закінчився перший період (1930–1937 рр.) надзвичайно високих науково-методичних досягнень колективу кафедри. Після цього над кафедрою пронісся процес руйнації і всі попередні досягнення були перекреслені.

В 1974 р. кафедрі очолив доцент І. П. Побиванець. Він багато уваги приділяв кадровій політиці. За 20-ти річний період роботи кафедри під керівництвом доцента Побиванця її штат постійно зростав і збільшився майже у два рази. Кафедра значно "омолодилася" і були роки, коли найстарший викладач мав всього 50 років. Суттєві зміни в роботу кафедри вніс закон "Про державну мову". На кафедрі був підготовлений посібник з математики державною мовою, який виграв всеукраїнський конкурс і який побачили студенти та педагоги України в 1993 р.: Дубовик В. П., Юрик І. І. Вища

математика. Навч. посібник. – К.: Вища школа. Це перший посібник українською мовою для студентів технічних і технологічних вузів, який витримав багато перевидань з загальним тиражем понад 100 тис. і яким користуються студенти вузів по всій Україні. Протягом року колектив кафедри під цей посібник підготував збірник задач, який вийшов з друку тільки 1999 р., дякуючи зусиллям вже нового завідувача кафедри професора М. А. Мартиненка. Під його керівництвом, опираючись на значний попередній досвід підготовки широкого кола методичних розробок, кафедра після 1994 р. взяла курс на підняття методичної роботи на вищий фаховий рівень. Робота колективу була спрямована на підготовку навчальних посібників і підручників, зокрема, з теорії ймовірностей та математичної статистики, математичного програмування і теорії функцій комплексної змінної.

Сьогодні, завдяки наполегливості М. А. Мартиненка, кафедра вищої математики НУХТ носить ім'я професора В. І. Можара.

В 2017 р. кафедру очолив професор Юрик І. І. Кафедра одразу взяла курс на максимальне використання попереднього педагогічного досвіду колективу і успішно продовжила працювати над усіма переліченими вище основними напрямками науково-методичних досліджень. Викладачі кафедри працюють на всіх факультетах університету і забезпечують викладання наступних навчальних дисциплін: "Вища математика", "Теорія ймовірностей та математична статистика", "Теорія ймовірностей та випадкові процеси", "Вища математика для економістів", "Математика", "Вища математика для харчових технологій", "Дискретна математика". Для покращення навчального процесу викладачі кафедри працюють над створенням методичних рекомендацій, конспектів лекцій та навчальних посібників. У процесі розробки робочих навчальних планів і програм дисциплін використовується передовий досвід інших вищих навчальних закладів.

Викладачі кафедри готують фахівців також у відокремлених структурних підрозділах НУХТ – регіональних навчальних центрах.

Кожного року викладачі кафедри приймають активну участь у зарубіжних, міжнародних та всеукраїнських конференціях.

Кафедра вищої математики НУХТ співпрацює з науковими та вищими навчальними закладами України, серед яких: Інститут математики НАН України, Інститут механіки ім. С. П. Тимошенка НАН України, Національний університет ім. Тараса Шевченка, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "ХАІ", Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова, Національний університет біоресурсів і природокористування, Національний технічний університет України "КПІ".

Високопрофесійний, досвідчений і дружний колектив математиків і його творчі надбання в педагогічній, науково-методичній і виховній роботі дає право і підстави сподіватися на чудове майбутнє кафедри вищої математики ім. проф. 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. Про існування і єдиність псевдооберненої матриці

Артем Бабенко, Іван Юрик

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для квадратної неособливої матриці A існує обернена матриця. Якщо A прямокутна то символ A^{-1} немає сенсу. Однак виявляється, що для довільної матриці існує псевдообернена матриця, що володіє деякими властивостями оберненої матриці і має важливе застосування у прикладних задачах.

Розглянемо матричне рівняння $AXA = A$ (1)

Якщо A квадратна матриця, то це рівняння має єдиний розв'язок $X = A^{-1}$. Якщо A довільна прямокутна $m \times n$ – матриця, то розв'язок X має розмір $n \times m$, але не визначається однозначно. Покажемо, що серед цих розв'язків є тільки один, у якого рядки і стовпці є лінійними комбінаціями відповідних рядків і стовпців матриці A^* , який називають псевдооберненою матрицею для A і позначають A^+ .

Матеріали та методи. Означення. Матриця A^+ розміром $n \times m$ називається псевдооберненою для $m \times n$ – матриці A , якщо

$$A^+AA^+ = A, \quad A^+ = UA^* = A^*V \quad (2)$$

де U, V – деякі матриці. Нехай маємо скелетний розклад $A = BC$ матриці A . Будемо шукати спочатку псевдообернені матриці B^+ і C^+ . За означенням

$$BB^+B = B, \quad B^+ = UB^* \quad (3)$$

де U – деяка матриця. Тому $BUB^+B = B$. Звідси $U = (B^*B)^{-1}$, а із (3) маємо

$$B^+ = (B^*B)^{-1}B^* \quad (4)$$

Аналогічно знаходимо

$$C^+ = (C^*C)^{-1}C^* \quad (5)$$

Результати та обговорення. Покажемо, що матриця

$$A^+ = C^+B^+ = C^*(CC^*)^{-1}(B^*B)^{-1}B^* \quad (6)$$

задовільняє умову (2) і тому є псевдооберненою матрицею для A .

$$\text{Дійсно } AA^+A = BCC^*(CC^*)^{-1}(B^*B)^{-1}B^*BC = BC = A$$

З другої сторони, із (3) - (6), враховуючи, що $A^* = C^*B^*$, $K = (CC^*)^{-1}(B^*B)^{-1}$ знаходимо $A^+ - C^+KB^+ = C^+K(CC^*)^{-1}CC^+B = UC^+B^+ = UA^+$, $A^* = C^+KB^+ = C^*B^*B(B^*B)^{-1}KB^* = C^*B^*V = A^*V$, де $U = C^+K(C^*)^{-1}C$, $V = B(B^*B)^{-1}KB^*$

Покажемо, що для даної матриці A не існує двох різних псевдообернених матриць A_1^+ і A_2^+ . Дійсно, із рівностей $AA_1^+A = AA_2^+A = A$, $A_1^+ = U_1A^* = A^*V_1$, $A_2^+ = U_2A^* = A^*V_2$, маємо $ADA = O$, $D = UA^* = A^*V$, де $D = A_2^+ - A_1^+$, $U = U_2 - U_1$, $V = V_2 - V_1$.

Звідси $(DA)^*DA = A^+D^+DA = A^*U^*ADA = O$ і тому $DA = O$, $DD^* - DAU^* = O$, $D = A_2^+ - A_1^+ = O$

Висновок. Таким чином, доведено, що для довільної прямокутної матриці A існує тільки одна псевдообернена матриця A^+ , яка визначається за формулою (6), де $A = BC$. З означення псевдооберненої матриці випливає, що у випадку квадратної матриці A псевдообернена обернена матриця A^+ співпадає з оберненою матрицею A^{-1} .

Література. 1.Ю.В. Бондарчук, Б.В. Олійник, Лінійна алгебра та аналітична геометрія, Київ, 2015, с. 150

2.І.Г. Ключник, Побудова псевдооберненої матриці та її застосування, Наукові записки 2(173), 2018-10-29.

3. Використання матриць у шифруванні (шифр Хілла)

Єлизавета Сікура, Юлія Васютинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Шифр Хілла є класичним прикладом лінійного алгебраїчного шифрування, заснованого на використанні матричних перетворень для кодування текстових повідомлень. Завдяки складності зворотних обчислень без знання ключа цей метод вирізняється високою криптостійкістю. Створений Лестером Хіллом у 1929 році, він відіграв значну роль у розвитку криптографії.

Матеріали та методи. Основою шифру Хілла є матричне множення. Для кодування тексту використовується квадратна матриця ключа K , елементами якої є числа, що відповідають літерам алфавіту. Відповідний відкритий текст перетворюється у вектор P , який множиться на K за модулем m . Важливо, щоб визначник матриці K був взаємно простим з m , інакше обернена матриця не існуватиме, що унеможливить розшифрування.

Результати та обговорення. Процес шифрування можна представити рівнянням: $C = P \cdot K \bmod m$ де C – зашифрований текст, P – вихідний текст (перетворений у числовий формат), K – матриця ключа, m – потужність алфавіту (наприклад, для латинських літер $m=26$).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Рис. 1. Таблиця відповідності латинських літер і чисельних значень.

Для прикладу, якщо маємо відкритий текст "HELP", ми перетворюємо кожну літеру на відповідне число за алфавітом ($H = 7, E = 4, L = 11, P = 15$) і використовуємо матрицю ключа: $K = \begin{pmatrix} 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{pmatrix}$. Перетворивши "HELP" у числовий формат, множимо отриманий вектор на K , застосовуючи арифметику за модулем 26. В результаті отримуємо новий вектор, що відповідає зашифрованому тексту "НІАТ". Розшифрування виконується за допомогою оберненої матриці K^{-1} , яку можна знайти за допомогою формули: $K^{-1} = \frac{1}{\det(K)} \cdot \text{adj}(K) \bmod m$ де $\text{adj}(K)$ – спряжена матриця, а $\det(K)$ – визначник матриці K . Знаходження оберненої матриці можливе лише у випадку, якщо $\det(K)$ має мультиплікативний обернений за модулем m , тобто $\det(K)$ повинно бути взаємно простим з m .

Висновок. Шифр Хілла - ефективний метод симетричного шифрування, що використовує матриці для забезпечення швидкості та надійності. Дозволяє шифрувати великі обсяги даних і забезпечує сильний рівень безпеки, особливо при використанні великих матриць та складних ключів.

Література. 1. Вільна енциклопедія: веб-сайт. URL: uk.wikipedia.org/wiki/Шифр_Хілла/ (дата звернення: 27.02.2025).

2. A Vector Space Approach to Generate Dynamic Keys for Hill Cipher. веб-сайт: URL: https://arxiv.org/abs/1909.06781?utm_source= (дата звернення: 2.03.2025).

4. Байєсівський аналіз як один з ймовірнісних методів оцінки ризиків шахрайства

Єлизавета Сікура, Юлія Васютинська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Байєсівський аналіз є ефективним інструментом оцінки ризиків шахрайства, що дозволяє оновлювати ймовірності ризику на основі нових даних.

Матеріали та методи. Метод базується на застосуванні теореми Байєса для визначення апостеріорної ймовірності шахрайства.

Результати та обговорення. Цей підхід дозволяє гнучко адаптувати оцінку ризику в залежності від нових спостережень. Використання Байєсівської моделі дозволяє не лише оцінити ймовірність шахрайства, а й прогнозувати потенційні ризики на основі попередніх тенденцій.

Розглянемо формальну постановку методу. Якщо $P(A)$ - апіорна ймовірність шахрайства, $P(B/A)$ - ймовірність спостережуваних ознак за умови шахрайства, а $P(B)$ - загальна ймовірність спостережень, то апостеріорна ймовірність визначається як:

$$P(A/B) = \frac{P(B/A)P(A)}{P(B)}$$

Для оцінки $P(B)$ використовують метод повної ймовірності:

$P(B) = P(B/A)P(A) + P(B/\bar{A})P(\bar{A})$, де $P(B/\bar{A})$ - ймовірність спостережуваних ознак за умови відсутності шахрайства, а $P(\bar{A})$ - апіорна ймовірність чесної діяльності. Оновлення ймовірностей відбувається кожного разу при отриманні нових даних, що дозволяє підвищити ефективність детектування шахрайства в реальному часі.

Приклад. Припустимо, що у банку зафіксовано підозрілу транзакцію. Відомо, що: апіорна ймовірність шахрайської транзакції $P(A) = 0,01$. Ймовірність того, що система виявить підозрілу активність при шахрайстві $P(B/A) = 0,9$. Ймовірність помилкової тривоги $P(B/\bar{A}) = 0,05$.

Тоді $P(B) = P(B/A)P(A) + P(B/\bar{A})P(\bar{A}) = (0,9 \cdot 0,01) + (0,05 \cdot 0,99) = 0,0585$

Обчислюємо апостеріорну ймовірність $P(A/B) = \frac{P(B/A)P(A)}{P(B)} \approx 0,154$

Отже, якщо система позначила транзакцію як підозрілу, ймовірність того, що вона справді шахрайська, становить 15,4%.

Висновок. Байєсівський аналіз дозволяє уточнювати ймовірність шахрайства на основі доступних даних. Навіть при невеликій апіорній ймовірності підозрілі транзакції можуть мати значний рівень ризику. Це допомагає фінансовим установам мінімізувати помилкові спрацьовування та підвищувати точність моніторингу.

Література: Левенчук, Л. Б. Байєсівський аналіз даних у моделюванні та прогнозуванні нелінійних нестационарних процесів / Л. Б. Левенчук, П. І. Бідюк // Наукові вісті КІП : міжнародний науково-технічний журнал. – 2020. – № 3(130). – С. 14–23.

5. Застосування властивостей функції до розв'язання рівнянь

Павло Слюсар, Олексій Зінкевич

Національний університет харчових технологій. Київ. Україна

Вступ. Монотонність функції дозволяє спростити розв'язання окремі види рівнянь.

Матеріали та методи. *Теорема.* Якщо функція $y = f(x)$ монотонно зростає, то рівняння $f(x) = x$ (1) і $f(f(x)) = x$ (2) еквівалентні, тобто $f(f(x)) = x \Leftrightarrow f(x) = x$.

Доведення. Нехай функція $y = f(x)$ монотонно зростає. Якщо x_0 – корінь рівняння (1), то $f(f(x_0)) = f(x_0) = x_0$, тобто x_0 – корінь рівняння (2). Доведемо тепер, що якщо число x_0 – корінь рівняння (2), то воно буде і коренем рівняння (1). Маємо $f(f(x_0)) = x_0$. Припустимо, що $f(x_0) \neq x_0$. Прийmemo для визначеності: $f(x_0) > x_0$. Тоді, враховуючи, що $f(x)$ зростає, маємо: $f(f(x_0)) > f(x_0) > x_0$, а це суперечить припущенню $f(f(x_0)) = x_0$. Теорема доведена.

Результати та обговорення. *Приклад.* Розв'язати рівняння $8(\sin^2 x + 1)^2 + 50 = 125 \sin x$.

Розв'язання. Виконаємо еквівалентні перетворення:

$$\left(8(\sin^2 x + 1)^2 + 50\right) / 125 = \sin x \Leftrightarrow \left(\left((\sin^2 x + 1) / 2.5\right)^2 + 1\right) / 2.5 = \sin x.$$

Введемо нову змінну $t = \sin x$, $0 \leq t \leq 1$. Маємо $\left(\left((t^2 + 1) / 2.5\right)^2 + 1\right) / 2.5 = t$. При $t < 0$ рівняння розв'язків немає. Функція $f(t) = \left((t^2 + 1) / 2.5\right)^2 + 1$ монотонно зростає при $0 \leq t \leq 1$, $f(f(t)) = \left(\left(\left((t^2 + 1) / 2.5\right)^2 + 1\right) / 2.5\right)^2 + 1$.

За теоремою маємо: $\left(\left(\left((t^2 + 1) / 2.5\right)^2 + 1\right) / 2.5\right)^2 + 1 = t \Leftrightarrow (t^2 + 1) / 2.5 = t$.

З двох коренів $t_1 = 0,5$ і $t_2 = 2$ рівняння $2t^2 - 5t + 2 = 0$ нас цікавить тільки перший корінь ($0 \leq t \leq 1$).

Отже, $\sin x = 0,5$, $x = (-1)^k (\pi/6) + \pi k$, $k \in \mathbb{Z}$. Ці корені і будуть шуканими коренями заданого рівняння.

Висновок. Іншими способами розв'язок цього рівняння викликає ускладнення.

6. Застосування диференціальних рівнянь в теорії кривих

Іван Дюбакін¹, Володимир Листопад¹, Володимир Шоха²

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²ВСП Фаховий коледж мистецтв та дизайну КНУТД, Київ, Україна

Вступ. Показати математичну модель, яка описує рух по горизонтальній поверхні деякого масивного тіла під дією сили натягу нитки постійної довжини, та продемонструвати застосування властивостей утвореної кривої у технічних розробках.

Матеріали та методи. Знайти криві, у яких відрізок дотичної до перетину з віссю абсцис зберігає сталу величину a .

Результати та обговорення. Нехай $y = y(x)$ — рівняння кривої, l — дотична, MT — відрізок дотичної, PT — піддотична (Рис. 1).

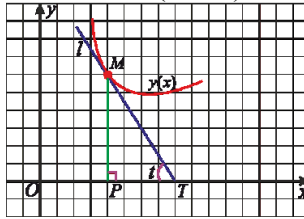


Рис. 1

$$\text{Як відомо, } MT = \left| \frac{y}{y'} \right| \sqrt{1 + (y')^2}, \quad PT = -\frac{y}{y'}.$$

За умовою $MT = a$, тоді отримаємо диференціальне рівняння

$$\left| \frac{y}{y'} \right| \sqrt{1 + (y')^2} = a \quad \text{або} \quad y' = \frac{-y}{\sqrt{a^2 - y^2}} \quad (\text{враховано розміщення фігур на рисунку1}).$$

Оскільки $y = a \sin t$, то

$$y' = \frac{dy/dt}{dx/dt} = \frac{a \cos t}{dx/dt} = -\operatorname{tg} t \Rightarrow \frac{dx}{dt} = -a \frac{\cos^2 t}{\sin t} \Rightarrow x = -a \left(\ln \operatorname{tg} \frac{t}{2} + \cos t \right).$$

Отримали криву, яка визначається параметричними рівняннями

$$x = -a \left(\ln \operatorname{tg} \frac{t}{2} + \cos t \right), \quad y = a \sin t.$$

Кривими, у яких відрізок дотичної до перетину з віссю абсцис зберігає сталу величину a , є сімейство трактрис. Трактриса – траєкторія руху одного кінця стержня, який тягнуть за другий кінець. Трактриса з асимптотою є твірною псевдосфери. Дана фігура характеризується рядом переваг і являє собою нескінченно протяжне в просторі тіло псевдосфери, яке має кінцевий обсяг і кінцеву площу поверхні.

Висновок. Саме ця властивість псевдосфери дозволяє за допомогою антен-напівпсевдосфер створити кінцеву, обмежену в просторі, енергетично замкнуту систему бездротової передачі електричної енергії в навіолорезонансному режимі.

7. Вторинне використання відходів скла як шлях зменшення навантаження на довкілля

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. Одним з основних завдань екології є збереження ресурсів життєзабезпечення довкілля під впливом антропогенних чинників, їх охорона і раціональне використання.

Матеріали та методи. Відходи скла, основну масу яких складає склобій; Створення ресурсозберігаючих технологій, в яких замість первинних застосовуються вторинні сировинні матеріали, що дозволяє понизити об'єми розміщення в довкіллі неутилізованих відходів і залучити їх в ресурсний цикл, понизивши при цьому об'єми використання первинний природного ресурсу.

Результати та обговорення. Неутилізовані відходи скла, що розміщуються в довкіллі без проведення необхідних захисних заходів, викликають забруднення ґрунтів, поверхневих та і підземних вод продуктами вилугування, виводять землі з господарського обороту в результаті засмічення травмуючими уламками скла, що призводить до обмеження природокористування.

Згідно із статистичними даними сумарна кількість відходів скла що утворюються в промислових країнах відповідає від 10 до 75 % від усього зробленого скла.

В Україні доля скла складає для різних регіонів від 3 до 8 % від маси усіх твердих комунальних відходів. При цьому відходи скла, переважно, навіть не сортуються, а поступають на полігони твердих відходів.

Виділення з твердих побутових відходів скла для подальшої переробки і утилізації шляхом первинного сортування в місцях утворення побутових відходів при роздільному або неповному роздільному зборі, а також після сортування (ручною і механізованою) на смітсортувальних підприємствах трудомістко і економічно мало рентабельно. Отримане скло є сумішшю різних сортів скла і не може бути використане повторно в скляній промисловості - одному з основних потенційно можливих споживачів склобою.

Екологічна небезпека відходів скла має декілька складових. Передусім, відходи скла, потрапляючи в довкілля здатні чинити травмуючу дію на будь-які живі організми, включаючи людину. Проте специфічний і неконтрольований характер цієї небезпеки зараз не може бути оцінений навіть приблизно. Крім того, потрапляючи в довкілля відходи скла піддаються вилугуванню водою атмосферних опадів.

Висновок. Використання склобою як вторинної сировини є важливим напрямком ресурсозбереження та зниження негативного впливу на довкілля. Незважаючи на значну кількість скляних відходів, їх утилізація та переробка ускладнюються через недостатню систему сортування і відокремлення скла різних типів.

Література. Обозна, Д.; Прокопенко, Н. В. Вторинне використання відходів скла як шлях зменшення навантаження на довкілля. 2020.

Орел, О. І. (2014). Екологічні послуги як інструмент національної екологічної політики. Збалансоване природокористування, (1), 101-108.

Стень, С. Я. (2023). Екологічна оцінка ефективності рециклінгових технологій щодо зменшення забруднення довкілля.

8. Математичне моделювання та прогнозування епідеміологічних захворювань

Ангеліна Макуха, Оксана Мулява

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Запропоновано підхід до апроксимації статистичних даних щодо загальної кількості померлих від COVID-19. Основним критерієм вибору моделі було найкраще наближення статистичних даних.

Матеріали та методи. Огляд та аналіз літературних джерел методів обробки та апроксимації статистичних даних для вибору оптимальної математичної моделі.

Результати та обговорення. Серед багатьох функцій для моделювання була обрана така:

$$y(t) = \frac{A}{2} \left(1 + \operatorname{erf} \left(\frac{\ln t - \mu}{\sqrt{2\sigma^2}} \right) \right), \quad \mu \in \mathbb{R}, t, \sigma^2 > 0,$$

$$\text{де } \operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt - \text{функція помилок.}$$

Ця функція розподілу ймовірностей для логнормального розподілу, помножена на число A . Сам логнормальний розподіл широко застосовується у статистиці для ймовірнісної оцінки вартості активу в майбутньому, а для опису загальної кількості померлих від COVID-19 цікавими є дві його характеристики: – графік цього розподілу має правобічну скошеність (асиметричність), притаманну графіку реальної статистики померлих; – за необмеженого зростання параметру часу t цей графік асимптотично наближається до деякого числа (в моделі – числа A), що характеризує загальну кількість померлих.

Знайдені параметри моделі A – граничне значення графіка (кількість померлих). t_0 – абсциса точки перегину (кількість померлих пішла на спад), σ_0^2 – величина, що впливає на висоту точки перегину графіка, тобто характеризує якість і швидкість медичних заходів країни щодо виявлення та лікування від конкретного штаму вірусу.

Висновок. Логнормальна модель добре описує статистику летальних випадків, а знайдені параметри визначають швидкість і ступінь поширення пандемії, що можна використати для ліквідації даного штаму вірусу.

Література. 1. Хвищун І.О. Програмування і математичне моделювання : підручник / Львівський національний ун-т ім. Івана Франка. Київ : Ін Юре : Видавничий центр Львівського національного університету ім. Івана Франка, 2007. 544 с.

2. Статистика смертності від COVID-19 у світі. 20 листопада 2020 р. URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus>.

9. Георгій Вороний. Його вклад в сучасний світ математики та програмування

Володимир Хоменко, Оксана Мулява

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Георгій Вороний — видатний український математик, який зробив значний внесок у теорію чисел та обчислювальну геометрію. У дослідженні розглянуто його внесок у математику, зокрема, її застосування у сучасному програмуванні.

Матеріали та методи. Огляд та аналіз літературних джерел для вивчення життєвого шляху та наукових здобутків видатного українського вченого-математика.

Результати та обговорення. Георгій Вороний народився 28 квітня 1868 року в селі Журавка Полтавської губернії (нині Чернігівська область) в родині священника. Освіту він здобув у Прилуцькій гімназії, а згодом вступив до Санкт-Петербурзького університету, де навчався під наглядом видатного математика Андрія Маркова. Він захистив докторську дисертацію з теорії чисел у 1897 році. Вороний мав рідкісний талант до математики з юних років і отримав золоту медаль у гімназії. В університеті його роботи настільки вражали викладачів, що його рекомендували для подальших досліджень у галузі аналітичної теорії чисел. Попри проблеми зі здоров'ям, він продовжував працювати над науковими відкриттями.

Георгій Вороний зробив значний внесок у геометрію та теорію чисел. Його найвідомішою роботою є «Діаграми Вороного» — спосіб розбиття простору на області за відстанню до заданого набору точок. Це розбиття широко використовується у обчислювальній геометрії, географічних інформаційних системах, комп'ютерній графіці, аналізі даних, штучному інтелекті.

У 1908 році через тяжку хворобу Вороний помер у віці 40 років, залишивши вагомий науковий спадок. Його праці значно випередили свій час і стали основою для багатьох сучасних математичних теорій.

Висновок. Діаграми Вороного мають застосування в програмуванні та технологіях. Вони використовуються в алгоритмах машинного навчання, при моделюванні природних явищ, у комп'ютерному зорі та, навіть у розробці відеоігор. Багато сучасних мов програмування, таких як Python, C++, Java, мають бібліотеки для обчислення та візуалізації діаграм Вороного.

Література.

1. <https://uain.press/blogs/georgij-voronyj-matematyk-yakyy-vypereyv-svij-chas-na-stolittya-1027216>
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/Вороний_Георгій_Феодосійович

10. Застосування функцій багатьох змінних до задач на екстремуми

Тетяна Вересоцька, Оксана Ніколаєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В роботі розглядається застосування функцій багатьох змінних до розв'язання задач на відшукування екстремумів.

Матеріали та методи. Розглянемо наступну задачу. Із прямокутного листа жерсті шириною a (рис. 1 а) необхідно виготовити жолоб призматичної форми в такий спосіб, щоб поперечний переріз жолоба мав найбільшу площу. Яка ширина нахиленої частини жолоба і кут нахилу?

Результати та обговорення.

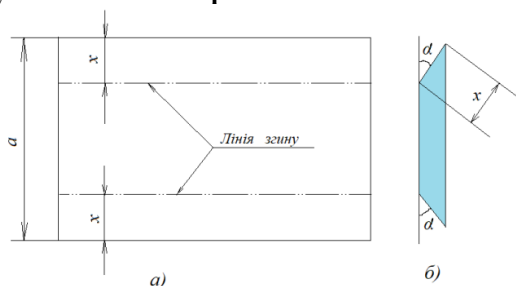


Рис. 1

Поперечний переріз жолоба являє собою рівнобічну трапецію (рис. 1б). Позначимо за S площу перерізу, за x ширину нахиленої грані жолоба, через α кут нахилу. Тоді нижня основа трапеції дорівнює $a - 2x$, а верхня $a - 2x + 2x \cos \alpha$. Висота трапеції $x \sin \alpha$.

Функція площі поперечного перерізу має вигляд:

$$S = ax \sin \alpha - 2x^2 \sin \alpha + x^2 \sin \alpha \cos \alpha .$$

Знайдемо частинні похідні:

$$S'_x = a \sin \alpha - 4x \sin \alpha + 2x \sin \alpha \cos \alpha ,$$

$$S'_\alpha = ax \cos \alpha - 2x^2 \cos \alpha + x^2 \cos 2\alpha .$$

Прирівнюємо частинні похідні до нуля та розв'яжемо систему:

$$\begin{cases} \sin \alpha (a - 4x + 2x \cos \alpha) = 0, \\ x(a \cos \alpha - 2x \cos \alpha + x \cos 2\alpha) = 0. \end{cases}$$

знаходимо, що $x = \frac{a}{3}$, $\alpha = \frac{\pi}{3}$. Отже, поперечний переріз жолоба має максимальне

значення при $x = \frac{a}{3}$, $\alpha = \frac{\pi}{3}$.

Висновок. Розглянуто застосування екстремуму функцій двох змінних до розв'язання практичних задач.

Література. 1. Дубовик, В.П. Вища математика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. /В.П.Дубовик, І.І. Юрик. -- 6-те вид. - К. : Ігнатекс-Україна., 2018. - 648 с.

11. Математичне моделювання моделей бойових дій

Владислав Карпов, Оксана Ніколаєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Серед ієрархії математичних моделей бойових дій важливе місце належить ланчерестерівським 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 та 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.

Введемо показник $K(t) = \frac{m_1(t)}{m_2(t)}$, що характеризує співвідношення сил сторін у процесі бою. Диференціюючи $K(t)$, та використовуючи рівняння системи (1) можна отримати диференціальне рівняння, що є рівнянням Ріккати для показника $K(t)$:

$$K' - \alpha_1 K^2 = -\alpha_2, \quad K(0) = N_1 / N_2.$$

Зробимо заміну $U = \frac{1}{K - \sqrt{\alpha_2/\alpha_1}}$, тоді рівняння можна звести до лінійного диференціального рівняння першого порядку, розв'язавши яке отримаємо $K(t) = \frac{1}{U(t)} + \sqrt{\alpha_2/\alpha_1}$. Ведення коефіцієнта $K(t)$ дозволяє без знаходження чисельності військ $m_1(t)$ та $m_2(t)$ робити прогноз бою та знаходити час продовження бою.

Висновок. Розглянуто та проаналізовано найпростішу модель Ланчестера за допомогою введення показника, що характеризує співвідношення сил.

Література. 1. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций: монография / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1964. – 388 с.

12. Застосування диференціальних рівнянь для обчислення сили змінного струму

Михайло Федін, Оксана Ніколаєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нехай в електричному ланцюгу опір дорівнює R , сила струму I збуджується електрорушійною силою E . Самоіндукція дорівнює L . Нехай відомо, що електрорушійна сила змінюється за законом $E = E_0 \sin \omega t$, де E_0 і ω – сталі величини. Необхідно визначити силу струму в ланцюгу в момент t за умови, що в початковий момент часу $t = 0$ сила струму $I_0 = 0$.

Матеріали та методи. Відомо, що для сили струму I та опору R втрата напруги дорівнює IR . Для ланцюга із самоіндукцією L втрата напруги дорівнює $L \frac{dI}{dt}$. Тому повна втрата напруги для всього ланцюга дорівнює $E = IR + L \frac{dI}{dt}$. Замінюючи електрорушійну силу E її значенням, отримаємо $\frac{dI}{dt} + \frac{R}{L} I = \frac{E_0}{L} \sin \omega t$.

Результати та обговорення. Розв'яжемо це рівняння методом Бернуллі. Нехай $I = uv$, де $u(t)$ і $v(t)$ є розв'язками системи диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dv}{dt} + \frac{R}{L} v = 0; \\ \frac{du}{dt} = \frac{E_0}{Lv(t)} \sin \omega t. \end{cases}$$

Після розв'язку першого рівняння одержимо $v(t) = e^{-Rt/L}$. Підставляючи це значення у друге рівняння, одержимо рівняння для визначення $u(t)$: $\frac{du}{dt} = \frac{E_0}{L} \sin \omega t \cdot e^{\frac{R}{L}t}$

, розв'язавши яке отримаємо $u = \frac{E_0 e^{\frac{R}{L}t} (R \sin \omega t - L \omega \cos \omega t)}{R^2 + \omega^2 L^2} + C$.

Остаточно маємо $I = \frac{E_0 (R \sin \omega t - L \omega \cos \omega t)}{R^2 + \omega^2 L^2} + C e^{-\frac{R}{L}t}$.

За заданих початкових умов $t = 0$, $I_0 = 0$ отримаємо $C = \frac{E_0 L \omega}{R^2 + \omega^2 L^2}$, звідки

$$I = \frac{E_0}{R^2 + \omega^2 L^2} \left(R \sin \omega t - L \omega \cos \omega t + L \omega e^{-\frac{R}{L}t} \right).$$

Даний розв'язок можна переписати у вигляді $I = \frac{E_0 L \omega e^{-\frac{R}{L}t}}{R^2 + \omega^2 L^2} + \frac{E_0 \sin(\omega t - \varphi)}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$.

Висновок. Сила струму, як доводить ця рівність, складається із двох частин. Перша має характер згасання, а друга – періодичний характер.

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.

13. Застосування формули Байєса в практичних задачах

Софія Бараненко, Олена Радзівська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. • Формула Байєса — це один із найважливіших інструментів теорії ймовірностей, який дозволяє оновлювати ймовірність події на основі нових даних.

Вона знайшла широке застосування в різних галузях: від медицини та фінансів до машинного навчання та штучного інтелекту. Основна ідея формули Байєса полягає в тому, що ми можемо уточнювати наші знання про подію, враховуючи нову інформацію. У сучасному світі, де дані грають ключову роль, формула Байєса допомагає приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності.

Матеріали та методи. Побудована теоретична модель багатогалузевої моделі Леонтьєва. Для отримання результатів використовувалась теорія матриць і лінійна алгебра.

Результати та обговорення. Розглянемо практичні приклади застосування формули Байєса :

1) Медична діагностика: потрібно визначити ймовірність того, що пацієнт хворий на певну хворобу, якщо тест дав позитивний результат.

В цьому випадку формула Байєса дозволяє врахувати точність тесту (ймовірність хибно позитивних та хибно негативних результатів) та поширеність хвороби в популяції. Наприклад, якщо хвороба зустрічається у 1% населення, а точність тесту становить 99%, то навіть при позитивному результаті ймовірність хвороби може бути не такою високою, як здається на перший погляд.

2) Фільтрація спаму: потрібно визначити, чи є електронний лист спамом, на основі наявних ключових слів. В цьому випадку формула Байєса використовується в алгоритмах навчання (наприклад, Naive Bayes), щоб обчислити ймовірність того, що лист є спамом, враховуючи частоту появи певних слів у спам-листах та звичайних листах.

Приклад: Якщо слово "виграш" часто зустрічається в спам-листах, то лист із цим словом матиме вищу ймовірність бути класифікованим як спам.

3) Фінансовий аналіз: потрібно оцінити ймовірність дефолту компанії на основі економічних показників. Формула Байєса дозволяє враховувати нові дані (наприклад, зміни у фінансових звітах) для оновлення ймовірності дефолту.

Приклад: Якщо компанія знизилла прибуток, це може збільшити ймовірність дефолту, і формула Байєса допомагає кількісно оцінити цей ризик.

4) Машинне навчання. Класифікація текстів або зображень на основі навчальних даних. Алгоритми, засновані на формулі Байєса (наприклад, Naive Bayes), використовуються для класифікації даних у задачах обробки природної мови (NLP) та комп'ютерного зору.

Висновок. Формула Байєса є потужним інструментом для аналізу даних та прийняття рішень в умовах невизначеності. Вона дозволяє враховувати нову інформацію та уточнювати наші знання про події, що робить її незамінною в таких галузях, як медицина, фінанси, машинне навчання тощо. Завдяки своїй простоті та ефективності формула Байєса залишається актуальною у світі, де дані грають ключову роль. У майбутньому застосування формули Байєса може розширюватися, особливо в областях штучного інтелекту та аналізу великих даних.

14. Математика в криптографії

Даніїл Качковський, Ганна Циганкова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основою криптографії є різноманітні алгоритми, які забезпечують конфіденційність, цілісність та автентичність даних. Ці алгоритми класифікуються за різними ознаками, такими як тип ключа, метод шифрування та обчислювальна складність.

Матеріали та методи. Криптографічні алгоритми - це математичні методи, призначені для захисту інформації шляхом її шифрування та дешифрування. Вони забезпечують конфіденційність, цілісність, автентифікацію та невідомість даних. Класи P та NP є фундаментальними поняттями в теорії обчислювальної складності, яка вивчає, наскільки "складними" є певні завдання з точки зору обчислювальних ресурсів, зокрема, часу.

Результати та обговорення. Вибір типу криптографічних алгоритмів залежить від вимог до безпеки, швидкості та ресурсів системи. Симетричні алгоритми шифрування використовують один і той самий ключ для шифрування та дешифрування інформації. Цей підхід забезпечує швидке шифрування великих обсягів даних, однак вимагає безпечного обміну ключами між сторонами.

Асиметричні алгоритми шифрування застосовують пару ключів: відкритий для шифрування та закритий для дешифрування. Це дозволяє безпечно обмінюватися інформацією без попереднього обміну секретними ключами. Однак такі алгоритми зазвичай повільніші ніж симетричні.

Алгоритми хешування перетворюють вхідні дані у фіксовану довжину хеш-значення, що є унікальним для кожного набору даних. Це корисно для перевірки цілісності інформації.

Алгоритми цифрового підпису забезпечують автентифікацію та підтвердження цілісності повідомлень.

Обчислювальна складність відіграє ключову роль у криптографії, визначаючи стійкість алгоритмів проти атак. Стійкість шифру часто оцінюється складністю задачі, на якій базується алгоритм. Клас P (*Polynomial time*) - це клас задач, які можна розв'язати за поліноміальний час, тобто існує алгоритм, який розв'яже задачу за кількість кроків, що не перевищує n^k для деякого сталого k , де n - розмір вхідних даних. Прикладом задач класу P є сортування масиву чисел, пошук найкоротшого шляху в графі, перевірка, чи є число парним.

Задачі, що належать до класу NP (*Nondeterministic Polynomial*), можуть бути перевірені, але не обов'язково розв'язані за поліноміальний час. Якщо задача є NP-складною, це означає, що немає відомих ефективних алгоритмів для її розв'язання, що підвищує надійність відповідних криптографічних схем. Прикладом задач класу NP є задача комівояжера, задача розфарбування графа у три кольори так, щоб суміжні вершини були різного кольору.

Усі задачі класу P також належать до NP. Найважливішим відкритим питанням в інформатиці є питання рівності чи нерівності класів P та NP. Якщо $P = NP$, то всі задачі, рішення яких можна швидко перевірити, також можна швидко розв'язати. Якщо $P \neq NP$, то існують задачі, які легко перевірити, але важко розв'язати.

Висновок. Досліджено класифікацію криптографічних алгоритмів, їх обчислювальну складність та оцінку їх стійкості, що є фундаментальним для розробки та аналізу систем захисту інформації.

15. Викачування олії із вертикального циліндричного резервуару

Максим Пархомчук, Ганна Циганкова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес викачування олії з циліндричного резервуару є важливою технічною задачею, яка має широке застосування в харчовій промисловості на олійноекстракційних заводах, під час зберігання та транспортування рослинних олій.

Матеріали та методи. Для ефективного переміщення рідини необхідно враховувати такі параметри, як густина олії, висота стовпа рідини та ін. Важливим аспектом є визначення роботи, необхідної для повного викачування олії, що дозволяє оптимізувати енергетичні витрати та підвищити ефективність технологічного процесу. Методами математичного аналізу знайдено роботу, необхідну для викачування олії з циліндричного резервуару.

Результати та обговорення. Обчислено роботу, потрібну для викачування олії з вертикального циліндричного резервуару висотою $H = 6$ м і радіусом основи $R = 2$ м. Питома вага олії $\delta = 0,9$ (рис.1).

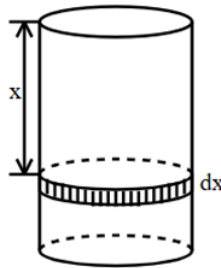


Рис. 1. Схема циліндричного резервуару.

Розглянемо тонкий шар рідини завтовшки dx , який знаходиться на висоті x від дна резервуару. Об'єм такого шару рідини: $dV = \pi R^2 dx$.

Вага цього шару $dp = \delta dV$, де δ - питома вага олії, тобто відношення ваги олії до її об'єму.

Роботу, затрачену на викачування з резервуару шару рідини товщиною dx на глибині x , обчислимо:

$$dA = dp \times x = \delta dV \times x = \delta \pi R^2 dx \times x$$

Тоді загальна робота обчислюється як визначений інтеграл по всьому об'єму вертикального циліндричного резервуару:

$$A = \int_0^H dA = \pi R^2 \delta \int_0^H x dx = \pi R^2 \delta \frac{H^2}{2} = \frac{\pi R^2 \delta H^2}{2}$$

Підставимо числові значення величин, маємо:

$$A = \frac{\pi \times 2^2 \times 0,9 \times 6^2}{2} \approx 64,8\pi (кНм) \approx 64800 \times 9,81\pi \approx 635688\pi (Дж) \approx 1997576 (Дж)$$

Отже, для викачування всієї олії потрібно виконати роботу величиною $635,688\pi (кДж)$.

Висновок. За результатами проведеного дослідження знайдено роботу, необхідну для викачування олії з циліндричного резервуару, що дозволяє оцінити енергетичні витрати та розрахувати оптимальний режим роботи системи.

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

Моніторинг показників якості питної води у смт Ворзель»

Ірина Поснова, Ганна Животок, Маргарита Головач, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ.

У заводських лабораторіях харчових підприємств обов'язково серед інших показників визначають загальну жорсткість питної води ($H_{\text{загальна}}$), оскільки вона є інгредієнтом при виготовленні багатьох продуктів (приміром, для виготовлення напоїв). У лабораторіях будь-яких підприємств, де використовують теплообмінне обладнання, також контролюють загальну жорсткість. Так, у котлах утворюється накип за рахунок тимчасової жорсткості: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$. Її визначають титруванням певного об'єму природної води стандартним розчином HCl з індикатором метиловим оранжевим: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, тобто титрують гідрокарбонат-іон. Отже, тимчасова жорсткість () — це та частина кальцію і магнію, що існує у природній воді як гідрокарбонати. Сульфати, хлориди та інші солі кальцію і магнію не осаджуються при нагріванні і створюють постійну жорсткість, яка визначається за різницею. Згідно з ГОСТ 4151–72 загальна жорсткість питних, підземних, поверхневих вод визначається комплексонометричним методом. Цей метод ґрунтується на утворенні безбарвних комплексних сполук іонів кальцію та магнію з трилоном Б у лужному середовищі ($\text{pH} \sim 10$) у присутності індикатора еріохром чорного Т (хромогену чорного ЕТ).

Матеріали та методи.

0,05 М розчин трилону Б. 2. Аміачна буферна суміш ($\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$), $\text{pH} = 9,8$. 3. Кристалічний EXCH з NaCl (співвідношення 1:1000). 4. Штатив лабораторний з лапками. 5. Бюретка місткістю 25,00 мл. 6. Піпетки Мора місткістю 10,00 і 20,00 мл. 7. Мірні циліндри місткістю 10, 100 мл. 8. Колби для титрування місткістю 250 мл. 9. Універсальний індикаторний папір.

Результати.

№	Проба питної води	Жорсткість води, ммоль-екв/л		
		$H_{\text{загальна}}$	H_{Ca}	H_{Mg}
1	Проба 1	5,14	3,90	1,23
2	Проба 2	5,20	4,00	1,25
3	Проба 3	5,15	3,92	1,24
4	Проба 4	5,16	3,96	1,23

Висновок. Згідно з ГОСТ 2874 – 82 для питної води загальна жорсткість повинна бути ≤ 7 мг-екв/л, що за системою СІ тотожне 7 ммоль/л. Згідно з ДСанПіН 383 – 96 загальна жорсткість води належить до показників фізіологічної повноцінності води й має бути в межах 1,5–7 мг-екв/л (ммоль/л). Тобто аналізована вода відповідає гігієнічним вимогам і може бути використана населенням.

Література.

1. ДСанПіН 2.2.4-171–10. Вода питна. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: затв. Наказом МОЗ України № 505 від 15.08.2011.

2. Костенко Є.Є., Христіансен М.Г. та ін. Основи аналітичної хімії: [Електронний ресурс]: підручн. — К. НУХТ, 2019 — 444 с. Реєстр.номер 58.42-14.02.2019.

Моніторинг показників якості питної води у смт Білогородка

Софія Ганцева, Діана Сміян, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У заводських лабораторіях харчових підприємств обов'язково серед інших показників визначають загальну жорсткість питної води (), оскільки вона є інгредієнтом при виготовленні багатьох продуктів (приміром, для виготовлення напоїв). У лабораторіях будь-яких підприємств, де використовують теплообмінне обладнання, також контролюють загальну жорсткість. Так, у котлах утворюється накип за рахунок тимчасової жорсткості: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$. Її визначають титруванням певного об'єму природної води стандартним розчином HCl з індикатором метиловим оранжевим: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, тобто титрують гідрокарбонат-іон. Отже, тимчасова жорсткість () — це та частина кальцію і магнію, що існує у природній воді як гідрокарбонати. Сульфати, хлориди та інші солі кальцію і магнію не осаджуються при нагріванні і створюють постійну жорсткість.

Згідно з ГОСТ 4151–72 загальна жорсткість питних, підземних, поверхневих вод визначається комплексометричним методом. Цей метод ґрунтується на утворенні безбарвних комплексних сполук іонів кальцію та магнію з трилоном Б у лужному середовищі ($\text{pH} \sim 10$) у присутності індикатора еріохром чорного Т (хромогену чорного ЕТ).

Матеріали та методи. 1. 0,05 М розчин трилону Б. 2. Аміачна буферна суміш ($\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$), $\text{pH} = 9,8$. 3. Кристалічний EXCH з NaCl (співвідношення 1:1000). 4. Штатив лабораторний з лапками. 5. Бюретка місткістю 25,00 мл. 6. Піпетки Мора місткістю 10,00 і 20,00 мл. 7. Мірні циліндри місткістю 10, 100 мл. 8. Колби для титрування місткістю 250 мл. 9. Універсальний індикаторний папір.

Результати.

№	Проба питної води	Жорсткість води, ммоль-екв/л		
		Н загальна	Н Ca	Н Mg
1	Проба 1	5,76	4,24	1,52
2	Проба 2	5,80	4,25	1,55
3	Проба 3	5,78	4,28	1,56
4	Проба 4	5,77	4,24	1,53

Висновок.

Згідно з ГОСТ 2874 – 82 для питної води загальна жорсткість повинна бути ≤ 7 мг-екв/л, що за системою СІ тож саме 7 ммоль/л. Згідно з ДсанПіН 383 – 96 загальна жорсткість води належить до показників фізіологічної повноцінності води й має бути в межах 1,5–7 мг-екв/л (ммоль/л). Тобто аналізована вода відповідає гігієнічним вимогам і може бути використана населенням смт Білогородка.

Література

1. Костенко, Є.Є. Основи токсикологічної хімії: Практикум [Електронний ресурс]: Навч. посіб. /Є.Є. Костенко, О.М. Бутенко. – К.: НУХТ, 2016. – 161 с.
2. <http://milkua.info/uk/post/akisne-moloko-ta-gigiena>

Моніторинг показників якості питної води Дніпровського району м. Києва

Злата Гарницька, Ілля Дудар, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Метод визначення показників якості використовуються для визначення: жорсткості питної води, що використовується у виробництві питного молока; карбонатної та тимчасової жорсткості води; якості води як сировини; жорсткості води, яка використовується у пивоварінні при виробництві безалкогольних напоїв; в окремому визначенні та , як різниці між показниками загальної і кальцієвої жорсткості води, у пивному суслі тощо (загальна жорсткість води не повинна перевищувати 5–6 ммоль-екв/л); CaCl_2 та MgCl_2 у штучно мінералізованих водах («Зельтерська» столова вода та «Содова» столова містять ці солі). Метод визначення вмісту іонів кальцію ґрунтується на утворенні комплексонату кальцію за взаємодії іонів кальцію з трилоном Б у присутності металохромного індикатора мурексиду. Визначення здійснюють у сильно- лужному середовищі ($\text{pH} \sim 12\text{--}13$). Це потрібно з двох причин. По-перше, для того, щоб іони утворили важкорозчинну сполуку $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Відповідно до розташування у періодичній системі хімічних елементів кальцій і магній відрізняються тим, що кальцій має більш виражені металічні властивості. Його гідроксид $\text{Ca}(\text{OH})_2$ є сильною основою і повністю дисоціює на іони, а $\text{Mg}(\text{OH})_2$ — слабка основа. Тому у лужному середовищі іони магнію осаджуються і не взаємодіють з ЕДТА, на відміну від кальцію. Отже, для роздільного визначення кальцію і магнію потрібно виконати два різні титрування однієї проби води. Перше титрування виконують в середовищі, створеному амонійним буфером, з індикатором ЕХЧ. У цьому разі з ЕДТА реагують як кальцій, так і магній, тобто $(\text{CV})\text{ЕДТА}_{\text{ЕХЧ}} = (\text{CV})_{\text{Ca}} + (\text{CV})_{\text{Mg}}$. Друге титрування проводять у сильно лужному середовищі з індикатором мурексидом. У цьому титруванні з ЕДТА реагує тільки кальцій, тобто $(\text{CV})\text{ЕДТА}_{\text{мур}} = (\text{CV})_{\text{Ca}}$. Магній визначають за різницею двох титрувань:

Матеріали та методи. 1. 0,05 М розчин трилону Б. 2. Аміачна буферна суміш ($\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$), $\text{pH} = 9,8$. 3. Кристалічний ЕХЧ з NaCl (співвідношення 1:1000). 4. Штатив лабораторний з лапками. 5. Бюретка місткістю 25,00 мл. 6. Піпетки Мора місткістю 10,00 і 20,00 мл. 7. Мірні циліндри місткістю 10, 100 мл. 8. Колби для титрування місткістю 250 мл. 9. Універсальний індикаторний папір.

Результати.

№	Проба питної води	Жорсткість води, ммоль-екв/л		
		Н загальна	Н Ca	Н Mg
1	Проба 1	5,14	3,90	1,23
2	Проба 2	5,20	4,00	1,25
3	Проба 3	5,15	3,92	1,24
4	Проба 4	5,16	3,96	1,23

Висновок. Згідно з ГОСТ 2874 – 82 для питної води загальна жорсткість повинна бути ≤ 7 мг-екв/л, що за системою СІ тотожне 7 ммоль/л. Згідно з ДсанПіН 383 – 96 загальна жорсткість води належить до показників фізіологічної повноцінності води й має бути в межах 1,5–7 мг-екв/л (ммоль/л). Тобто аналізована вода відповідає гігієнічним вимогам і може бути використана населенням .

Література.

1. ДСанПіН 2.2.4-171–10. Вода питна. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: затв. Наказом МОЗ України № 505 від 15.08.2011.

Хімія тiazолу

Світлана Азаренко, Сергій Шульга

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гетероциклічні сполуки – це сполуки, в молекулах яких містяться цикли, до складу яких окрім Карбону входять атоми інших елементів – гетероатоми (від грецького «гетерос» – різний): Оксиген, Нітроген, Сульфур. До цієї групи відноситься тiazол і його похідні маючи два гетероатоми – Нітроген і Сульфур. Вони добре вивчені і багато з них володіють біологічною активністю, мають практичне використання. Саме назва цих гетероциклів вказує, що вони мають ароматичні властивості, особливу електронну будову.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є збір літератури щодо способів добування тiazолу та його похідних. Методом є вивчення хімічних властивостей (різних перетворень) тiazолу та його похідних та шляхи їх використання

Результати. В природі не існує джерел тiazолу і його похідних, які можна було б порівняти за значенням з кам'яно вугільною смолою, як відомо вона є джерелом піридину і його похідних. Тому доступність тiazолів повністю залежить від наявності синтетичних методів добування цієї циклічної системи із ациклічних сполук. Власне, тiazол утворюється із хлороцтового альдегіду і тіоформаміду або під час взаємодії хлороцтового альдегіду з тіосечовиною приводить до 2-амінотiazолу. Під час проведення аналогічної реакції з хлорацетоном отримують 4-метил-2-амінотiazол. Аміногрупу в цих сполуках можна видалити діазотуванням і відновленням та отримати тiazол і 4-метилтiazол, відповідно. На сьогодні синтезовані різні похідні тiazолів: алкіл-, арил-, галогено-, окси-, альдегід-, меркапто- в положеннях 2, 4, і 5. Найбільш поширені та вивчені – це тiazоли заміщені в положенні 2. Тiazол володіє ароматичним характером. Його фізичні і хімічні властивості дуже схожі зі властивостями піридину подібно до тіофена за багатьма ознаками схожі з властивостями бензолу.

В ряду тiazолу підвищеною реакційною здатністю володіє тільки алкільні групи в другому положенні. Реакційна здатність метальної групи в положенні 2 збільшується під час перетворення азоту тiazольного кільця в четвертинний амонієвий іон (сполуки тiazоніа). Метильна група в положенні 4, проте не становить при цьому більш реакційною здатністю. Тiazоли є слабкими третинними основами, дають солі з сильними кислотами і йодакїлати з йодистими алкілами. Вони вступають в реакції сульфування, нітрування за певних умов та дуже стійки до дії окиснювачів і відновників. Тiazол та його похідні входять до складу природних сполук, що мають велике значення для процесів життєдіяльності людини та тварин. Так, тiazольне кільце входить до складу вітаміну В1, ферменту карбоксилази, антибіотиків та деяких фармакологічних препаратів.

Висновки. Визначені найважливіші і найдоступніші методи синтезу тiazолу та його похідних. З'ясовані можливі та цікаві перетворення в ряду тiazолів за умови зміни замісників в другому положенні.

Література.

1. Kim, D. G., & Vershinina, E. A. (2014). Synthesis and properties of thiazolo-and oxazolo-[3, 2-a] quinolinium systems and their hydrogenated derivatives. *Chemistry of Heterocyclic Compounds*, 50, 911-931.
2. Іщенко, О.О., Сломінський, Ю.Л., & Толмачов, О. І. (2009). Сучасні досягнення в галузі поліметинових барвників школи А.І. Кіпріанова. *Журнал органічної та фармацевтичної хімії*.

Використання штучного інтелекту (ШІ) для оптимізації синтезу нових фармацевтичних сполук

Максим Клименко, Інна Попова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасна фармацевтична галузь стикається з численними викликами, серед яких висока вартість і тривалість процесу відкриття нових лікарських препаратів. Використання методів штучного інтелекту (ШІ) дозволяє значно прискорити цей процес, зменшити кількість необхідних експериментальних досліджень і підвищити ефективність ретросинтетичних стратегій [1,2].

Матеріали і методи. Проведено аналіз сучасної української та зарубіжної наукової літератури з використанням авторитетних наукових баз даних стосовно застосування алгоритмів машинного навчання (ML), глибокого навчання (DL) та евристичних методів для передбачення оптимальних умов синтезу нових фармацевтичних сполук.

Результати. Використання штучного інтелекту для оптимізації синтезу нових фармацевтичних сполук значно прискорило відкриття ліків, знизило витрати і підвищило рівень успішних випробувань завдяки прогнозуванню молекулярних взаємодій з високою точністю. Моделі на основі ШІ, включаючи глибоке навчання (DL), генеративні змагальні мережі (GAN) та моделей навчання з підкріпленням (RL: метод Монте Карло, Байєсівські моделі QSAR і т.д.), дозволяють проводити ефективний молекулярний скринінг, розробку ліків *de novo*, скорочуючи час, необхідний для синтезу ліків, з років до місяців. Ретросинтетичний аналіз на основі ШІ покращує прогнозування хімічних реакцій, оптимізуючи шляхи синтезу та підвищуючи ефективність фармацевтичного виробництва. Крім того, ШІ допомагає у прогнозуванні токсичності та фармакокінетичному моделюванні, мінімізуючи ризики невдач на ранніх стадіях клінічних випробувань (параметрів ADME/Tox). Фармацевтичні компанії «Atomwise», «BenevolentAI», «Recursion» та «AlphaFold» від «DeepMind», інтегрували ШІ у розробки ліків. «Atomwise» за допомогою ШІ, розробила нові сполуки для лікування раку, тоді як «Recursion» використовує машинне навчання для визначення методів лікування рідкісних генетичних захворювань. Препарат, розроблений ШІ, DSP-1181 (для лікування обсесивно-компульсивного розладу), був відкритий за допомогою глибокого навчання (DL) компанією «Exscientia» у співпраці з «Sumitomo Dainippon Pharma» [1-2].

Висновок. ШІ в оптимізації отримання фармацевтичних сполук все частіше використовується великими фармацевтичними компаніями. Заглядаючи наперед, у ШІ є перспективи щодо подальшого розвитку через інтеграцію з геномікою для персоналізованого лікування, використання прогностичної аналітики для передбачення ефективності нових фармацевтичних речовин та їх показників

Література:

1. Sahu, Adarsh & Mishra, Jyotika & kushwaha, Namrata. (2021). Artificial Intelligence (AI) in Drugs and Pharmaceuticals. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*. 25. <https://doi.org/10.2174/1386207325666211207153943>.
2. Vora, L. K., Gholap, A. D., Jetha, K., Thakur, R. R. S., Solanki, H. K., & Chavda, V. P. (2023). Artificial Intelligence in Pharmaceutical Technology and Drug Delivery Design. *Pharmaceutics*, 15(7), 1916. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15071916>

Органічні сполуки у водневій енергетиці

Анатолій Пасько, Інна Попова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Воднева енергетика є одним із найперспективніших напрямків розвитку альтернативної енергетики. Водень розглядається як чисте паливо майбутнього, що може замінити традиційні викопні джерела енергії. Однак ефективне виробництво, зберігання та транспортування водню є складними завданнями, вирішення яких можливе завдяки застосуванню органічних сполук.

Матеріали та методи. У даній роботі було проаналізовано наукову літературу щодо основних проблем та перспектив використання органічних сполук в водневій енергетиці.

Результати. Воднева енергетика та екологія – сьогодні ці слова звучать майже як синоніми. Дійсно, воднева енергетика здатна вирішити багато екологічних проблем, але її широкому впровадженню заважають такі аспекти, як труднощі з транспортуванням і зберіганням водню, питання ефективності, а також економічна складова виробництва. [1]. Одним із напрямків, що можуть допомогти розв'язати ці проблеми, є використання органічних сполук у технологічних процесах виробництва водню. Органічні сполуки використовуються як вихідні реагенти для отримання водню. Основні методи включають: Каталітичний реформінг вуглеводнів – перетворення метану та інших вуглеводнів у водень за допомогою каталізаторів. Цей процес є одним із найпоширеніших методів промислового виробництва водню. Наприклад, паровий реформінг метану це ефективний спосіб отримання водню з природного газу. [2] Фотоводневий синтез – використання органічних фоточутливих матеріалів для розкладу води під впливом сонячного світла. Цей метод є перспективним для виробництва водню з використанням відновлюваних джерел енергії. Біотехнологічне отримання водню – використання бактерій, що здійснюють ферментативний розклад органічних сполук з виділенням водню. Наприклад, бактерії роду *Clostridium* та *Enterobacter* здатні продукувати водень під час анаеробного перетворення органічних відходів. Одним із перспективних підходів є застосування органічних рідких носіїв водню (LOHC – Liquid Organic Hydrogen Carriers). До таких сполук відносяться: Толуол-бензилтолуенова система – оборотне гідрування та дегідрування для зберігання водню в рідкому вигляді. Ця система є ефективною для довгострокового зберігання та транспортування водню. Метанол і форміатні сполуки – зручні носії водню, які можуть використовуватися в паливних елементах. Метанол є перспективним носієм через високу щільність водню та легкість транспортування.

Висновок. Використання органічних сполук у водневій енергетиці має значний потенціал у розвитку екологічно чистих технологій. Подальші дослідження спрямовані на підвищення ефективності виробництва водню, розробку нових органічних носіїв і вдосконалення паливних елементів.

Література:

1. КарпІ.М. Водень в електро- та транспортній енергетиці. *Технічна електродинаміка*.— 2020.
2. Holladay, J. D., Hu, J., King, D. L., & Wang, Y. (2009). An overview of hydrogen production technologies. *Catalysis Today*, 139(4), 244-260.

Селеновісні сполуки спіруліни: одержання і властивості

Максим Клименко, Віра Іщенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Біологічно активні органічні сполуки є життєво важливими для здоров'я людей. Водночас особливий інтерес мають сполуки мікроелементів з біологічно активними речовинами, адже робота практично усіх регуляторних систем організму так чи інакше залежить від балансу неорганічних елементів. Серед таких сполук особливу зацікавленість викликають селеновісні сполуки спіруліни, які наразі інтенсивно вивчаються та знаходять застосування в якості дієтичної добавки.

Матеріали і методи. У дослідженні використано аналіз сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури з питання одержання, властивостей та застосування селеновісних сполук спіруліни.

Результати. Протягом багатьох років селен вважали токсичним елементом, що викликає численні хвороби та захворювання. Але дослідження за останні 50 років виявили «світлу сторону» цього елемента, який чинить значний позитивний вплив на здоров'я людей. Селен в організмі бере участь у регуляції обміну речовин, в обміні жирів, білків і вуглеводів, а також в окисно-відновних процесах, він є складовим компонентом понад 30 життєво важливих біологічно активних сполук організму, має протиракові та антимікробні властивості [1]. Добова потреба людини в селені становить 70-100 мкг. Найпростіший спосіб протидіяти симптомам дефіциту Se - підвищити його вміст в раціоні людини. Найбільш біодоступними формами селену є його сполуки з амінокислотами. В літературі описані синтези селеноцистеїну та селенометіоніну через складні стадії заміни сульфору у відповідних амінокислотах на селен. Тому вчені шукали альтернативні способи синтезу селенопротеїнів. Джерелом протеїнів є спіруліна - одноклітинна синьо-зелена водорість, яка відноситься до ціанобактерій (*S. Platensis*). У природі спіруліна входить до складу планктону деяких лужних озер Африки, Китаю, Південної Америки. Біомаса спіруліни низькокалорійна (35 калорій в 10 г), містить незамінні амінокислоти, ферменти, вітаміни, понад 100 винятково важливих для людини біологічно-активних речовин. Тому хіміки і біологи направили свої зусилля, щоб поєднати унікальні властивості селену і спіруліни. Це вдалось зробити вирощуванням у середовищі натрій селеніту екологічно чисті штамів аквакультури спіруліни. Селен ефективно накопичувався в *S. platensis* під час культивування, при цьому накопичений селен зростає із збільшенням концентрації селеніту в середовищі. Було встановлено, що неорганічний селеніт може перетворюватися в органічні форми шляхом зв'язування з не тільки з білками, а й з ліпідами та полісахаридами спіруліни.

Висновки. Одержані біологічно активні селеновісні добавки на основі спіруліни стали результатом багаторічних сумісних досліджень біотехнологів, хіміків та медиків. Біодоступність і корисні властивості селену посилюються цінним біохімічним складом спіруліни., такі добавки рекомендовано для підвищення імунітету, профілактики онкозахворювань та захворювань щитовидної залози, цукрового діабету, нормалізації тиску.

Література.

1. Ramos-Inza S., Plano D., Sanmartín C. Metal-based compounds containing selenium: An appealing approach towards novel therapeutic drugs with anticancer and antimicrobial effects. *European Journal of Medicinal Chemistry* 2022. №244. 114834

Залежність мінерального складу меду від його ботанічного та географічного походження

Вероніка Колчева, Віра Іщенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Мед є унікальним продуктом бджільництва і характеризується високим вмістом активних речовин, цінних і необхідних для життєдіяльності організму людини. У ньому міститься велика кількість корисних для людського організму речовин – вуглеводів, органічних кислот і їх солей, нітрогенвмісних сполук (амінокислот, білків, амідів, амінів), мінеральних речовин, вітамінів, гормонів, ферментів, ефірних масел і багато інших речовин.

Матеріали і методи. Склад меду дуже складний і залежить від його ботанічного та географічного походження, від екологічних і сезонних факторів, а також практики бджільництва (добування, переробка та зберігання меду). У дослідженні використано аналіз сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури з даного питання, зокрема, розглянуто вплив різних факторів на вміст мінеральних елементів у меді та методи визначення мінерального складу меду.

Результати. Мед як природний продукт за кількістю мінеральних елементів не має собі рівних. У ньому виявлено близько 40 макро- і мікроелементів, однак вміст їх у різних медах різний. У меді містяться калій, фосфор, кальцій, хлор, сульфур, магній, купрум, манган, йод, цинк, алюміній, кобальт, нікель і ін. Деякі мікроелементи знаходяться в меді в такій самій концентрації і такому ж співвідношенні один з одним, як і в крові людини. Подібність мінерального складу крові і меду обумовлює швидке засвоєння меду, його незвичайні харчові, дієтичні і лікувальні властивості. Мінеральні речовини містяться в незначній кількості в меді (від 0,04 до 0,20% залежно від конкретного виду меду), але відіграють вирішальну роль у визначенні його якості. Кількість і склад мінеральних речовин у меді залежать від вмісту їх у нектарі, тобто від ботанічного походження меду. Так, у медів світлих (з білої акації, липи, різноквіття) зольність нижча в порівнянні з темними видами меду (з вересу, гречки). Мед також вважається надійним індикатором довкілля через те, що бджоли можуть контактувати з можливими забруднювачами. Є дані по підвищеному вмісту свинцю у меді, якщо пасіка знаходиться недалеко від автомагістралей [1]. Результати досліджень вказують, що такі мікроелементи як Sr, P, Mn і K можна використовувати для диференціації меду відповідно до його географічного походження. Щодо аналітичних методів визначення вмісту мінеральних елементів у меді, то слід зазначити метод атомно-абсорбційного аналізу та атомно-емісійний аналіз з індуктивно-зв'язаною плазмою.

Висновки. На вміст мінеральних елементів у меді впливає його ботанічне та географічне походження. Встановлено, що темні та янтарні меди містять більшу кількість деяких мікроелементів у порівнянні з медами світлого кольору. Результати досліджень показують, що визначення автентичності меду можна здійснити комбінацією фізико-хімічних методів аналізу, наприклад, визначення концентрації мікроелементів та стабільних ізотопів карбону.

Література.

1. Ivana Tlak Gajger , Damir Pavliček , Višnja Oreščanin , Ivana Varenina 4, Marija Sedak and Nina Bilandži. Mineral Concentrations in Different Types of Honey Originating from Three Regions of Continental Croatia. *Foods*. 2024. № 13. P. 2754.

Важливість визначення рН при виробництві харчових продуктів

Аліна Чепурда, Віра Іщенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Безпека харчових продуктів і напоїв є важливим питанням як для споживачів, так і для виробників. Тому підтримка необхідного рівня кислотності є надзвичайно важливою процедурою для запобігання росту шкідливих бактерій, надання необхідної якості та смаку продуктам. Визначення рН дозволяє контролювати і оптимізувати різноманітні процеси виробництва харчових продуктів.

Матеріали і методи. У дослідженні використано аналіз сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури з даного питання, зокрема, щодо важливості контролю значень водневого показника для безпеки харчових продуктів і напоїв при багатьох харчових виробництвах, які залежать від кислотності середовища, а також методи визначення рН.

Результати. Водневий показник (рН) - це міра кислотності або лужності середовища. Всі технологічні процеси харчових виробництв проводяться за певної реакції середовища. Для її кількісної характеристики використовують поняття активної (істинної) кислотності та загальної (титрованої) кислотності. Істина кислотність характеризується концентрацією йонів гідрогену та виражається величиною рН. Від активної (істинної) кислотності залежить швидкість біохімічних процесів в технології хлібопечення, зміни властивостей білкових речовин (набухання, розтяжність, еластичність). Загальна (титрована) кислотність характеризується сумарним вмістом кислот та їх солей. Титрована кислотність можна може бути індикатором того, що рН не перевищує деяке максимальне значення для конкретного складу продукту. Процес визначення істинної кислотності (рН) передбачає вимірювання концентрації йонів гідрогену в розчині. Цей аналіз можна зробити різними методами, включаючи рН-метри, тест-смужки та електронні зонди. У харчовій промисловості та виробництві напоїв аналіз рН має вирішальне значення з кількох причин. Він використовується для моніторингу кислотності продуктів, щоб переконатися, що вони безпечні для споживання, а також для збереження бажаного смаку, текстури та зовнішнього вигляду кінцевого продукту. Крім того, аналіз рН використовується для контролю росту мікроорганізмів і ферментативних реакцій, які можуть впливати на безпечність і термін придатності харчових продуктів і напоїв. Регулярно перевіряючи рівень рН консервів і пресервів, виробники можуть гарантувати, що їхні продукти безпечні для споживання та мають довший термін зберігання. Особливо важливе значення має контроль середовища при виробництві пива на різних етапах процесу пивоваріння. Підтримуючи належний рівень рН, пивовари можуть контролювати проходження ферментативних реакцій. Аналіз рН також є невід'ємною частиною молочної промисловості, де він використовується для контролю кислотності молока та молочних продуктів. Належний рівень рН має вирішальне значення для коагуляції та дозрівання сиру, а також для бродіння йогурту та інших кисломолочних продуктів.

Висновки. Визначення та аналіз рН відіграє вирішальну роль у забезпеченні безпеки та якості харчових продуктів і напоїв протягом усього їх виробництва, обробки та зберігання. Цей показник є незамінним інструментом для захисту здоров'я та благополуччя споживачів і підтримки цілісності харчової промисловості та виробництва напоїв.

Вільні радикали у процесі старіння

Альона Дзірун, Олена Майборода

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес старіння є складним явищем, що охоплює численні зміни на всіх рівнях організації організму. Одним із ключових механізмів, що лежать в основі старіння, є вплив вільних радикалів – молекул, які здатні спричиняти пошкодження клітин та тканин.

Матеріали та методи. У даній роботі було проаналізовано наукову літературу щодо впливу вільних радикалів на процеси старіння.

Результати. Вільні радикали це нестабільні високореакційноздатні молекули, які містять неспарений електрон. Вони намагаються відібрати електрон у стабільних молекул, що спричиняє окислювальний стрес і руйнування клітин. Вільні радикали можуть утворюватися в організмі в процесі тканинного дихання, метаболічного катаболізму поживних речовин, імунної відповіді (організм використовує радикали для боротьби з бактеріями, але їх надлишок може пошкоджувати здорові клітини). Сприяють утворенню вільних радикалів забруднене повітря, куріння (в тютюновому димі містяться вільні радикали, які пошкоджують легені та судини), алкоголь (перетворюється на токсичні метаболіти, що активують окислювальний стрес), ультрафіолетове та радіаційне опромінення (викликають мутації ДНК і прискорюють старіння), наявність в їжі консервантів, транс-жирів, пестицидів.

Довгий час вважалося, що накопичення клітинних пошкоджень, спричинених вільними радикалами, є основною причиною старіння. Однак сучасні дослідження показують, що підвищений вміст певних видів вільних радикалів може активувати системи репарації, які сприяють захисту клітин та навіть подовженню життя. Зокрема, досліді на круглих черв'яках показали, що втрата здатності синтезувати фермент, що був природним антиоксидантом – дезактиватор вільних радикалів не зменшувала тривалості їхнього життя. Пізніше було проведено експеримент з генетично модифікованими мишами, у яких змінювали гени, відповідальні за синтез ферментів з антиоксидантною активністю, який показав, що рівень вільних радикалів у крові та викликані ними пошкодження не впливають на тривалість життя. Більш того, деякі вільні радикали сприяють активації гена HTF-1, що відповідає за репарацію пошкоджень ДНК та інших клітинних структур.

Надмірне накопичення вільних радикалів може викликати серйозні захворювання, такі як серцево-судинні патології, нейродегенеративні розлади та рак. Епідеміологічні дослідження свідчать, що споживання овочів і фруктів, багатих антиоксидантами, знижує ризик цих захворювань, однак надмірний їх прийом у складі харчових добавок може збільшувати ризик.

Висновок. Вільні радикали відіграють неоднозначну роль у процесі старіння. Вони можуть як сприяти пошкодженню клітин, так і стимулювати захисні механізми організму. Дослідження їх впливу тривають, відкриваючи нові факти для розуміння старіння та розробки терапевтичних стратегій.

Література.

Геник С. М. Вільні радикали: різна роль при різних обставинах. *Клінічна медицина*. 2016. № 2. С. 9-10. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/akm_2016_2_4

Комплексоутворення та аналітичні характеристики ациклічних поліетерів.

Софія Патюк, Олег Кроніковський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В ряду широко досліджуваних в даний час краун-етерів досить цікавими є ациклічні довголанцюгові сполуки з великою кількістю донорних атомів – так звані поданди. Серед них, в свою чергу, можна виділити тип сполук, які є розкритоланцюговими аналогами краун-етерів – поліетиленгліколі (ПЕГ) та їх етери, склад яких виражається загальною формулою $R-O-[-CH_2-CH_2-O-]_n-R$. Систематичне вивчення комплексоутворюючих властивостей цих сполук почалося після відкриття краун-етерів, хоча своє практичне застосування вони знайшли значно раніше..

Матеріали і методи. Розчини ПЕГ-400, ПЕГ-600, ПЕГ-1000 ("Loba Fein-chemie"), ПЕГ-1500 ("Merck"), Triton X-305 ("Ferak"), Криптофіксу-5 готували за точною наважкою. Вихідні розчини нітратів металів "х.ч." стандартизували комплексометрично. Розчин трихлорацетатної кислоти стандартизували рН-метричним титруванням. Хлороформ очищали багаторазовим промиванням водою.

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 ЕВ-74 зі скляним електродом.

Результати. Комплексоутворення нейтральних лігандів типу ПЕГ з катіонами металів можна представити наступним чином. Гнучка молекула поліетиленгліколю послідовно заповнює сольватну сферу катіона подібно тому, як це відбувається в випадку краун-етерів. Вочевидь, що сам полімерний ланцюг при цьому багатократно заряджається, оскільки в граничному випадку кожні 6 – 8 атомів Оксигену зв'язують один катіон. Це веде до певних змін в конформації ланцюга. Стехіометрія комплексів солей металів з поліподандами досить різноманітна. Константа зв'язування солі в значній мірі залежить від молярної маси ПЕГ. Як правило, константа зв'язування спочатку зростає, а коли молярна маса полімеру досягає порядку 1000 – 2000 – лишається практично незмінною.

Ми виявили можливість утворення двофазних водних екстракційних систем на основі асоціатів трихлорацетатної кислоти з поліптерами різної природи: макроциклічними (18-краун-6), ациклічними (ПЕГ різної молярної маси), а також нейонними ПАВ (Triton X-305) за відсутності мінеральних солей.

Побудовані фазові діаграми, визначено співвідношення компонентів в фазі полімера, виділені індивідуальні тверді сполуки складу $18C_6 \cdot 2CCl_3COOH \cdot 2H_2O$ і $15C_5 \cdot 2CCl_3COOH \cdot 2H_2O$. У випадку Triton X-305 та поліетиленгліколей асоціати виділяються в виді другої рідкої фази. Найбільш зручною для екстракційного концентрування і розділення елементів виявилась система на основі асоціата ПЕГ-1500-33CCl₃COOH-nH₂O.

Висновки. Унікальні властивості ПЕГ, пов'язані з їх здатністю утворювати комплексні сполуки зі значною групою різних за розмірами катіонів, які характеризуються високою спорідненістю до Оксигену, зумовлюються накладанням таких факторів, як: висока донорна активність атомів Оксигену, полідентатність, здатність до корпоративної взаємодії та гнучкість ланцюга. Стійкість комплексів ПЕГ і їх йонна селективність можуть змінюватися в широких межах. Комплексоутворення в таких системах проходить, зазвичай, швидше, а псевдопорожнина конформаційно більш гнучка, ніж у відповідних макроциклів.

Дослідження комплексів катіонів металів з краун-етерами.

Катерина Демченко, Олег Кроніковський

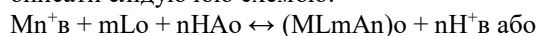
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

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 поліестери, тим паче, що в деяких випадках вибірковість реакцій комплексоутворення йонів металів з макроциклічними лігандами при екстракції зростає.

Матеріали і методи. Розчини краун-естерів ("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 слідуючою схемою:



Константи екстракції для цих процесів рівні відповідно:

$$K^{*ex} = [MLmAn]o[H^{+в}]^n/[Mn^{+в}][L]om[HA]on \text{ та}$$

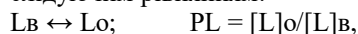
$$K_{ex} = [MLmAn]o/[Mn^{+в}][L]om[A-]вn.$$

Константи K^{*ex} та K_{ex} пов'язані між собою співвідношенням:

$$K_{ex} = K^{*ex}/K_{ex}(HA)_n, \text{ де}$$

$$K_{ex}(HA) = [HA]o/[H^{+в}][A-]в.$$

На екстракційні властивості систем з краун-етерами в значній мірі впливає розподіл самих краун-естерів між водою та органічним розчинником. Процес розподілу краун-естерів між водною та органічною фазами при їх співіснуванні можна описати слідуючим рівнянням:



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-естер 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.

Визначення вмісту аскорбінової кислоти в різних зразках виноградного соку

Тимофій Дацик¹, Тетяна Петренко²

¹Ліцей № 33, Київ, Україна

²Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ.

В усьому світі попит на соки є традиційно сталий. В Україні одним із найпопулярніших соків вважається виноградний. Сік винограду містить велику кількість води, а також безліч біологічно активних речовин. Напій повноцінно насичує організм вологою, усіма необхідними вітамінами, зокрема і вітаміном С, та мікроелементами, тому визначення вітаміну С в різних зразках виноградного соку – актуальне завдання.

Матеріали і методи.

Об'єктами дослідження в даній роботі було обрано 9 різних зразків виноградного соку: торгова марка (ТМ) «Sandora», виноградний сік із білого винограду відновлений, освітлений, пастеризований; ТМ «Смак», виноградний сік із білого винограду відновлений, освітлений, пастеризований; ТМ «Садочок», яблучно-виноградний нектар освітлений, пастеризований; ТМ «Світанок», яблучно-виноградний нектар освітлений, пастеризований; ТМ «Наш сік», нектар яблуко-виноград освітлений, пастеризований; ТМ «Джусік», яблучно-виноградний соковий напій освітлений, пастеризований; свіжо вичавлений сік з білого винограду сорту «Киш-Миш»; свіжо вичавлений сік з білого винограду сорту «Киш-Миш» пастеризований на водяній бані протягом 1 хв при 60 °С; вичавлений сік із білого винограду сорту «Киш-Миш», який знаходився у морозильній камері протягом 24 годин.

Для кількісного визначення аскорбінової кислоти використовували метод зворотного титрування.

Результати.

Аскорбінова кислота – це причина №1 попиту й корисності виноградних соків, тому, чим більше цього вітаміну в складі соку, тим краще. АК відіграє важливу роль в окисно-відновних процесах в людському організмі, сприяє підвищенню його опору захворюванням.

Встановлено, що вміст вітаміну С нижче норми у виноградному соку ТМ «Смак» - 0,11 г/л та у яблучно-виноградних нектарах ТМ «Садочок», «Світанок», «Наш сік» - 0,003, 0,13 та 0,01 г/л відповідно. Яблучно-виноградний соковий напій освітлений, пастеризований ТМ «Джусік»; свіжо вичавлений сік з білого винограду сорту «Киш-Миш» пастеризований та вичавлений сік із замороженого білого винограду сорту «Киш-Миш» також не відповідають вимогам ДСТУ 4283.2:2007 за вмістом вітаміну С.

Виноградний сік із білого винограду відновлений, освітлений, пастеризований ТМ «Sandora» та свіжо вичавлений сік з білого винограду сорту «Киш-Миш» мають найоптимальніші показники вмісту вітаміну С – 0,22 та 0,20 г/л відповідно.

Висновки.

Одержані результати можуть бути використані для подальшого вивчення вмісту вітаміну С в соках різних виробників, що реалізуються в торговельних мережах України.

Шкода алкогольних сурогатів – від отруєнь до летальних наслідків

Надія Магден, Олександр Макаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом проблема гострих отруєнь привертає увагу лікарів багатьох країн світу. Отруєння алкоголем зазвичай пов'язані з вживанням безпосередньо етилового спирту або напоїв, що містять більше 12 % етилового спирту. Сурогати алкоголю — рідини, що вживаються з метою сп'яніння замість дозволених до виробництва й обігу алкогольних напоїв через їх високу вартість. Вони включають у себе різні за своїм хімічним складом і фізико-хімічними властивостями рідини або їх суміші.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз сучасної наукової літератури щодо наслідків впливу алкогольних сурогатів на організм людини. Результати. Термін «сурогати алкоголю» є збірним і базується виключно на суб'єктивній оцінці (вживання замість алкогольних напоїв) [1].

Сурогати алкоголю поділяються на «справжні», що виготовлені на основі етилового спирту та містять у своєму складі різні домішки (гідролізний і сульфітний спирти, денатурат, одеколони і лосьйони, клей БФ, політура і деякі інші), і «несправжні», що не містять етилового спирту і становлять собою різні одноатомні або багатоатомні спирти (метиловий спирт, етиленгліколь (ЕГ)).

За складом технічні рідини можуть бути простими і складними. Прості рідини містять один будь-який компонент — найчастіше органічні розчинники: дихлоретан, тетрахлористий вуглець, бензол, ацетон. Складні рідини включають кілька компонентів: гідроальмівні рідини (етиленгліколь, етилцелозоль, лакофарбові матеріали). Дія на організм складних рідин може обумовлюватися переважним впливом одного якогось компонента (етиленгліколь в антифризах, гальмівних рідинах) або комплексним впливом усіх складових частин (бензини, складні розчинники лаків і фарб). Основна причина отруєнь на сьогодні — використання технічних рідин і етиленгліколю як сурогатів алкогольних напоїв. ЕГ на вигляд сиропоподібна рідина без кольору, без запаху, з характерним солодкуватим смаком. У будь-яких співвідношеннях змішується з водою. Відмінною особливістю водних розчинів ЕГ є низька температура замерзання (–65 °С), що дозволяє широко використовувати їх для виготовлення антифризів, автомобільних гальмівних рідин. Отруєння ЕГ відмічаються, як правило, побутові, випадкові, із метою сп'яніння, хоча іноді бувають і справжні суїцидальні спроби.

Смертельна доза ЕГ становить близько 80–100 мл. Проте на вираженість токсичного ефекту впливають загальний стан організму, його індивідуальні особливості, а також прийом ЕГ на тлі попередньої або супутньої алкоголізації етанолом. Етанол при даному отруєнні є біохімічною (токсикохімічною) протиотрутою, зменшує швидкість утворення високотоксичних метаболітів ЕГ внаслідок конкурентного гальмування алкогольдегідрогенази (АДГ), що спричиняє зниження вираженості токсичного ураження органів і систем [1].

Висновки. Отруєння технічними рідинами посідають помітне місце серед побутових отруєнь. Гострі отруєння даними речовинами бувають вкрай тяжкими і нерідко призводять до смертельних наслідків.

Література

1. С.М.Стаднік, Б.С.Породко. (2020) Гостре отруєння етиленгліколем у клінічній практиці.. *Медицина невідкладних станів*. 16(4), с. 125–130. DOI: 10.22141/2224-0586.16.4.2020.207942.

Дослідження фотокаталітичної активності гетероструктур $\text{Co}_3\text{O}_4/\text{P}$ (червоний фосфор) в процесі окиснення монооксиду вуглецю

Олена Руденко¹, Михайло Овчаров^{1,2}

¹ Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

² Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України

Вступ. Однією з основних проблем сучасності є охорона навколишнього середовища. Актуальною задачею є створення фотокаталітичних екотехнологій, що здатні забезпечити ефективне очищення повітря. Перспективним підходом є розробка бінарних напівпровідникових гетероструктур за участю червоного фосфору, який характеризується високою хімічною стабільністю та низькою токсичністю.

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. Для приготування бінарних гетероструктур використовували комерційний порошковий червоний фосфор. Монооксид вуглецю отримували реакцією сірчаної та мурашиної кислот за температури 85°C. Для визначення кількостей монооксиду вуглецю використовували детектор чадного газу KXL 801.

Результати і обговорення. Композити $\text{Co}_3\text{O}_4/\text{P}$ виявились фотоактивними в процесі окиснення CO в атмосфері повітря під дією нефокусованого білого світла CFL-лампи (рис. 01). Як можна побачити, невелика добавка Рчерв не впливає на фотоактивність Co_3O_4 , в той час, як поступове збільшення вмісту червоного фосфору в композиті приводить до збільшення швидкості окиснення CO. За оптимальних умов (ω Рчерв = 15%мас) величина фотоконверсії CO склала $X = 81\%$ за 180 хв. тривалості світлової експозиції.

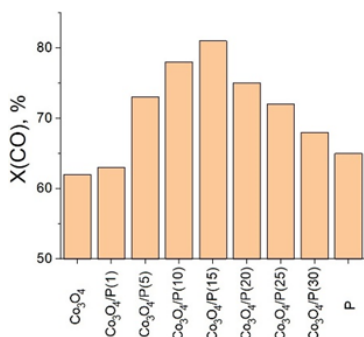


Рис. 1. Залежність фотоконверсії CO від вмісту червоного фосфору в композитах $\text{Co}_3\text{O}_4/\text{P}$

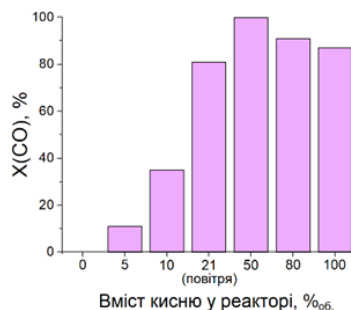


Рис.2. Залежність $X(\text{CO})$ від концентрації O_2 в системі

Також була досліджена фотокаталітична активність процесу фотоокиснення CO в умовах варіювання концентрації кисню в об'ємі реактора (рис. 2). Показано, що величина конверсії монооксиду вуглецю симбатно зростає зі збільшенням кількостей кисню в системі, досягаючи оптимального значення при $\omega(\text{O}_2) = 50\%$ об.

Висновок. В роботі отримані композити $\text{Co}_3\text{O}_4/\text{P}$ з різним вмістом червоного фосфору, досліджена їх активність в процесі фотоокиснення CO при дії видимого світла, в умовах варіювання концентрації кисню в об'ємі реактора визначено найбільш ефективний режим функціонування експериментальної установки.

Спектральний аналіз в оцінці якості харчової продукції

Богдан Баранник, Христина Чебаненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ: Спектральний аналіз заснований на вивченні взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною. Метод дозволяє визначати склад харчових продуктів шляхом аналізу спектру поглинання або випромінювання.

Матеріали та методи. У дослідженні використано аналіз сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури з даного питання.

Результати та обговорення. Атомно-абсорбційна спектроскопія (ААС) використовує такі матеріали для аналізу: Полум'яний атомізатор (використовується для визначення більшості металів), графітова піч (дозволяє аналізувати малі концентрації металів), гідритна система (застосовується для аналізу елементів, які утворюють легкі гідриди), монохроматор (дозволяє виділяти певну довжину хвилі світла). ААС дозволяє виявляти та кількісно визначати метали, такі як залізо, мідь, свинець, кадмій, які можуть бути присутні у продуктах як забруднюючі домішки. Це важливо для оцінки безпеки продуктів харчування. У цьому методі аналіти спочатку атомізуються, після чого їхні характерні довжини хвиль випромінюються і фіксуються. Далі, під час збудження, електрони переходять на вищий енергетичний рівень у своїх атомах, коли ті поглинають певну кількість енергії. Ця енергія відповідає конкретній довжині хвилі, характерній для даного елемента. В залежності від інтенсивності світла можна визначити конкретні елементи та їх концентрації.

Для аналізу за допомогою фотометричного методу використовують фотометричні файли світильників, дані про середовище (матеріали поверхонь, колір стін, висота стель), світлотехнічні параметри (температура світла 3500K–5000K, CRI - індекс кольоропередачі, 80+, IP-захист). Фотометрія – це метод аналізу розчину або розчиненого зразка за допомогою світла. Вимірюючи його поглинання, визначають концентрацію речовин. У харчовій промисловості фотометричний аналіз покращує якість виробництва, забезпечує показники у відповідності нормативам і знижує витрати на електроенергію. Він важливий для контролю якості продуктів, освітлення виробничих зон, складів та ресторанів. Цей метод широко застосовується для визначення концентрації вітамінів, антиоксидантів, пігментів, металів, а також для контролю якості продукції, наприклад, визначення кольору фруктів та овочів.

Атомно-емісійний аналіз (АЕА). Для аналізу використовують плазму, дуговий і іскровий заряд, лазерну абляцію, рідкі та тверді зразки, аргон, гелій. АЕА, яку іноді називають аббревіатурою OES (оптична емісійна спектроскопія), є методом елементного аналізу з межами виявлення на рівні мільярдних частинок (ppb). Для збудження зразки зазвичай піддають впливу індуктивно зв'язаної плазми (ICP): рідкі зразки розпилюють у туман і вводять у плазмовий факел, де атоми випромінюють характерне світло, яке аналізується спектрометром. Тверді матеріали попередньо розчиняють у кислотах. Цей метод використовується для контролю якості харчових продуктів, наприклад, для визначення вмісту важких металів, таких як свинець, кадмій, ртуть, та інших токсичних речовин, а також для аналізу харчових добавок.

Висновок. Спектральний аналіз є потужним методом дослідження складу речовин, заснованим на вивченні спектрів взаємодії речовини з випромінюванням. Ці методи дозволяють з високою точністю визначати якісний і кількісний склад зразків, мають широке застосування в хімії, металургії, харчовій промисловості. Вони забезпечують низькі межі виявлення, високу чутливість та точність аналізу.

Використання основ в косметичних продуктах

Вахрушева Марія, Христина Чебаненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Луги відіграють важливу роль у косметичній продукції, оскільки вони регулюють pH, забезпечують хімічні реакції та сприяють очищенню й догляду за шкірою та волоссям. Вони використовуються для коригування кислотно-лужного балансу косметичних засобів, допомагаючи створювати стабільні та безпечні формули.

Матеріали та методи. Дослідження передбачало ретельне вивчення різноманітних закордонних та вітчизняних наукових статей, наукових журналів, інтернет-ресурсів, що описують цю тему.

Результати та обговорення. У депіляційних кремах луги руйнують білкову структуру волосся, роблячи його крихким і полегшуючи видалення. Випрямляючі засоби для волосся містять гідроксид натрію, калію або літію, які змінюють структуру волосся, роблячи його прямим. Лужні компоненти також використовуються у пілінгах та ексфоліантах, допомагаючи розм'якшувати ороговілий шар шкіри. Розглянемо приклади використання окремих лугів в косметичній індустрії:

Амоній гідроксид (NH_4OH) використовується в певній концентрації і вважається абсолютно безпечною, тому дуже широко використовується у виробництві фарб для волосся. Ця суміш призначена для відкриття кутикул волосся, збільшуючи адгезію фарби. Це суттєво впливає на ефективність фарбування волосся, незважаючи на неприємний запах протягом усієї процедури. Крім цього, його можна зустріти в якості нейтралізуючого компонента (коригуючого pH) в невеликих концентраціях в засобах для укладання і препаратах по догляду за волоссям та шкірою.

Натрій гідроксид (NaOH) - це найбільш затребуваний луг у світовій косметичній індустрії, хоч він і здатний викликати серйозні пошкодження шкіри. Саме цю хімічну речовину найчастіше використовують при створенні косметичної та побутової продукції. При правильній концентрації у косметичних засобах знижує рівень pH, регулює його за підвищеної кислотності, надає зволожуючу дію, звужує пори, відлущує ороговілі клітини, утворює плівку на шкірі, захищаючи її від пошкоджень. Калій гідроксид (KOH) завдяки своїм омилювальним властивостям він перетворює жири й олії на м'яке, але ефективне мило, забезпечуючи якісне очищення шкіри. Він допомагає регулювати pH у косметичних продуктах, робить їх безпечнішими для шкіри та легко розчиняється у воді, що ідеально підходить для рідких формул. Завдяки цим властивостям KOH широко застосовується у виробництві рідкого мила, шампунів і гелів для душу, надаючи їм м'які очищувальні властивості. Також він входить до складу професійних мийних і дезінфікуючих засобів, а в обмежених концентраціях використовується у косметичних продуктах для догляду за шкірою.

Алюміній гідроксид ($\text{Al}(\text{OH})_3$) не токсичний тому його часто використовують в якості добавки при виробництві косметики та засобів гігієни. Наприклад: зубних паст, мила, шампунів, кремів для тіла та обличчя (для зволоження і живлення), для сонцезахисних засобів, антиперсперантів, тоніків, лосьйонів для тіла, пінок та інше. Також, алюміній гідроксид використовують як стабілізатор емульсій та суспензій, барвник білого кольору.

Висновок. Таким чином, луги є незамінними компонентами багатьох косметичних засобів, виконуючи важливі функції в догляді за шкірою, волоссям і ротовою порожниною.

Використання неорганічних солей в косметології

Владислава Пастух, Христина Чебаненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Неорганічні солі відіграють важливу роль у сучасній косметології завдяки своїм корисним властивостям. Вони використовуються для покращення стану шкіри, лікування запальних процесів та відновлення її еластичності.

Матеріали та методи. У дослідженні використано аналіз сучасної вітчизняної та закордонної наукової літератури з даного питання.

Результати та обговорення. Одним із застосувань кальцієвих солей у косметології є використання кальцій гідроксипатиту ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) в якості філерів для корекції вікових змін шкіри. Перевагою кальцій гідроксипатиту є його біодеградація та мінімальний ризик виникнення алергічних реакцій, оскільки він є природним компонентом організму людини.

Також у косметології застосовуються пілінги з хлоридом кальцію (CaCl_2), які допомагають очищати шкіру від ороговілих клітин, покращувати її текстуру та стимулювати регенерацію. Цей метод є доступним та ефективним способом догляду за шкірою обличчя.

Кальцію карбонат (CaCO_3) активно використовується в косметології, зокрема в пудрах, скрабах та фарбах для волосся. Він зволожує шкіру, має абразивні властивості і надає матовий ефект. Однак, при надмірному використанні може бути занадто абразивним для чутливої шкіри та викликати сухість.

Магній сульфат (MgSO_4) широко використовується в косметології завдяки своїм антисептичним і зволожувальним властивостям. Він очищає пори, пом'якшує шкіру. Також допомагає в лікуванні проблемної шкіри.

Магній карбонат (MgCO_3) використовується в косметології завдяки своїм абсорбуючим властивостям. Він ефективно поглинає надлишок вологи та жиру, що робить його популярним інгредієнтом у пудрах і антиперспірантах. Також застосовується в масках і скрабах завдяки своїм абразивним властивостям.

Натрій сульфат (Na_2SO_4) застосовується як загусник, стабілізатор та очищувальний агент у багатьох косметичних засобах, таких як шампуні, гелі для душу та пінки для ванни. Завдяки своїм властивостям, натрій сульфат допомагає покращити текстуру продуктів, забезпечуючи їхню густоту та стабільність.

Натрій гідрогенкарбонат (NaHCO_3) широко використовується в косметології завдяки своїм корисним властивостям. Він застосовується як м'який абразив в скрабах і пілінгах, допомагаючи очищати шкіру і видаляти відмерлі клітини. Також він регулює рН косметичних засобів і нейтралізує неприємні запахи, тому часто входить до складу дезодорантів. Він є основним інгредієнтом у зубних пастах, засобах для гігієни та навіть у солях для ванн.

Калій фосфат (K_3PO_4) використовується в косметології для регулювання рН, що допомагає підтримувати оптимальний баланс у продуктах для догляду за шкірою та волоссям. Він також покращує текстуру засобів, роблячи їх більш стійкими та зручними у використанні. Він використовується в шампунях, кондиціонерах, кремах та лосьйонах. Завдяки своїй стабільності та безпеці при правильному дозуванні, цей компонент має низький ризик подразнення.

Висновок. Завдяки своїм властивостям, неорганічні солі допомагають підтримувати здоров'я шкіри, зберігати її баланс і підвищувати ефективність інших активних інгредієнтів у косметичних продуктах.

Сіль в харчовій промисловості

Олена Ковальчук, Христина Чебаненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сіль - це не лише спеція, це ще натуральний консервант та джерело важливих мінералів. А по суті складна речовина, що розпадається у водному розчині на катіони металів й аніони кислотних залишків.

Матеріали та методи. Дослідження передбачало ретельне вивчення різноманітних закордонних та вітчизняних наукових статей, наукових журналів, інтернет-ресурсів, що описують цю тему.

Результати та обговорення. Кухонна сіль найпоширеніший вид, що використовується в більшості харчових продуктів. Морська сіль містить додаткові мінерали, що впливають на смак. Йодована сіль збагачена йодом для профілактики йододефіциту. Інші солі: кальцій хлорид (для твердості овочів), натрій нітрит (для кольору та консервування м'яса), фосфати (для вологоутримання).

Застосування солі в харчовій промисловості охоплює переробку харчової продукції та приготування їжі. Її використовують не тільки для смаку, але й для гальмування життєдіяльності патогенних бактерій. З її допомогою регулюють ферментацію в хлібопеченні та сировиробництві. Її задіюють у багатьох процесах при обробці риби, коли солять, маринують, консервують, в'ялять, коптять тощо. Натрій хлорид (NaCl) відомий як кухонна або кам'яна сіль - тверда, прозора у чистому вигляді або біла хімічна сполука, солена на смак. При розчиненні у воді повністю дисоціює на катіони натрію та хлорид-аніони. Натрій хлорид утворює кристали кубічної сингонії. У кристалічній ґратці між атомами переважає іонний хімічний зв'язок, що є наслідком дії електростатичної взаємодії протилежних зарядів іонів. У чистому вигляді натрій хлорид не гігроскопічний. Залежно від походження природного натрій хлориду, має різну ступінь чистоти та різний кількісний та якісний склад домішок, солей кальцію, магнію, калію, які надають їй гігроскопічності, жорсткості і гіркуватого присмаку. Чим менше в солі цих домішок, тим вища її якість.

Харчова сіль зазвичай має кам'яну чи садочну етимологію. Садочна кухонна сіль характеризується максимумом чистоти (не менше 97%), це може бути кухонна, морська, кам'яна, йодована та пан-сіль. Очищається від корисних компонентів, таких як залізо, калій та мідь, які були присутні в ній при видобутку. Морську сіль отримують шляхом випарювання води в спеціалізованих ваннах. В результаті продукт складається з нерівних великів кристалів, що може містити небезпечну кількість магнію, кальцію, йоду. Кам'яна сіль видобувається у підземних покладах, тому має нестабільну чистоту та різні домішки. Метод виготовлення кухонної солі зрозумілий з її назви, видаляють воду кип'ятінням або прямим випарюванням. Така сіль найчастіше потрапляє на наші кухні, має дрібнозернисту, рівномірну структуру. Для отримання пан-солі потрібні складніші хімічні процеси, завдяки яким знижується кількість натрію та збільшується вміст сульфату магнію та хлориду калію. Виготовляється в процесі багаторазової перекристалізації розсолу. Переважні обсяги води виводяться з матеріалу при кип'ятінні або випаровуванні, залишкова вода видаляється центрифугуванням до отримання вологості приблизно 3%. Додаткове сушіння дає якісний харчовий розсипчастий продукт рівномірної чистоти та з дрібними зернами.

Висновок. Сіль є важливим інгредієнтом у харчовій промисловості, але її споживання потребує контролю. Необхідно шукати баланс між технологічними потребами та здоров'ям споживачів.

Неорганічні консерванти в харчовій промисловості

Яременко Софія, Христина Чебаненко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Неорганічні речовини грають ключову роль у харчовій промисловості, забезпечуючи безпеку, якість та стабільність продуктів. Перш за все, неорганічні речовини можуть використовуватися як консерванти для збереження продуктів тривалий час.

Матеріали та методи. Теоретичне дослідження передбачало аналіз інформаційних джерел, що описують цю тему. До уваги було взято борну кислоту, карбон(VI) оксид та сульфур(VI) оксид.

Результати та обговорення. Харчова добавка E284, також відома як борна кислота, є органічною сполукою, яка використовується в харчовій промисловості як консервант. Борна кислота має слабкий солодкуватий смак і характерний запах. Борна кислота може бути виготовлена як рослинним, так і синтетичним шляхом. У рослинному походження вона може бути отримана з рослин, багатих на бор, таких як фрукти, овочі та горіхи. Синтетичний спосіб виробництва включає хімічну реакцію між борною кислотою та іншими сполуками. Борна кислота додається до різних продуктів для продовження їх терміну придатності та запобігання розвитку патогенних мікроорганізмів. Борна кислота має антисептичні властивості, що дозволяє їй ефективно боротися з бактеріями, пліснявою та дріжджами. Вона може використовуватися у м'ясних, рибних кондитерських виробках, молочних продуктах, пиві, вині, соку та інших напоях. Застосування харчової добавки E284 може бути пов'язане з здешевленням продукту.

Сульфур(VI) оксид (E220) — це хімічна сполука, що використовується як консервант, антиоксидант і антимікробний агент. Зазвичай його застосовують в харчовій промисловості для збереження продуктів, запобігання окислення та збереження кольору. Він являє собою газ, який утворюється в результаті спалювання сірки, і є природним компонентом, який можна знайти в атмосфері та воді. Сульфур(VI) оксид використовується для обробки сушених абрикосів, інжиру та інших сухофруктів, щоб зберегти їх колір і запобігти розвитку мікроорганізмів, які можуть спричинити псування. Він застосовується у виноробстві для збереження якості вина, запобігання окисленню і розвитку оцтової кислоти, що могло б зіпсувати смак вина. В деяких випадках Сульфур(VI) оксид додають у фруктові соки, щоб зберегти їх колір і свіжість. Його також можна знайти в консервованих овочах і фруктах, де він допомагає підтримувати привабливий вигляд і запобігає утворенню бактерій.

Карбон(VI) оксид - застосовується в якості добавки-консерванту E 290 при виробництві алкогольних і безалкогольних напоїв. Карбонатна кислота, що утворюється при реакції оксиду з водою має незаражувальну та антимікробну дію. У хлібопекарській справі E 290 може застосовуватися в якості розпушувача, надаючи пишності хлібобулочним виробам. Карбон(VI) оксид широко застосовується і при виробництві винної продукції. Продукція з використанням вуглекислого газу, має подовжений термін придатності без втрати органолептичних властивостей. Тверда форма E290, відома як сухий лід, широко застосовується у харчовій промисловості для швидкого заморожування і транспортування продуктів. Ця технологія зберігає текстуру, поживну цінність і смакові характеристики продуктів.

Висновки. У світлі постійного підвищення вимог до безпеки та якості харчових продуктів, використання неорганічних речовин у харчовій промисловості стає все більш важливим. Вони допомагають зберігати смак і корисні властивості продуктів.

Фотокаталітична активність зразків C_3N_4 , сформованих за участі борної кислоти, в процесі отримання H_2 під дією видимого світла

Надія Магден¹, Михайло Овчаров^{1,2}

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²Інститут фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України

Вступ. На сьогодні фотокаталітичне отримання водню, як чистого і перспективного палива, привертає увагу багатьох наукових установ. В цьому відношенні нітрид вуглецю ($g-C_3N_4$) є одним із найперспективніших матеріалів. Для поліпшення світлопоглинання із можливістю регулювання потенціалів зон застосовується підхід впровадження в його структуру атомів неметалів, зокрема, бору.

Матеріали і методи. $g-C_3N_4$ був синтезований конденсацією меламіну на повітрі при 550 °C протягом 2 годин. Для формування боровмісного $g-C_3N_4$ застосовували добавки борної кислоти, ($XB-g-C_3N_4$, де $X = 0.5, 1, 3, 6, 10$ wag.% H_3BO_3). Зразки кристалічного нітриду вуглецю отримували термічною обробкою $g-C_3N_4$ -матеріалів в евтектичному розплаві солей KCl та LiCl. Фотоактивність отриманих матеріалів досліджували в реакції виділення H_2 з водно-етанольних розчинів при опроміненні суспензій видимим світлом. Кількість водню визначали хроматографічно.

Результати і обговорення. Фотокаталітична активність зразків суттєво залежить від вмісту допуючої домішки. При опроміненні недопованого $g-C_3N_4$ швидкість виділення водню приймала дуже низькі величини (таблиця), в системі спостерігалися слідові кількості H_2 , значення яких наближалося до експериментальної похибки. Термообробка $g-C_3N_4$ в суміші хлоридів літію та калію призводить до інтенсифікації формування H_2 більш, ніж на два порядки. Внесення борної кислоти при синтезі нітриду вуглецю сприяє суттєвому збільшенню фотокаталітичної активності системи: підвищення кількості H_3BO_3 в суміші з меламіном приводить до зростання як швидкості реакції так і показника ефективного квантового виходу утворення H_2 . Однак, при досягненні оптимального вмісту борної кислоти 1%мас досягається максимальна ефективність виділення водню і подальше збільшення її кількості не призводить росту ефективності процесу.

Таблиця. Швидкості (ν_{H_2}) та квантові виходи (Φ) процесу фотокаталітичного виділення водню з водно-етанольних розчинів за участю зразків нітриду вуглецю, легованих бором при опроміненні системи світлом видимого діапазону.

Кількість H_3BO_3 , заданої при синтезі, %мас	$g-C_3N_4$	CGCN	
	ν_{H_2} , ммоль/(годГ _{фк})	ν_{H_2} , ммоль/(годГ _{фк})	Φ , %
0	~0,006	1,8	28
1	0,166	2,8	48
3	0,3	2,8	48
6	0	-	-
10	0	-	-

Висновок. Встановлено, що внесення борної кислоти під час синтезу масивного та кристалічного нітриду вуглецю призводить до збільшення їх фотокаталітичної активності у реакції виділення водню. Найбільший квантовий вихід утворення водню, що складає 48%, досягнуто для зразків кристалічного нітриду вуглецю із заданою загрузкою H_3BO_3 1 %мас.

Використання процесів екстракції у харчовій промисловості

Захар Яковенко, Надія Квітковська

Національний університет харчових технологій, Київ. Україна

Вступ. Екстрагуванням називають процес добування із твердих тіл або рідких сумішей одного чи кількох компонентів за допомогою екстрагента з вибірковою розчинністю

Матеріали і методи. Проаналізовано та систематизовано наукові праці з даної теми для подальшого дослідження.

Результати. Процес екстракції відбувається у спеціальних апаратах – екстракторах, у які подають сировину, з якої добувають цільовий компонент, і розчинник. З екстракторів періодично чи безперервно відводять екстраговану речовину (екстракт). Екстрагуються сполуки з ковалентним зв'язком, які координаційно несольватовані, хелати металів, координаційно-сольватовані нейтральні комплекси, несольватовані йонні асоціати, комплексні кислоти.

Залежно від фазових станів сировини та екстрагенту процес поділяють на екстрагування в системах: 1) тверде тіло – рідина; 2) рідина – рідина.

У різних галузях харчової промисловості як екстрагенти використовують воду, спирт, бензин, бензол, дихлоретан тощо. Такі параметри, як використання розчинника, тип субстрату, концентрація, розмір частинок, температура, якість і зберігання екстракту, а також стабільність екстракції були детально обговорені в огляді [1]. Екстракція з твердих тіл є одним з основних технологічних процесів при добуванні цукру з цукрових буряків, олії з насіння соняшнику, бавовнику, сої, ефірної олії, при одержанні ферментів з культур плісневих грибів, у виробництві вина, пива, лікерогорілчаних виробів, крохмалю, розчинної кави, чаю та різних плодкових екстрактів. Рідинну екстракцію застосовують у виробництвах спирту, вина, олії, антибіотиків та інших харчових продуктів. Технологічні процеси виготовлення багатьох видів харчової продукції пов'язані з переробкою сировини рослинного походження. Варіння та обжарювання сировини, як правило, завжди супроводжуються екстрагуванням тих або інших речовин з продукту у воду або жир. Так, приготування чаю і кави – є типовим процесом екстрагування з твердих речовин компонентів водою, що обумовлюють смак і запах цих напоїв. Процес екстрагування має велике значення при використанні різних пряних речовин, що додаються при варінні та обжарюванні м'ясних, рибних, овочевих продуктів, при приготуванні соусів і приправ. Смакові та ароматичні речовини з прянощів екстрагуються в бульйон або відвар. З метою повнішого екстрагування речовин, варіння необхідно проводити з урахуванням тих чинників, які обумовлюють ефективну екстракцію. Це перш за все тривалість, яка повинна бути такою, щоб забезпечити повний перехід екстрактних речовин. Отже, приготування їжі шляхом її варіння або обжарювання супроводжується мимовільним екстрагуванням цінних компонентів.

Висновки. Екстракція широко використовується в харчовій промисловості та має велике значення при аналізі рослинної лікарської сировини. Щоб одержати чисті цільові компоненти, екстракти, добуті за допомогою різних екстрагентів, піддають додатковому очищенню від нехарчових домішок.

Література.

1. Adithya Sridhar, Vijay Vaishampayan, P. Senthil Kumar (2022), Extraction techniques in food industry: Insights into process parameters and their optimization, *Food and Chemical Toxicology* 166:113207 DOI:10.1016/j.fct.2022.113207

Вплив термообробки на вміст Магнію в молоці

Камілла Циганок, Надія Квітковська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Магній є одним з найважливіших макроелементів в організмі людини, який відіграє значну роль у багатьох біохімічних процесах. Молоко та молочні продукти є одними з основних джерел харчового магнію.

Матеріали і методи. Проаналізовано та систематизовано наукові праці з даної теми для подальшого дослідження.

Результати. Середній вміст магнію в коров'ячому молоці становить 110 мг/л. Магній – це основний внутрішньоклітинний двовалентний катіон. Його функції включають метаболізм білків і нуклеїнових кислот, нервово-м'язову передачу, ріст і метаболізм кісток, стабілізацію йонних каналів, енергетичний метаболізм, регуляцію кров'яного тиску, скорочення м'язових клітин міокарда та як кофактора у великій кількості ферментативних реакцій [1]. Незважаючи на його загальноновизнану важливість для здоров'я, магній часто вважається поживною речовиною, яка споживається недостатньо. Фізіологічна потреба для дорослих – 400 мг/добу, для дітей – від 55 до 400 мг/добу. Окрім біологічної, важливою є технологічна роль магнію, який можна розглядати як чинник інтенсифікації процесів бродіння і ферментації, до того ж, сполуки магнію (MgO , $Mg(HCO_3)_2$, $MgCO_3$) відносять до харчових добавок, що попереджають злежування та грудкоутворення.

Магній є предметом менших досліджень, ніж кальцій. У коров'ячому молоці магній міститься приблизно в 30 % від концентрації кальцію. Йони Mg^{2+} можуть взаємодіяти з казеїном та індукувати утворення гелю або коагуляту при нагріванні молока до $\sim 70^\circ C$ майже так само, як і йони кальцію [2].

Приблизно дві третини Mg знаходяться в сироватковій фазі, тоді як подібна частка кальцію знаходиться в колоїдній фазі, пов'язаній з міцелами казеїну. Це говорить про те, що Магній більш термолабільний порівняно з Кальцієм тому, що сироваткові білки є більш чутливими до впливу високих температур.

Вміст Mg у фракціях жиру та сироваткового білка різко знижується після термічної обробки. Теплова обробка спричиняє зниження розчинності магнію, яка збільшується з рівнем термічної обробки.

Найвживанішим методом для визначення вмісту Mg в молоці є метод полуменевої атомної абсорбційної спектроскопії (ПААС). Цей метод характеризується простотою у використанні, є відносно недорогим та має високу точність і прецизійність.

Висновки. Підтримка оптимального балансу магнію важлива для здоров'я людини. Молоко та молочні продукти можуть сприяти подоланню повідомленого дефіциту біодоступного магнію.

Література.

1. K.D. Cashman (2011), Milk Salts: Macroelements, *Nutritional Significance, Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)*, pp.925-932. DOI:10.1016/B978-0-12-374407-4.00357-5
2. H. Eustina, Hilton C. Deeth (2017), Magnesium in milk, *International Dairy Journal*, V. 71, pp.89-97, DOI:10.1016/j.idairyj.2017.03.009

Флавоноїди в косметичі

Маргарита Головач

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Світовий ринок косметики є одним із найбільш швидкозростаючих. Наразі велика увага приділяється багатофункціональності косметики та натуральному, екологічному походженню її складників. Рослинні екстракти та природні сполуки вважаються одними з найцінніших інгредієнтів косметичних продуктів [1, 2].

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз сучасної наукової літератури щодо застосування флавоноїдів як складників косметичних засобів.

Результати. Флавоноїди – природні поліфеноли, благотворний вплив яких на організм людини пов'язаний з антиоксидантними, протизапальними, антимутагенними, антиканцерогенними, кардіопротекторними, нейропротекторними властивостями та УФ-захисним ефектом [1].

На косметичному ринку поліфенольні сполуки протягом останніх років були одними з найчастіше використовуваних активних інгредієнтів. Це пов'язано з їх комплексним, позитивним впливом на організм людини, зокрема й на шкіру, яка щодня зазнає впливу несприятливих зовнішніх факторів, таких як температура, забруднення або УФ-випромінювання [1, 3].

Так, практично всі флавоноїди володіють антиоксидантними властивостями. Здатність цих поліфенолів поглинати УФ-випромінювання обумовлює їх сонцезахисні властивості. Апігенін та геністеїн запобігають канцерогенезу шкіри, індукованому ультрафіолетом. Фотозахисні властивості притаманні й дигідрофлавонолу флоретину, антоціанідину, дельфінідину тощо. Відомо також про здатність запобігати розвитку підвищеної пігментації шкіри кемпферолу, моріну, кверцетину, ліквіртину, а також ряду халконів [2].

Катехіни, кверцетин, рутин, кемпферол, ізорамнетин демонструють ефективність в уповільненні процесу старіння шкіри. До того ж цим сполукам притаманна Р-вітамінна дія, завдяки чому вони мають перспективи застосування в засобах проти розацеа та куперозу.

Інноваційними косметичними інгредієнтами є фітоестрогени, відомі також як «гормони молодості». Ізофлавоноїди як природні модулятори рецепторів естрогену сповільнюють старіння шкіри, збільшують вміст колагену, вироблення гіалуронової кислоти, виявляють захист від окиснювального стресу. Великі перспективи застосування в антивікових засобах догляду за шкірою мають ізофлавоноїди сої геністеїн та дайдзейн, а також псевдобаптігенін, біоханін А, які містяться в червоній конюшині.

Висновки. Зважаючи на різнопланову біологічну дію флавоноїдів та низьку токсичність, ці сполуки мають потужний потенціал та перспективи застосування в косметичній галузі.

Література

1. Intharuksa, A.; Kuljarusont, S.; Sasaki, Y.; Tungmunthum, D. (2024), Flavonoids and Other Polyphenols: Bioactive Molecules from Traditional Medicine Recipes/Medicinal Plants and Their Potential for Phytopharmaceutical and Medical Application. *Molecules*, 29, 5760.
2. Liu, J.-K. (2022), Natural products in cosmetics. *Nat. Prod. Bioprospect.*, 12, 40.
3. Mietlińska, K. (2023), Polyphenols and saponins – properties and application in cosmetics. *Biotechnol. Food Sci.*, 85 (1), 63–70.

Розповсюдженість у природі та застосування сапонінів

Діана Сміян

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сапоніни – це тритерпенові або стероїдні глікозиди, які містяться в рослинах, особливо в коренях, квітках і насінні. Їх фізико-хімічні характеристики та біологічні властивості обумовлюють широке застосування у харчовій, косметичній, фармацевтичній промисловості. Широке використання синтетичних поверхнево-активних речовин обумовлює ряд проблем, пов'язаних з впливом на навколишнє середовище та здоров'я. Зважаючи на це, надзвичайно актуальними є дослідження, спрямовані на пошук та розробку екологічно чистих альтернатив синтетичним ПАВ.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз сучасної наукової літератури щодо сапонінів, їх розповсюдженості у природі та практичного застосування.

Результати. Бобові рослини, включаючи сою, нут, арахіс, сочевицю та квасолу, є основними харчовими джерелами сапонінів, які також присутні в інших їстівних видах рослин, таких як овес, спаржа, цибуля-порей, шпинат, часник, чай, кунжут, цукровий буряк тощо. Кора мильного дерева (*Quillaya saponaria*), мильнянка (*Saponaria officinalis*), юкка шидігери (*Mojave yucca*), пажитник (*Trigonella foenum-graecum*), кінський каштан (*Aesculus hippocastanum*), кіноа (*Chenopodium quinoa*) є основними нехарчовими джерелами сапонінів, що використовується в харчовій і косметичній промисловості [1, 2].

Сапоніни – це речовини, які володіють поверхневою активністю, що пов'язано з наявністю в їх молекулах гідрофобного ізопреноїдного залишку та гідрофільного залишку вуглеводної будови. Завдяки своїм амфіфільним властивостям, сапоніни утворюють стійку піну при перемішуванні або струшуванні. Вони є важливими природними поверхнево-активними речовинами, які знаходять використання при виробництві різноманітних миючих та косметичних засобів, харчових продуктів як піноутворювачі, емульгатори, солубілізатори тощо [2].

Сапоніни демонструють широкий спектр біологічної дії, включаючи антибактеріальні, протизапальні та протипухлинні властивості, тому використовуються і як біологічно активні компоненти харчових продуктів.

Важливим є те, що природні сапоніни володіють цінними біологічними властивостями та поверхневою активністю, а їх використання узгоджується з практиками «eco-friendly».

Велика кількість багатих сапонінами рослин у різних екосистемах вказує на їхній великий потенціал для заміни шкідливих синтетичних поверхнево-активних речовин у сучасних комерційних продуктах.

Висновки. Сапоніни стали комерційно значущими речовинами з широким застосуванням у продуктах харчування, косметичні та фармацевтичні у результаті зростання споживчого попиту на їх поверхнево-активні властивості та привертають значну увагу, завдяки їх біологічній активності та безпечності для навколишнього середовища.

Література

1. Jolly, A.; Hour, Y.; Lee, Y.-Ch. (2024), An outlook on the versatility of plant saponins: A review. *Fitoterapia*, 174, 105858.
2. Kanlayavattanukul, M.; Mersni, D.; Lourith, N. (2024), Plant-derived saponins and their prospective for cosmetic and personal care products. *Bot. Stud.*, 65, 32.

Роль водневого зв'язку у синтетичних полімерах

Ганна Животок, Ковальова Світлана

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Водневий зв'язок відіграє ключову роль у формуванні та властивостях синтетичних полімерів, впливаючи на їх структуру, механічні характеристики та функціональність.

Матеріали та методи. Дослідження ґрунтується на аналізі наукових публікацій, оглядових статей та монографій, присвячених вивченню водневих зв'язків у синтетичних полімерах.

Результати. Водневі зв'язки є важливими нековалентними взаємодіями, які суттєво впливають на морфологію та властивості полімерів. У поліамідах, таких як нейлон або кевлар, водневі зв'язки утворюються між амідними групами ($-\text{CONH}-$) і формують сильні міжмолекулярні взаємодії, що призводить до утворення жорстких та впорядкованих ланцюгів (Рис.1.). Це забезпечує високу кристалічність, міцність на розрив та термостійкість матеріалу. Водневі зв'язки в кевларі, в поєднанні з ароматичною структурою полімерного ланцюга, надає йому високу термостійкість.

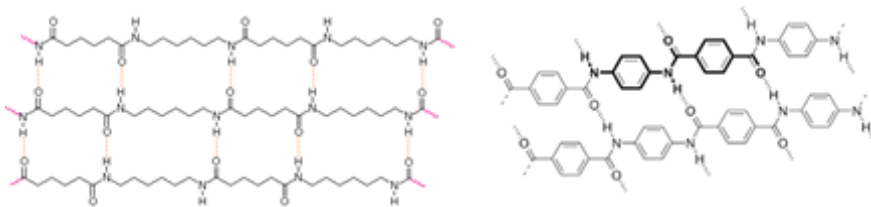


Рис. 1. Водневі зв'язки у нейлоні і кевларі

У поліуретанах водневі зв'язки утворюються між уретановими групами ($-\text{NHCOO}-$) і сприяють формуванню мікрофазової структури, де жорсткі уретанові домени, зв'язані водневими зв'язками, чергуються з м'якими поліефірними або поліолефіновими сегментами. Це забезпечує поліуретанам їхню характерну еластичність, гнучкість та зносостійкість.

Макромолекули полівінілового спирту (ПВС) утворюють велику кількість сильних водневих зв'язків, що робить ПВС водорозчинним та здатним утворювати гідрогелі. Завдяки високій водоутримуючій здатності ПВС використовують у медичних та косметичних засобах.

Кількість і сила водневих зв'язків можуть бути регульовані шляхом зміни хімічної структури полімеру, температури та присутності розчинників. Наприклад, введення додаткових функціональних груп, здатних утворювати водневі зв'язки, підвищує міцність і термостійкість полімеру.

Водневі зв'язки відіграють важливу роль у формуванні самовідновлюваних полімерів. Вони забезпечують тимчасові зв'язки між полімерними ланцюгами, які можуть розриватися і знову утворюватися під впливом зовнішніх факторів, таких як температура або механічне навантаження.

Висновки. Водневий зв'язок є важливим фактором, що визначає властивості синтетичних полімерів. Його регулювання дозволяє створювати матеріали з заданими характеристиками для різних застосувань.

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. Properties and the use prospects of ceramic-polymer paint for thermal insulation of refrigeration units in the food industry and vehicles

Serhii Monakhov¹, Oleksandr Konev¹,
Olesia Romanova², Olena Fedorenko¹

¹National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

² National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Food safety is a fundamental aspect that affects customer trust, the reputation of food establishments, and the business's financial success. Maintaining the quality of chilled and frozen products requires ensuring the correct temperature regime. This problem is especially acute in hot climates conditions when the cost of electricity needed to operate stationary and mobile refrigeration units for storing food can dominate their cost. In this case, the search for effective thermal insulation of refrigerators becomes especially relevant.

The purpose of this work is to study the properties of thermal insulation coatings formed as a result of polymerization of liquid thermal insulation developed using microspheres of technogenic origin and intended for thermal insulation of industrial refrigeration equipment at meat, dairy, and seafood processing enterprises, as well as special vehicles for their transportation.

Research materials and methods. The objects of the study are polymer matrix composites obtained using ash spheres extracted by fortification from thermal power plants' ash waste. The research methodology was based on the analysis of methods of thermal insulation of cryogenic equipment, as well as special transport (vans-refrigerators, thermal containers, etc.), study of the properties of ash spheres to determine the feasibility of their use in the production of liquid thermal insulation; selection of a polymer matrix for the manufacture of thermal insulation paints; production of samples of thermal insulation coatings and study of their properties. Standard methods for determining the physical, mechanical, and thermal properties, X-ray phase analysis, and scanning electron microscopy were used to implement the task set. The thermal conductivity of the coating was determined using a modified version of the standard test method ASTM C518.

The results. In recent decades, liquid nano-ceramic thermal insulation coatings have appeared in the thermal insulation market. The paint-based insulation contains microscopic, cellular ceramic microspheres [1, 2]. These hollow microspheres are obtained from ceramics or glass, which are melted at high temperatures. We used ash balls obtained by flotation from domestic thermal power plants' ash and slag waste as an alternative to expensive artificial microspheres. As the basis of the heat-insulating paint, we used the styrene-acrylic composition Akronal-290D, the advantages of which are elasticity, rapid film formation, as well as high hardness and hydrophobicity, chemical and thermal stability of the coating, which is a product of polymerization.

The formulation and technological parameters for obtaining heat-insulating coatings were experimentally determined: the filler content (ash microspheres) was 30 vol. % at a ratio of fractions of 50-150 μm and 30-50 μm as 1:1, the duration of polymerization under normal conditions was 2 hours. Using standard methods, the coating properties were determined: thermal conductivity coefficient 0.0025 W/m $^{\circ}\text{C}$, water absorption 0.1%, tensile strength 8.7 MPa, Shore hardness (scale A) - 88. Considering the complex high operational properties of the obtained ceramic-polymer coating, it can be predicted that its service life as thermal insulation of chambers of stationary and mobile refrigeration machines will be 15 years.

Zinc whiteners were introduced into the ceramic-polymer composition at 5 %wt to obtain bright white coatings and provide antibacterial properties of the filler mass. The results of the studies showed that due to the use of the developed paint, about 90% of IR radiation is reflected, resulting in the chamber's internal temperature decreasing by 18°C.

Additional advantages of the developed ceramic-polymer composition include easy cleaning of the resulting coating with detergents and preventing frost and condensation, eliminating the risks of metal surface corrosion and mold. It should be noted that simple methods of applying liquid thermal insulation could increase the efficiency of complex systems, such as milk pipelines.

Experimental studies have shown that using the developed liquid thermal insulation reduces the inflow of heat from the outside by 25% and the loss of cold through the walls by 30%, reducing the compressors' operating time. Calculations have shown that using the developed liquid thermal insulation will reduce cold losses inside the freezer, reducing energy consumption for cooling by 18-20%. In turn, reducing the temperature of the milk pipeline by only 5 °C will reduce energy consumption by 12%, increasing the system's efficiency. It should also be noted that the thickness of the thermal insulation layer does not exceed 1 mm, which will not significantly affect the load-bearing capacity of mobile refrigeration equipment.

Conclusions. The results of the experimental ceramic-polymer coatings functional properties studies indicate the prospects for using the developed thermal insulation paint for insulating stationary and mobile refrigeration equipment for the needs of the food industry. The results of experimental studies of the functional properties of ceramic-polymer coatings indicate the prospects for using the developed thermal insulation paint for insulating stationary and mobile refrigeration equipment for the needs of the food industry. The coatings obtained with its use are environmentally friendly, have antibacterial properties, and are aging-resistant.

References

1. Posmyk A. Composite coatings with ceramic microspheres as insulating materials for transport means. *Composites, Theory and Practice*, 2016, 16(4), 212-217.
2. Petkova-Slipets R., Zlateva P. An analysis of the structure and thermal conductivity of hollow microsphere filled syntactic foams. *Civil and Environmental Engineering*, 2019, 15 (1), 36-41.

2. Development of an innovative cosmetic product for scalp and hair care with active biomimetic peptides and curcuma callus extract

Olena Khalypa, Olena Podobii

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Hair thinning, excessive shedding, and weakened follicles are common concerns for both men and women, though they tend to pose a greater psychological challenge for women. These issues can stem from various factors—ranging from hormonal imbalances and stress to nutritional deficiencies and environmental damage. In today's image-conscious society, people are looking for an affordable cosmetic hair loss solution that delivers on its promises. Our focus here is a multi-component product enriched with potent peptides, natural extracts, and moisturizing agents [1-3].

Materials and methods. Analysis of and commercial advertising brochures scientific literature and relevant data on selection of formulation components with justification of the effectiveness of the action for the manufacture of a prototype of a cosmetic product of innovative composition – **cosmetic serum for hair and scalp**

The results. Composition of cosmetic serum (in table) includes an active ingredients which work together to enhance scalp circulation, fortify hair follicles, and protect against inflammation, thereby creating an optimal environment for hair growth.

We have carefully selected key ingredients for their individual and synergistic benefits in promoting hair growth, scalp health, and follicle strength. Rosemary hydrosol enhances microcirculation in the scalp, improving nutrient delivery to hair roots and supporting optimal follicle function. Acetyl tetrapeptide-3 stimulates keratin production and reinforces the hair follicle structure, helping to maintain hair density and resilience. Curcuma callus extract plays a crucial role in regulating excess dihydrotestosterone, a hormone associated with hair loss, promoting a healthier hair growth cycle. Placenta hydrolysate and ProdeW 500 has a broad spectrum of amino acids provide essential building blocks for stronger, healthier hair. Vitamin PP and caffeine work synergistically to fortify follicles and enhance scalp circulation, improving hair vitality and resistance to external stressors. Propanediol and butylene glycol effectively hydrate the scalp while enhancing the penetration of active ingredients. Biolin P supports a balanced scalp microbiome, reducing irritation, flaking, and dryness for a healthier scalp environment. A combination of natural extracts, including clover, turmeric, and saw palmetto, provides anti-inflammatory and antioxidant benefit.

Conclusion. This multi-functional hair care formula combines peptides, natural extracts, and moisturizing agents to stimulate hair growth, reinforce follicle strength, and maintain a healthy scalp. It is suitable for both men and women looking to prevent or address hair loss, enhance hair density, and ensure long-term hair vitality. Developed product is good for individuals experiencing hair thinning or excessive shedding, as it helps strengthen weakened hair and prevent further loss. It benefits both men and women seeking faster hair growth by supporting the natural growth cycle and improving hair density. Additionally, it promotes scalp health by reducing irritation and creating an optimal environment for hair growth. It is also suitable for those looking for preventive care against stress-related or seasonal hair fall, helping to maintain overall hair resilience.

Table - Recipe for an innovative cosmetic serum

№	Componet		Cont ent, %
	Commercial name	International Nomenclature of Cosmetic Ingredients (INCI)	
1	Water filtrated	Aqua (Water)	71.49
2	RosmaryHydrozol	Rosmary(<i>Rosmarinus officinalis</i>) Hydrozol	10
3	Placenta proteins hydrolysate	Sodium PCA, Sodium Lactate, Arginine, Aspartic Acid, PCA, Glycine, Alanine, Serine, Valine, Proline, Threonine, Isoleucine, Histidine, Phenylalanine, Water	4
4	SCH HAIR REACT	Dextran, Biotynoyl tripeptide-1, Apigenin	3.0
5	CAPIXYL™	Butylene Glycol, Water, Dextran, Acetyl Tetrapeptide-3, Trifolium Pratense (Clover) Flower Extract	2.5
6	Solvent propanediol-1,3	Propanediol	2
7	Preservative Cosphagard® Pol	Aqua, Sodium Levulinate, Potassium Sorbate	1.5
8	Caffeine	Caffeine	1
9	Vitamin PP	Niacinamide	1
10	Biolin P	Inulin, Alpha-Glucan Oligosaccharide	1
11	CAPILIA LONGA PPF 01 (Curcuma callus cells extract)	Curcuma Longa (Turmeric) Callus Conditioned Media, Water (Aqua), Pentylene Glycol, Phytic Acid	1
12	Prodew 500	Sodium PCA, Sodium Lactate, Arginine, Aspartic Acid, PCA, Glycine, Alanine, Serine, Valine, Proline, Threonine, Isoleucine, Histidine, Phenylalanine, Water	1
13	Solagum AX	Acacia Senegal Gum, Xanthan Gum	0.3
14	Saw Palmetto Extract VG	Aqua, Glycerin, Serenoa Serrulata Fruit Extract , Sodium Benzoate	0.2
15	Citric acid monohydrate	Citric Acid	0.01
Total			100

References

1. Ntshingila, S., Oputu, O., Arowolo, A. T., & Khumalo, N. P.. Androgenetic alopecia: An update. *JAAD international*, 2023, 13, 150-158.
2. Kim, A., Kim, Y., Lee, J. M., Chung, J. O., Roh, J. H., Lee, J. O., & Kim, B. J. The impact of AP collagen peptides (APCPs) on hair shaft elasticity and gloss: A comprehensive analysis. *Journal of Functional Foods*, 2024, 122, 106534.
3. CAPIXYL™ Anti-Aging Hair Care Complex Biomimetic peptide combined with a red clover extract. – provide on webpage <https://www.foligain.nl/media/downloads/Capixyl.pdf> (Last accessed: 15.03.2025).

3. Innovative hair-growth enhancing anti-dandruff shampoo with extract of *capsicum annuum* (hot red pepper chili)

Oleksii Yakovlev, Olena Podobii

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Healthy hair is crucial for humans, because it is not only beauty, it is a serious indicator of the state of an organism. Hair is often one of the first parts of the body to be affected by illness or stress, which may be due to vitamin deficiencies, particularly B vitamins. The deficit of the vitamin group A and low immunity often leads to dandruff. Dandruff is a very popular problem, affecting around 40-60% of people in the world. Since the middle of the XX century, anti-dandruff with synthetic antibacterial agents came into life. The two most popular ingredients are zinc pyrithione and selenium sulfide [1], but they have large disadvantages which include: environmental concerns, potential skin irritation, limited effectiveness, and hair and scalp dryness. Therefore, it is very important to use natural components for shampoos, which would be able to provide effective and qualitative protection for hair and humans in general. The best well-known components are eucalyptus oil, tea tree oil, and lavender hydrosol. They have antifungal, antibacterial, and anti-inflammatory properties, making them effective natural remedies for dandruff.

Otherwise, an extract of *capsicum annuum* (hot red pepper chili) might be potentially very promising, due to the wide properties of the major substance in pepper – capsaicin or trans-8-methyl-n-vanillyl-6-nonenamide (according to IUPAC). In recent years, many studies investigating the properties of capsaicin for use in cosmetics have been conducted. Scientists figured out that trans-8-methyl-n-vanillyl-6-nonenamide stimulates the hair follicles in the skin and promotes hair growth. On the basis of investigations, scientists highlight that capsaicin might be used in treating *alopecia areata* (especially with combination of isoflavones) [2]. It is probably also may have anti-dandruff properties, but this case has not yet been thoroughly researched.

Therefore, **the aim** of this paper was to receive a shampoo with a strong combination of hair-growth and anti-dandruff properties.

Materials and methods. All ingredients for the innovative shampoo were purchased from a specialized marketplace. Coco glucoside and sodium coco sulfate were selected as surfactants to create foam. Lavender hydrosol, tea tree hydrosol, and eucalyptus hydrosol were incorporated as natural anti-dandruff agents [3]. Additionally, hydrolyzed keratin proteins, hydrolyzed silk proteins, and Natural Moisturizing Factor (NMF) were included in the formulation. Guar gum was used as a thickener. Hot red chili pepper was sourced from a local market in Kyiv, and extraction was performed using 96% ethanol via maceration.

The results. The first important point, which was revealed in this research, was the impossibility of using ethyl acetate as a solvent for maceration of pepper chili. Despite theoretically very good yields of products, this solvent has a very strong smell, which complicates this application in cosmetics. Thus, the attempt of ethanol substitution by ethyl acetate was unsuccessful. However, ethyl alcohol as a solvent for maceration showed also good results, that's why it was used in our shampoo.

Secondly, innovative shampoo was received. The surfactants in this product show very powerful washing properties. In comparison to common shampoo (even with laureth sulfate) it is enough to take two times less quantity of product and wash hair only one time, and the head and hair would be cleaner, in contrast to the shop's production. Important role plays a combination of surfactants, coco glucoside, and sodium coco sulfate. They act softly, but the foaming is very strong. It makes this beauty product very cost-efficient. We would like to

emphasize that this shampoo did not cause the irritation, despite the existence of hot red pepper chili. It means that it does not cause inflammation and discomfort for human eyes and nose as well as hair dryness.

The sample of shampoo was tested on 10 volunteers with different hair. Three persons had dandruff, two persons had split ends and five persons didn't report the problems with their hair. The volunteers were instructed to wash their hair with this product at least twice a week for one month. Then feedback was collected. All 10 persons reported that they likely used the shampoo. Two individuals with dandruff noticed a significant reduction in symptoms within two weeks.

Eight volunteers reported improved hair quality after a month of using, two other persons didn't observe any changes. However, those with dandruff experienced a recurrence of symptoms after discontinuing the shampoo.

The recurrence of dandruff may be attributed to two main factors. First, natural antifungal agents, while effective, may not be as potent as synthetic alternatives. Second, external factors such as poor air quality and weakened immune systems - common issues in Kyiv and Ukraine - may contribute to the persistence of dandruff. Therefore, for sustained results, prolonged use of the shampoo is recommended.

Conclusions. A new hair-growth-enhancing anti-dandruff shampoo containing hot red pepper chili extract has been developed and tested on volunteers. The shampoo formulation includes a combination of gentle yet effective surfactants, which provide excellent cleansing and foaming properties.

Feedback from users was overwhelmingly positive. The shampoo demonstrated its ability to promote hair growth due to the presence of capsaicin and to combat dandruff through natural antifungal agents such as lavender hydrosol, tea tree hydrosol, and eucalyptus hydrosol. However, the effects of the shampoo may be temporary, as dandruff symptoms tended to return after discontinuation. This could be linked to external environmental factors and individual immune system health. Therefore, continued use of the shampoo is recommended for long-term benefits.

This study highlights the potential of using natural ingredients in cosmetic formulations to create effective, environmentally friendly, and health-conscious hair care products.

References

1. Sabir Hasanbeyzade, The effects of Zinc Pyrithione and Selenium Disulfide shampoos on the Lesion-free period after treatment in patients with seborrheic. *J Clin Aesthet Dermatol.* 2023;16(5): 40-42.
2. N. Harada et al. / Growth Hormone & IGF Research 17, 2007, 408–415
3. Shagun Jain, Poonam Arora, Lalit Mohan Nainwal, Essential Oils as Potential Source of Anti-dandruff Agents: A Review, 2021, Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening 24(9).

4. Botanical extracts in skin-lightening cosmetics

Bohdana Honsirovska, Vladyslav Avdienko, Olena Chernysheva, Tetiana Avdienko
Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine

Introduction. Hydroquinone is often considered the gold standard among traditional topical treatments for hyperpigmentation. However, its usage is permitted only in professional salon cosmetics, which are used by certified specialists. For home usage there are many recipes with a milder effect on the cosmetic market, often they contain botanical extracts with skin-lightening properties.

Materials and methods. Special attention in the review of the relevant literature and scientific studies was paid to such active substances of botanical extracts as arbutin, niacynamide, aloesin, flavonoids and para-coumaric acid due to their prevalence in plant raw materials.

Results. Alpha-arbutin – 4-hydroxyphenyl- α -D-glucopyranoside – is widely used in skin care cosmetics as skin lightener and in cosmeceutical recipes for improving its condition - a light brightening effect gives the skin a fresh look. It works by inhibiting the activity of tyrosinase - an enzyme that is involved in melanin synthesis. In addition, alpha-arbutin has antioxidant properties that help protect skin from free radicals and harmful environmental influences. This substance is usually obtained by enzymatic or chemical hydrolysis of natural arbutin extracted from plants such as milk thistle, cranberry or mulberry. Hydrolysis destroys the glycosidic bond in arbutin with the formation of alpha-arbutin, which is then isolated and purified for further use. Alpha-arbutin is considered as safe ingredient for cosmetic use – the substance has undergone thorough safety assessment and doesn't cause skin irritation. The disadvantages of α -arbutin-based products include relatively low efficacy, on the other hand, the mild effect of this substance can be an advantage for people with sensitive skin.

Niacinamide is a biologically active form of niacin (vitamin B₃), found in many root vegetables and yeasts. Niacinamide affects skin pigmentation by inhibiting the transfer of melanosomes from melanocytes to keratinocytes and may interfere with the cellular signaling pathway between keratinocytes and melanocytes, reducing the intensity of melanogenesis. Studies show that niacinamide does not affect tyrosinase activity, melanin synthesis, or the number of melanocytes in a monolayer culture system. The same studies found that niacinamide reduces the number of melanosomes transferred from melanocytes to keratinocytes by 35–68% in a co-culture model system with L-1 niacinamide during 12 days. The advantages of niacinamide include high efficacy and a wide range of additional functions: restoring the lipid barrier, reducing pores, protecting skin from ultraviolet radiation and smoothing mimic wrinkles. The disadvantages of this substance are almost unexplored, but it can cause an allergic reaction (redness and itching) in people with sensitive skin.

Aloesin is a derivative of hydroxymethyl-C-glycosylated chromone, isolated from fresh leaves of plants of the Aloe species. It has a hydrophilic nature, which slows down the penetration into the deeper layers of the skin compared to hydroquinone, but this is precisely what ensures its milder effect. Aloesin inhibits tyrosinase by blocking the hydroxylation of tyrosine to 3,4-dihydroxyphenylalanine.

Flavonoids are a group of aromatic substances with the general formula C₆-C₃-C₆. They are found in parts of many plants: birch and coltsfoot leaves, arnica flowers, heather, black elderberry, chamomile, linden blossom, parsley roots and licorice. Their molecules consist of two phenyl residues connected by a propane link, which can be closed into an oxygen-containing heterocycle. The properties of flavonoids are due to the position of the phenyl substituent and the ketone group. The general action mechanism of these compounds (primarily hesperidin, catechins, baicalein, kaempferol and luteolin) can be described as inhibiting the accumulation of proteins, necessary for melanogenesis passing. Some flavonoids (such as cyanidin, hesperetin, apigenin, genistein and fisetin) have melanogenic effects, so their use in lightening agents is limited and is still being investigated.

Para-coumaric acid is an oxycinnamic acid, an organic hydroxyl derivative of cinnamic acid. It is found in fresh leaves of *Panax ginseng*, as well as in tomatoes, carrots and garlic. The mechanism of its lightening action is that due to its structural similarity to the endogenous substrate L-tyrosine; para-coumaric acid can bind to the active centre of this enzyme and block it, preventing access to the substrate and, accordingly, interrupting melanogenesis. There are studies that indicate that para-coumaric acid inhibits tyrosinase activity approximately 10 times more strongly than kojic acid.

Conclusions. Botanical extracts can be a great alternative to aggressive skin lighteners such as hydroquinone or kojic acid and complement the active ingredients of skin-lightening cosmetic products.

5. Innovations in potassium nitrate production technology (KNO₃ fertiliser)

Tetiana Pitsiva, Tetiana Boichuk

*National University of Food Technologies,
Kyiv, Ukraine*

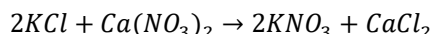
Introduction. Potassium nitrate is a product of the interaction of potassium chloride and calcium nitrate. Owing to its beneficial properties, potassium nitrate is used as a constituent of fertilizers, fireworks, saltpeter, or niter. Therefore, demand for its production is constantly growing.

Materials and methods. An analytical review of the literature was carried out, experience in the technology of potassium nitrate production, one of the main needs of the chemical industry, and its properties were studied.

Results. Potassium nitrate (KNO₃) is known to be the only binary fertilizer that consists of the two important macro-nutrients nitrogen and potassium that are required by most crops at the largest amounts, and mainly at similar rates. Hence while using potassium nitrate both nutrients are taken up parallel, at high rates, needed by the plant, unlike the situation occurring with e.g. potassium sulfate or potassium thiosulfate, in which the sulfate anion which is required at much lower rates is left behind in the soil, building up high concentration, and producing a salinity problem and reducing soil *pH*.

Potassium nitrate is a strong oxidizing agent that can be exploded on reaction with other organic compounds. Owing to its beneficial properties, potassium nitrate is used as a mineral fertiliser, explosives component, food additive (E252), and in the production of glass, ceramics and metallurgy. It is also used in some types of toothpaste, as it protects teeth from sensitivity.

Due to its high cost and scarcity, a number of industrial methods have been developed to produce potassium nitrate. A method is used abroad where potassium nitrate is produced by reacting potassium chloride with calcium nitrate in an aqueous solution. The process involves the precipitation of potassium nitrate from the calcium chloride brine produced by the reaction,



and removing unreacted calcium nitrate from it. After extraction, the rich solvent, or extractant, is distilled off for reuse and the calcium nitrate is recovered for further reaction with potassium chloride by reverse extraction with water.

The best weight ratio of water to reagents in the initial aqueous solution is between 0.8 and 1. This results in a potassium nitrate yield of about 65% of the theoretical yield. Due to its innate simplicity, the process adapts very well to continuous production [2].

Conclusion. Today, potassium nitrate is in high demand in the agricultural, food, metallurgical, glass and ceramics industries. Therefore, the industrial production of this type of raw material is a modern topic and requires innovations to increase the yield of the target product.

References

1. Rising Demand of Potassium Nitrate (KNO₃). Production of Potassium Nitrate. *Niir Project Consultancy Services*. URL: <https://www.niir.org/blog/rising-demand-of-potassium-nitrate-kno3-production-of-potassium-nitrate/> (Last accessed: 03.03.2025).
2. Chirag S. Joshi, Manish R. Shukla, Krunal Patel, Jigar S. Joshi, Omprakash Sahu. Environmentally and Economically Feasibility Manufacturing Process of Potassium Nitrate for Small Scale Industries: a review, *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*, 2014, 41, 88-99.

6. Sucroglycerides E474: state of the raw material base and features of production technology

Nadiya Magden, Olena Podobiy

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. According to the interpretation of the FAO-WHO Codex Alimentarius Commission, food additives are any substances that are not normally consumed as food and are not used as typical ingredients of food, regardless of whether they have nutritional value, intentionally added to food for technological purposes during the production, processing, packaging, transportation or storage of food products. One of such additives is sucroglycerides E474 [1].

Materials and methods. The study analyzed modern scientific literature on the availability of raw materials and the features of the production technology of sucroglycerides E474.

Results. This work is quite relevant, because E474 is a necessary emulsifier in the food and cosmetic industries, which has a complex effect and performs equally well in various types of emulsions.

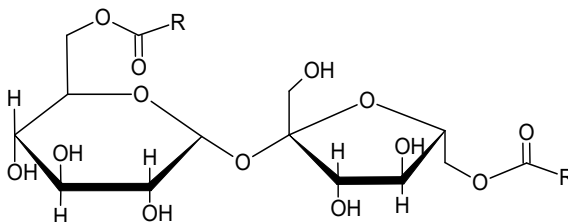


Figure 1 – Sucroglyceride molecule

Sucroglycerides are produced by reacting sugar with edible oil / fat to produce a mixture of mono and di-esters of sucrose and fatty acids, together with mono-, di- and triglycerides from the oil / fat. E474 is widely used in almost every food and beverage sector as an emulsifier, stabiliser and thickener. Typical examples include egg- cereal- and starch-based desserts, dairy-based drinks, yoghurts, ice cream and sorbets, a wide range of infant and dietetic foods and food supplements, beverage whiteners, surface treated fresh fruit, cocoa mixes (powders and syrups), soups and broths, sauces, meat products and chewing gum [2]. Applications also include use as a texturiser in biscuit mixes, and as an emulsifier in baked goods and baking mixes, dairy product analogues, frozen dairy desserts and mixes, and whipped milk products. The maximum estimated content of sucroglycerides in these uses is 1.5% [3].

The main components for the production of the emulsifier are sugar, sunflower oil, DMFA and sodium ethylate. It is worth noting that the raw material base for the production of sucroglycerides in Ukraine is quite powerful, which allows the production of the additive in large quantities.

Sucrose, known as regular sugar, is a common disaccharide that plays an important role in the food and chemical industries, providing both flavor and functional properties to products. In the food industry, it is used as a sweetener and preservative, in the chemical industry, it serves as a substrate in fermentation processes to produce products such as ethyl and butyl alcohols, citric acid, and glycerin, and is also a raw material for synthesis, as it is used in the production of surfactants and other organic compounds.

In order to support the Ukrainian economy, domestically produced sugar was chosen for production. The production of sucroglyceride involves the use of refined sugar with a sucrose content of 99.9% in order to reduce the formation of possible by-products.

Sunflower oil is one of the most important oils, which has great economic importance. In cooking, it is used for frying and for adding to salads. Margarine and cooking fats are produced

from it (by hydrogenation). Sunflower oil is used for the manufacture of canned food, as well as in the soap and paint industries.

It is a part of various ointments. Sunflower oil is a product of plant origin, therefore it cannot contain cholesterol. However, many manufacturers for advertising purposes deliberately emphasize its absence. The ratio of fatty acids ω -6: ω -3 in sunflower oil is defined as “very high” - 20.5:0.16.

Table 1 - Fatty acid composition of sunflower oil

Fatty acids	Percentage of content
Linoleic	46-62
Oleic	24-40
Palmitic	3.5-6.4
Stearic	1.6-4.6
Myristic	up to 0.1
Linolenic	up to 1
Arachidonic	0.7-0.9

Ukraine is the largest exporter of sunflower oil in the world (about 40% of world exports), the country produces about 20% of the world's sunflower oil.

Sucroglycerides are obtained by the transesterification reaction of sugars with various types of edible fats or oils (Fig. 2):

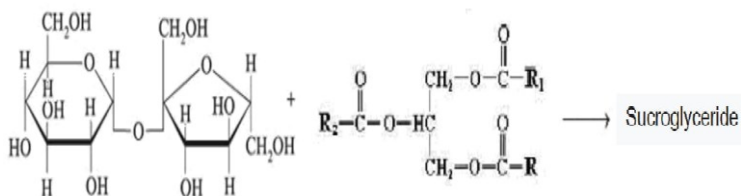


Figure 2 – Preparation of sucroglycerides

This method has the advantage of high solubility of selected components in DMF, compared to other solvents, which allows obtaining a larger amount of the target product at the output.

Conclusions. Sucrose esters offer advantages over many other commercial emulsifiers. Sucrose esters are unique in the high HLB values, which means that sucrose esters have special benefit in o/w emulsions. The production of such an emulsifier guarantees its unconditional success when used in many food products and cosmetics due to its wide range of uses, as well as the chemical structure that gives it such properties.

References

1. Codex Alimentarius. Class Names and the International Numbering System for Food Additives. 06.02.2007.
2. Ю. Коробка, О. Подобій. Використання цукрогліцеридів у виробництві соусів// Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 87 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 15–16 квітня 2021 р., м. Київ. Київ: НУХТ, 2021. Ч.2. С. 224.
3. Graham Brookes, Neville Craddock, Professor Bärbel Kniel. An analysis of labelling requirements, market dynamics and cost implications Implications for the European. *Food Chain*. 2005. P.88

7. History of methanol production improvement

Kateryna Yarchak, Tetiana Boichuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Methanol is one of the most important chemical compounds used in industry for the production of plastics, solvents and fuel additives. Its industrial production has come a long way from traditional wood-based production to modern energy-efficient synthesis technologies.

Materials and methods. We analysed and systematised the sources of literature for the purpose of further use in scientific research.

Results. The first information on the production of methanol dates back to antiquity, when a mixture containing methanol was obtained through the dry distillation of wood. In 1661, Robert Boyle first isolated relatively pure methanol, and in 1834, Jean-Baptiste Dumas and Eugène Peligot determined its chemical formula. However, industrial production of methanol from wood remained inefficient and limited in scale.

The first major breakthrough in methanol production came in 1923 with BASF, which developed a high-temperature, high-pressure process for synthesising methanol from synthesis gas. This method used a zinc and chromium oxide catalyst and operated at temperatures of 300–400°C and pressures of over 300 atm.

One of the key aspects of the evolution of methanol technology has been the improvement of catalysts. While initially, ZnO/Cr₂O₃ oxide systems were used, modern catalysts include more complex compositions. They provide higher selectivity and resistance to poisoning by impurities (e.g. sulphur).

Modern methanol synthesis technologies involve the use of various types of reforming of synthesis gas, such as steam reforming, autothermal reforming and combined reforming. There are also new trends in the development of environmentally friendly technologies. For example, methanol production from CO₂, methanol production from biomass or agricultural waste, and electrochemical synthesis of methanol at low temperatures.

With the growing demand for environmentally friendly technologies, methanol production is seen as an important step in the transition to green chemistry. Research in catalysis, CO₂ utilisation and hydrogen energy could significantly change future industrial applications. It is anticipated that production scale will increase, including the development of plants with a capacity of more than 10,000 tonnes per day.

Conclusions. The history of methanol production demonstrates the continuous development of technologies. Improvements in catalysts, optimisation of reforming and transition to environmentally friendly feedstock sources are opening up new horizons for methanol production, making it more efficient and resilient to the challenges of the modern economy and environment.

References

1. Sheldon, D. Methanol production-a technical history. *Johnson Matthey Technology Review*, 2017, 61(3), pp.172-182.
2. Bozzano, G. and Manenti, F. Efficient methanol synthesis: Perspectives, technologies and optimization strategies. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2016, 56, pp.71-105.

8. Hydrochloric acid - food additive E507 with a wide range of applications

Maryna Ivanova, Tetiana Boichuk

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Hydrochloric acid is a colorless, caustic synthetic liquid with a pungent specific odor that smokes in the open air. The boiling point of hydrochloric acid E507 for different concentrations ranges from 48C to 108C. Hydrochloric acid is usually obtained by dissolving gaseous hydrogen chloride in water, which, in turn, is obtained by burning hydrogen in chlorine. Hydrochloric acid is highly soluble in water.

Materials and methods. An analytical review of the literature, an analysis of the range of applications and the market for the production of additive E507 were carried out.

Results. In the food industry, food additive E507 is used mainly in the form of 10% and 25% solutions. It is used in the production of some syrups and in the vodka industry. Hydrochloric acid can be found in mayonnaise and soda. It is also added to citric acid, fructose, and gelatin.

In industry, hydrochloric acid is used in a wider range of applications. E507 is used in electroplating and hydrometallurgy, and is used to clean metal surfaces during tinning and brazing. Hydrochloric acid is involved in the production of manganese, zinc chloride, and iron. Hydrochloric acid E507 is also used in medicine. Mostly, a weak hydrochloric acid solution is prescribed to those suffering from diseases caused by a lack of acidity in gastric juice. The textile industry uses the additive E507 in leather processing.

Hydrochloric acid E507 is authorized in foods for infants up to 16 weeks of age. Dietary foods for infants for special medical purposes and special infant formulas. Chloride is an important nutrient that, together with certain cations (e.g. potassium, calcium and magnesium), participates in the balance of fluids and electrolytes and is essential for normal cellular function. Hydrochloric acid and its salts of potassium, calcium and magnesium are absorbed from the gastrointestinal tract. After absorption, chloride is distributed to organs and tissues. Chloride is excreted in sweat, urine, or feces. As for the effects of the acid on the human body, contact with hydrochloric acid can lead to negative consequences. Because it is a caustic substance, contact with E507 with exposed skin and mucous membranes should be avoided, otherwise severe burns may result. The acid is most dangerous to the eyes. When a vessel with hydrochloric acid is uncorked, hydrogen chloride vapors are instantly released and a mist is formed, the inhalation of which leads to severe irritation of the respiratory tract and mucous membranes, as well as suffocation. When reacting with bleach, potassium permanganate or manganese dioxide, E507 forms highly toxic and dangerous chlorine gas. However, weak solutions of E507 used in the food industry do not pose a negative impact on human health.

Conclusion. The European Commission is considering lowering the current limits for toxic elements (arsenic, lead and mercury) in the EU specifications for hydrochloric acid E507 to ensure that hydrochloric acid E507 as a food additive will not be a significant source of exposure to these toxic elements in food.

References

1. Younes, M., Aquilina, G., Castle, L., Engel, K., Fowler, P., et al. Re-evaluation of hydrochloric acid (E507), potassium chloride (E508), calcium chloride (E509) and magnesium chloride (E511) as food additives. *EFSA Journal*, 17(7), 2019.

9. Про умови синтезу фосфатного антикорозійного пігменту

Богдан Кучма¹, Надія Антрапцева¹, Галина Біла²

¹Національний університет біоресурсів та природокористування України

²Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасних умовах швидкого розвитку технологічних процесів для більшості виробництв хімічної, машинобудівної, кораблебудівної та металургійної промисловості актуальним є питання антикорозійного захисту металів та обладнання. Постійно розширюється асортимент інгібіторів корозії, антикорозійних пігментів, різноманітних металічних та неметалічних покриттів.

Як відомо, високу ефективність як антикорозійний пігмент демонструють фосфати двовалентних металів [1, 2]. При цьому фосфати, що містять у структурі два різних катіони, надають більший інгібуючий ефект, ніж індивідуальні солі [2]. Тому більш перспективним антикорозійним пігментом є подвійний фосфат цинку-кальцію складу $\text{Zn}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Відомості про його синтез мають препаративний характер [3]. Систематичних досліджень умов одержання та хімічної природи подвійного фосфату цинку-кальцію не проводилось.

Враховуючи, що ефективність і якість антикорозійного пігменту залежить від чистоти вихідного фосфату, метою роботи є проведення порівняльної характеристики одержаних подвійних фосфатів різними методами.

Матеріали і методи. Синтез фосфату цинку-кальцію проводили двома принципово різними методами. Перший з них забезпечував осадження $\text{Zn}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ з гомогенної системи $\text{CaCl}_2\text{--ZnCl}_2\text{--}(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4\text{--H}_2\text{O}$. Дослідження проводили методом залишкових концентрацій при $25 \pm 1^\circ\text{C}$, використовуючи як основу 0,1 моль/л водний розчин хлоридів CaCl_2 , ZnCl_2 та 0,5 моль/л розчин осаджувача – $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Сумарна концентрація утворених катіонів Ca^{2+} і Zn^{2+} становить 0,05 моль/л. Співвідношення до вихідного розчину $n = P/\Sigma\text{Ca, Zn} = 0,67$, $k = \text{Zn/Ca}$ – від 0 до 100 мол.%. Розчин суміші CaCl_2 , ZnCl_2 і $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ при заданому співвідношенні одночасно подавали до реакційної ємності. Осад, що утворився, відокремлювали від розчину, промивали водою, висушували при 70°C і аналізували. У маточному розчині визначали залишкові концентрації фосфору, цинку і кальцію ($C_{\text{Рзал.}}$, моль/л) та вимірювали значення рН.

Другий метод базувався на гетерогенній механічній взаємодії цинку гідроксокарбонату (72,71% ZnO) і кальцію карбонату (54,51% CaO) з розчином фосфатної кислоти (64,15% P_2O_5). Для окремої серії дослідів встановлено залежність складу утвореної твердої фази від рН осаду, температури, концентрації H_3PO_4 і співвідношення цинку і кальцію до вихідних карбонатів.

Результати. Хімічним аналізом осадів отриманих при $k = \text{Zn/Ca}$ в області $0,50 \leq k \leq 10,00$, визначено, що значення $n_1 = P/\Sigma\text{Ca, Zn}$ в осадах, відповідає середньому фосфату. У складі фосфату, отриманому при $0,50 \leq k \leq 1,00$, присутні два катіони одночасно у вигляді однієї кристалічної фази. Їх кількісний вміст відповідає складу цинк-кальцію фосфату з формулою $\text{Zn}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Результати хімічного, рентгенофазового та ІЧ-спектроскопічного аналізу, отримані для синтезованого подвійного фосфату, подібні до відомого для $\text{Zn}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Аналіз складу твердої фази отриманої при взаємодії H_3PO_4 із сумішшю цинку гідроксокарбонату та кальцію карбонату (75°C , $\text{ZnO}:\text{CaO} = 2:1$) при різному значенні рН осадження показав, що в інтервалі рН 2,1–2,5 осад являє собою суміш чотирьох

кристалічних фаз: $\text{ZnHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, CaHPO_4 і $\text{Zn}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Молярне співвідношення $\Sigma\text{MeO}/\text{P}_2\text{O}_5$ у твердій фазі, отримане в межах рН 2,8-3,4, відповідає розрахунковим значенням для середнього фосфату.

Рентгенографічними та ІЧ-спектроскопічними дослідженнями кристалічна фаза ідентифікована як встановлено подвійний середній цинку-кальцію фосфат складу $\text{Zn}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Стосовно умов його синтезу встановлено, що температура взаємодії в інтервалі 50-75°C і концентрація фосфатної кислоти в межах 30-87% практично не впливають на склад готового продукту.

Для вивчення можливості та умов утворення подвійного цинку-кальцію фосфату відмінного від $\text{Zn}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ складу була проведена серія дослідів, в яких кількість цинку і кальцію в суміші вихідних карбонатів змінювали в широкому діапазоні.

Результати фазово-хімічного аналізу показали, що лише при співвідношенні $\text{ZnO}:\text{CaO} = 2,00$ утворюється індивідуальна хімічна сполука – подвійний фосфат складу $\text{Zn}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Це, за хімічною природою, є подвійною сіллю – сполукою сталого хімічного складу. Збільшення вмісту Zn або Ca в суміші вихідного карбонату призводить до утворення домішкових фаз – пропорційної кількості фосфатів – $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ або CaHPO_4 .

Висновки. Подвійний цинку-кальцію фосфат складу $\text{Zn}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, який володіє властивостями ефективного антикорозійного пігменту, синтезовано двома різними методами.

Встановлено оптимальні умови його утворення, ідентифіковано склад та визначено його хімічну природу як подвійної солі сталого складу.

Література

1. Н.М.Антрапцева, М.М.Бегаль, Г.М.Біла Склад продуктів термообробки біологічно активної добавки на основі фосфатів цинку-магнію. *International periodic scientific journal / Modern engineering and innovative technologies*. 2019, V.7, №2, P.48-52. (Karlsruhe, Germany).
2. N. Antraptseva, O. Podobii, G. Bila Determination of food additive zinc-cobalt(II) phosphate form resistant to high temperatures. *Ukrainian Food Journal*, 2023, V. 12. Issue 2, P. 285-298. DOI: 10.24263/2304-974X-2023-12-2-10.
3. Pat.1551174 G.B. $\text{CaZn}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Anticorrosion pigment /Bayer A.G., Publ. 02.08.1979.

10. Визначення деяких мінеральних речовин у консервованій продукції

Андрій Пушкар¹, Катерина Ярчак², Галина Біла², Надія Антрапцева³

¹Запорізький національний університет

²Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

³Національний університет біоресурсів та природокористування України

Вступ. Мінеральні речовини, що входять до складу харчових продуктів, відіграють важливу роль в організмі людини. Вони містяться в протоплазмі і біологічних рідинах, відіграють основну роль в забезпеченні постійного осмотичного тиску, що є необхідною умовою для нормальної життєдіяльності клітин і тканин. Мінеральні речовини також входять до складу органічних сполук, комплексних сполук, та є пластичним матеріалом для побудови зубної та кісткової тканини.

Залежно від кількісного співвідношення мінеральних речовин в організмі людини і харчових продуктах їх поділяють на макро- і мікроелементи. При значенні масової частки елемента в організмі, яка перевищує 10^{-2} %, то його вважають макроелементом, при величині масової частки в межах від 10^{-3} до 10^{-5} % – мікроелементами, а при вмісті елемента менше 10^{-5} % - ультрамікроелементом. До макроелементів відносять калій, натрій, кальцій, магній фосфор, хлор та сірку, що містяться у сотнях і десятках міліграм на 100 г тканини або харчового продукту. Мікроелементи входять до складу тканин організму в концентраціях, що виражаються десятими, сотими і тисячними частками міліграма і являються необхідними для його нормальної життєздатності. Мікроелементи умовно поділяють на дві групи: абсолютно або життєво необхідні (кобальт, залізо, цинк, мідь, марганець, йод, бром, фтор) і так звані ймовірно необхідні (алюміній, стронцій, молібден, селен, нікель, ванадій та деякі інші) [1].

Тому аналіз вмісту цих мінеральних речовин у складі консервованої продукції є дуже актуальним.

Матеріали і методи. Для аналізу обрано маринові огірки двох виробників "Верес", "Чумак" та два зразки домашніх консервованих огірків із різним вмістом натрію хлориду та ацетатної кислоти.

Розчини солей Cd(II), Cu(II), Fe(III), Pb(II), Zn(II), P(V) готували із концентрацією $C=0,1$ моль/дм³. розчинення наважки Cd⁰ (о.с.ч.) у 1,0 моль/дм³ H₂SO₄, CuSO₄·5H₂O (х.ч.) у 0,1 моль/дм³ H₂SO₄, Zn⁰ (о.с.ч.) у розчині H₂SO₄, Fe(NO₃)₃· 6 H₂O (х.ч.) у 0,1 моль/дм³ розчині HNO₃, Pb(NO₃)₂ (х.ч.) у 0,1 моль/дм³ розчині HNO₃. Водний розчин фосфору з титром 10 мкг/см³ готували за точною наважкою KH₂PO₄ х.ч. 0,24 моль/дм³ водний розчин Na₂MoO₄·24 H₂O, відповідно.

В роботі використовували індикатори метил тимоловий синій (МТС) х.ч., (Merk), пірокатехіновий фіолетовий (ПКФ) ч.д.а. (Chemapol), малахітовий зелений (МЛЗ) ч.д.а. (Merk); ксиленоловий оранжевий (КО), метил тимоловий синій (МТС) ч.д.а. (Chemapol); розчини HCl, HNO₃, NaOH, NaCl, ацетон, етанол о.с.ч; 35 % розчин H₂O₂ фірми Solvay. Робочі розчини готували розведенням стандартних розчинів безпосередньо перед проведенням експерименту.

Аніонообмінник АВ-17×8 (А) в СІ-формі з розміром частинок 0,25–0,50 мм готували за відомою методикою [2]. Стандартизацію розчину купруму виконували методом йодометрії, плюмбу – методом комплексонометрії.

Результати. Результати визначення вмісту мінеральних речовин (у перерахунку на відповідні елементи) та рН розчину маринаду наведено у табл.

Таблиця – Кількісний вміст мінеральних речовин у маринованих огірках різних виробників

Назва	Вміст мінеральних речовин, мг/кг						рН
	Cd(II)	Cu(II)	Fe(III)	Pb(II)	Zn(II)	P(V)	
Верес	0,15	0,15	5,00	0,30	50,00	5,00	3,8
Чумак	0,14	0,15	5,23	0,33	50,01	4,89	3,7
Домашні 1	0,12	0,16	4,87	0,35	49,58	5,04	4,1
Домашні 2	0,12	0,13	5,03	0,38	53,02	5,16	3,2

Результати наведені у таблиці свідчать про те, що в аналізованих зразках вміст таких мінеральних речовин, у аналізованих зразках відповідає гранично допустимим концентраціям. Для зразка (домашній 2) виявлено дещо більший вміст Fe(III) – 5,03 мг/кг та Pb(II) – 0,38 мг/кг. Значення кислотності дослідних зразків знаходиться у діапазоні від 3,2 до 4,1, де найнижче значення визначено для зразка (домашній 2), що зумовлено більшим вмістом оцетатної кислоти у рецептурі.

Висновки. Визначено, що вміст мінеральних речовин Cd(II), Pb(II) та Cu (II), Fe (III), Zn(II), P(V) у маринованих огірках виробництва “Верес”, “Чумак”, та двох домашніх зразках із різним вмістом натрію хлориду та оцетатної кислоти відповідає гранично допустимим значенням для харчових продуктів.

Література

1. Fennema's Food Chemistry (Fourth Edition)/ Srinivasan Damodaran, Kirk L. Parkin, Owen R. Fennema, CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC, 2022, pp.

11. Порівняльний аналіз властивостей ефірних олій евкаліпту (*Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus radiata*, *Eucalyptus citriodora*)

Катерина Бегей, Тамара Носенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ефірні олії евкаліпту здобули визнання завдяки своєму унікальному хімічному складу, високій біологічній активності та універсальності використання. Особливий інтерес викликає ефірна олія евкаліпту, яка містить значну кількість біологічно активних компонентів, серед яких основним є 1,8-цинеол. Метою роботи було порівняння складу ефірної олії трьох видів евкаліпту.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження були ефірні олії евкаліпту (*Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus radiata*, *Eucalyptus citriodora*). Склад ефірних олій евкаліпту визначали методом газової хроматографії. Предметом дослідження був склад ефірних олій евкаліпту та їх фізико-хімічні властивості.

Результати. Методом газової хроматографії визначили склад ефірних олій евкаліпту. Для цього було проаналізовано по 3 зразки кожного виду, зразки відібрані із партій ефірних олій, що одержані з різних країн світу. В таблиці наведено результати хроматографічного аналізу, а саме - вміст основних компонентів у ефірних оліях проаналізованих зразків. Виявлено, що найвищий вміст 1,8-цинеолу у ефірній олії *Eucalyptus globulus*. Основним компонентом ефірної олії *Eucalyptus citriodora* є цитронеллаль.

Таблиця - Вміст основних компонентів у ефірних оліях *Eucalyptus*

Компонент	CAS №	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Eucalyptus radiata</i>	<i>Eucalyptus citriodora</i>
a-Pinene	80-56-8	1,96-3,97	1,09-1,77	-
a-Phellandrene	99-83-2	0,75-0,88	0,3-0,44	-
limonene	138-86-3	7,27-6,86	3,62-4,98	-
1,8-Cineole	470-82-6	81,7-82,83	68,17-75,5	1,11-3,0
p-Cimene	99-87-6	2,27-4,24	0,38-0,5	-
β-Pinene	127-91-3	0,23-0,5	0,39-0,58	0,61-0,93
Sabinene	3387-41-5		0,69-1,21	-
α-Terpineol	98-55-5		10,1-10,31	-
neo-Isopulegol + Isopulegol	89-79-2			6,14-8,27
Citronellal	106-23-0			66,3-78,3
Citronellol	106-22-9			7,25-12,14

Висновки. Проведений аналіз дозволив виявити відмінності у хімічному складі досліджених ефірних олій із трьох видів евкаліпту, що обумовлено їх ботанічним походженням. Отримані дані відповідають літературним джерелам і стандартам якості для кожного виду ефірної олії.

12. Дослідження вмісту біологічно активних речовин у екстракті листя *Ziziphus spina christi*

Олеся Радзімінська, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Лікарські рослини є основною сировиною для виробництва лікарських засобів у всьому світі. *Ziziphus spina-christi* (L.) Willd (також відомий як «Христові терни»), є цінною лікарською рослиною, що здавна використовується в традиційній медицині. Біологічні дослідження та традиційні застосування *Z. spina-christi* (L.), включаючи лікування діабету та малярії, проблем з травленням, тифу, захворювань печінки, слабкості, шкірних інфекцій, розладів сечовипускання, ожиріння, діареї та безсоння, показали ефективність лікування різними частинами рослини по всьому світу. Рослина вважається багатим джерелом різноманітних хімічних сполук. Сучасні дослідження підтверджують фармакологічний потенціал листя *Ziziphus spina-christi*, що робить його перспективним джерелом для розробки нових лікарських засобів, косметичних продуктів та біологічно активних добавок.

Матеріали і методи. Оскільки робота має теоретичний характер, основним методом дослідження буде аналіз наукової літератури. Він включатиме пошук та вивчення вітчизняної та зарубіжної наукової літератури, включаючи статті, монографії, дисертації, звіти про дослідження тощо. Для аналізу та систематизації інформації з різних джерел, а також критичної оцінки існуючих даних та методів дослідження буде використано порівняльний аналіз. За допомогою систематизації та узагальнення буде систематизовано та узагальнено інформацію про фізико-хімічні властивості, склад та сфери застосування екстракту листя *Ziziphus spina-christi*.

Результати. Його екстракти важливі для розробки ліків із фармакологічною діяльністю на Близькому Сході, у Південній та Східній Азії, включаючи Іран. Протягом тривалого часу *Z. spina-christi* використовувався в альтернативній медицині для лікування лихоманки, болю, лупи, ран і виразок, запальних станів, астми та для лікування очних захворювань. Нещодавно було показано, що *Z. spina-christi* має антибактеріальну, протигрибкову, антиоксидантну, антигіперглікемічну та антиноцицептивну дію. Флавоноїди, алкалоїди та сапоніни є основними фітохімічними речовинами цієї рослини.

Нещодавні дослідження призвели до виділення та ідентифікації двох нових селективних протипухлинних компонентів з листя *Ziziphus spina-christi*: сидрину та сидрозиду. Сидрин продемонстрував більшу активність, ніж сидрозид і доксорубіцин, проти специфічних ліній ракових клітин (H1-60 та EKVX). Це дослідження підкреслює значення сидрину як потенційного протипухлинного агента та його вищу активність порівняно з доксорубіцином у деяких випадках [1].

Рецептор людського епідермального фактора росту 2 (HER2) є підтипом раку молочної залози, який асоціюється з поганим прогнозом і низьким рівнем виживання. Відкриття нових протиракових засобів для лікування цього підтипу раку все ще потрібне. *Ziziphus spina-christi* (ZSC) - вид рослини, який походить з Катару. Він проявляє різні біологічні дії, включаючи цитотоксичність, оскільки містить різні важливі біологічно активні компоненти, головним чином рутин і кверцетин.

Ziziphus spina-christi L. має антимікробні властивості завдяки наявності біологічно активних сполук. В одному з досліджень оцінювали фенольний склад, антиоксидантну, антимікробну, а також інсектицидну активність екстрактів листя *Ziziphus spina-christi* за допомогою LC-MS [2]. Це дослідження надало цінні дані про

конкретні фенольні сполуки, присутні в листі, та їх відповідні кількості. В таблиці 1 представлено вміст фенольних сполук в екстрактах листя *Ziziphus spina-christi* різного походження [3].

Таблиця 1 - Вміст фенольних сполук в екстрактах листя *Ziziphus spina-christi* різного походження [3]

Походження	Загальний вміст фенолів (мг GAE/г СВ)	Загальний вміст флавоноїдів (мг QE/г СВ)	Конденсовані таніни (мг CE/г СВ)
Метлауї	6.08 ± 0.06a	2.22 ± 0.03b	0.925 ± 0.003a
Тозер	8.16 ± 0.05b	4.42 ± 0.03c	0.82 ± 0.007b
Дгеш	8.04 ± 0.04b	1.96 ± 0.01a	1.62 ± 0.001c

Ці дані є середніми значеннями трьох вимірювань. Для кожного стовпця значення з однаковими буквами алфавіту не вказано на значну різницю в 5% за тестом Дункана. ^a*p* < 0,05; ^b*p* < 0,005, ^c*p* < 0,005. GAE – еквівалент галоїї кислоти, QE – еквівалент кверцетину, CE – еквівалент катехіну, СВ – суха вага. Значення, позначені різними літерами в одному стовпчику, статистично відрізняються (*p* < 0.05).

Висновки. У роботі було проаналізовано екстракт листя *Ziziphus spina-christi* та досліджено вміст фенольних сполук в листі з різного походження. Екстракт листя *Ziziphus spina christi* є цінним джерелом біологічно активних речовин, що мають різнобічний позитивний вплив на організм людини. Його антиоксидантні, протизапальні, протимікробні та антиоксидантні властивості роблять його перспективним для застосування в медицині та косметології. Крім того, слід зазначити, що екстракти *Ziziphus spina-christi* містять кілька компонентів, які мають потужну антиоксидантну та антибактеріальну дію проти деяких типів бактерій. Таким чином, ці екстракти або їх компоненти можна рекомендувати як екологічну альтернативу синтетичним інсектицидам і використовувати як природні антиоксиданти у фототерапії.

Література

1. Isolation and identification of novel selective antitumor constituents, sidrin and sidroside, from *Zizyphus spina-christi* - PMC. PMC Home. URL: [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10205771/#:~:text=spina-christi%20contain%20several%20constituent,betulinic%20and%20oceanothic%20acids\)%20\(Elghaffaret](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10205771/#:~:text=spina-christi%20contain%20several%20constituent,betulinic%20and%20oceanothic%20acids)%20(Elghaffaret) (Last accessed: 05.02.2025).
2. LC-MS Analysis and Biological Activities of *Ziziphus spina-christi* L. (Christ's Thorn, Jujube) Leaves from Tunisia Oasis. Xia & He Publishing. URL: <https://www.xiahepublishing.com/m/2572-5505/JERP-2022-00001> (Last accessed: 05.02.2025).
3. MedCrave online | Online Publishing Library | Online Journal Publishing Groups. URL: <https://medcraveonline.com/HIJ/HIJ-08-00304.pdf> (Last accessed: 05.02.2025).

13. Ніацинамід у професійному догляді за шкірою обличчя

Сергій Ліщенко, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ніацинамід (нікотинамід) — амід нікотинової кислоти, водорозчинний вітамін В3. Він широко застосовується у дерматокосметичних засобах завдяки своїм численним біологічним властивостям, включаючи протизапальну, антиоксидантну та себорегулюючу дію. Ніацинамід покращує бар'єрну функцію шкіри, знижує трансепідермальну втрату вологи (TEWL) та допомагає боротися з різними проблемами шкіри, такими як акне, гіперпігментація та ознаки старіння [1].

Мета дослідження: оцінити ефективність ніацинаміду як активного інгредієнта у професійних косметичних засобах для догляду за шкірою обличчя, його механізми дії та перспективи застосування у дерматокосметології.

Матеріали та методи. Сировина: Ніацинамід фармакопейної якості (чистота $\geq 99\%$). Концентрація: 5% ніацинаміду у розробленій кремовій формулі. Метод виготовлення: Емульгування олійної та водної фаз за температури 75°C з подальшим охолодженням та введенням термолабільних компонентів. Оцінка властивостей: Аналіз фізико-хімічних характеристик (рН, стабільність, реологічні властивості) та оцінка стабільності активної речовини протягом 3 місяців зберігання. Клінічні випробування: Тестування на добровольцях із різними типами шкіри (жирна, комбінована, суха, чутлива) протягом 4 тижнів.

Результати. Численні клінічні дослідження ніацинаміду (вітаміну В3) підтверджують його здатність зменшувати зморшки, пігментацію, запалення та розширені пори, що робить його незамінним інгредієнтом косметики проти старіння, засобів проти акне та засобів для загального покращення текстури та тонушу шкіри.

Дослідження переваг ніацинаміду для шкіри все ще знаходяться на ранніх стадіях, але ніацинамід для місцевого застосування має властивості, які допомагають лікувати деякі захворювання шкіри, такі як акне та екзема. Це допомагає шкірі створювати білки та утримувати вологу, щоб запобігти шкідливому впливу зовнішніх факторів.

Важливим є те, що він формує імунітет шкіри. Компоненти ніацинаміду відновлюють шкіру, зокрема, вони допомагають відновити клітинну енергію клітин шкіри та відновити пошкоджену ДНК. Дана поживна речовина також зменшує імуносупресивну дію ультрафіолетових променів сонця, борючись із зовнішніми та внутрішніми стресовими факторами, які сприяють дегенерації вашої шкіри та є причиною передчасного старіння.

Ніацинамід також допомагає запобігти перенесенню пігменту всередині шкіри, що означає, що у вас буде менше коричневих плям. Його протизапальні властивості роблять його корисним для лікування запалення шкіри та лікування пов'язаних із ним симптомів, таких як почервоніння та червоні плями. Загалом у вас буде сильніша шкіра, яка зберігає зволоженість для покращення здоров'я шкіри. Протизапальні властивості цієї поживної речовини роблять її ідеальним засобом для лікування запалення шкіри. Ніацинамід діє, блокуючи хімічні речовини імунної системи, які сприяють запаленню. Його можна використовувати для лікування захворювань шкіри, що супроводжуються запаленням, таких як екзема, запальні вугри та контактний дерматит.

Біологічна активність ніацинаміду:

1. Антивіковий ефект: Ніацинамід стимулює синтез колагену та керамідів у шкірі, покращуючи її еластичність та пружність. Дослідження показують, що 5% ніацинамід зменшує зморшки та покращує текстуру шкіри після 8 тижнів застосування [2].

2. Протизапальна дія: Ніацинамід інгібує продукцію прозапальних цитокінів, таких як IL-6 та IL-8, зменшуючи почервоніння та подразнення, особливо у шкірі з акне або розацеа [3].

3. Себорегуляція: Зовнішнє застосування ніацинамиду ефективно знижує продукцію себуму на 20–30%, що робить його цінним інгредієнтом для догляду за жирною та комбінованою шкірою [4].

4. Покращення бар'єрної функції: Ніацинамід підвищує синтез керамідів, зміцнюючи бар'єр шкіри та зменшуючи трансепідермальну втрату вологи на 20–30% протягом 4 тижнів застосування [5].

5. Відбілювальна дія: Ніацинамід інгібує передачу меланосом до кератиноцитів, що сприяє освітленню пігментних плям та вирівнюванню тону шкіри [6].

Розроблений крем з 5% ніацинамідом продемонстрував такі ефекти після 4 тижнів застосування:

1. Зниження себуму: зменшення продукції себуму на 25% у пацієнтів з жирною шкірою.

2. Покращення бар'єрної функції: зменшення TEWL на 30%.

3. Підвищення еластичності шкіри: збільшення пружності на 15% та зменшення дрібних зморшок на 10%.

4. Відбілювання шкіри: покращення стану гіперпігментації на 20%.

5. Зменшення подразнення: значне зниження почервоніння та подразнення у чутливої шкіри.

Висновки. Ніацинамід є високоефективним активом для професійного догляду за шкірою обличчя. Його багатofункціональні властивості роблять його цінним для лікування акне, ознак старіння, зволоження та відновлення бар'єрної функції шкіри. Подальші дослідження мають зосередитися на розробці комбінованих формул з ніацинамідом для підсилення його ефекту та забезпечення кращої біодоступності.

Література

1. Draelos, Z. D. Cosmeceutical Formulations with Niacinamide for Treating Aging and Photodamaged Skin. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 2019, 12(1), 25–30.
2. Bissett, D. L., Oblong, J. E., & Berge, C. A. Niacinamide: A B Vitamin that Improves Aging Facial Skin Appearance. *Dermatologic Surgery*, 2005, 31(7 Pt 2), 860–865.
3. Gehring, W. Nicotineamide in Dermatology. *Journal of Dermatological Treatment*, 2004, 15(5), 311–316.
4. Shalita, A. R., Smith, J. G., Parish, L. C., & Sofman, M. S. Topical Nicotinamide Compared with Clindamycin Gel in the Treatment of Inflammatory Acne Vulgaris. *International Journal of Dermatology*, 1995, 34(6), 434–437.
5. Tanno, O., Ota, Y., Kitamura, N., Katsube, T., & Inoue, S.. Nicotineamide Increases Ceramide Levels in Human Keratinocytes and Improves the Barrier Function of the Skin. *British Journal of Dermatology*, 2000, 143(3), 524–531.
6. Hakozaki, T., Minwalla, L., Zhuang, J., Chhoa, M., Matsubara, A., Miyamoto, K., & Bissett, D. L. The Effect of Niacinamide on Reducing Cutaneous Pigmentation and Suppression of Melanosome Transfer. *British Journal of Dermatology*, 2002, 147(1), 20–31.

14. Екстракт люцерни – характеристика та застосування в косметичній галузі

Михайло Мілюкін, Михайло Наголюк

Національний інститут 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 люцерни.

Люцерна містить 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 кислоти, флавоноїди, фітоестрогени та інші корисні біологічно активні речовини.

Матеріали і методи. Використано методи інформаційного пошуку, узагальнення та аналізу даних літератури.

Результати. *Люцерна* (*Medicago sativa* L.) - багаторічна трав'яниста рослина, що належить до роду *Medicago* і родини *Fabaceae*. Росте в помірному кліматичному поясі та є широко поширеною у сільському господарстві завдяки високій поживній цінності.

Найцінніші метаболіти містяться в листі та проростках люцерни. Вони містять декілька груп корисних сполук: сапоніни, флавоноїди, фенольні кислоти, білки, амінокислоти та вітаміни. Люцерна є природним джерелом фітоестрогенів, які сприяють підтримці пружності та еластичності шкіри, зменшенню запалень і покращенню мікроциркуляції. Флавоноїди люцерни мають антиоксидантні властивості, що забезпечують захист шкіри від шкідливого впливу вільних радикалів.

Екстракт люцерни широко застосовується в косметичній галузі у складі антивікових кремів, сироваток, масок, шампунів та бальзамів для волосся. Він сприяє зміцненню капілярів, стимулює синтез колагену, надає шкірі здорового вигляду, а також покращує її загальний стан. Крім того, екстракт люцерни має заспокійливу дію, що робить його ідеальним компонентом косметичних засобів для чутливої шкіри.

Найбільш популярним способом отримання екстракту є водно-етанольна екстракція, яка дозволяє зберегти максимальну кількість біологічно активних речовин. Отримані екстракти мають потужні антиоксидантні, регенерувальні та протизапальні властивості, що робить їх корисними не лише в косметичній, а й у фармацевтичній промисловості.

Висновки. Завдяки вмісту біологічно активних сполук люцерна широко використовується в косметичній, фармацевтичній та харчовій промисловості.

Література

1. Smith J. *Medicago sativa* - A Natural Source of Phytoestrogens and Antioxidants. *Journal of Herbal Medicine*, 2020. V. 15(3), p. 345-360.

15. Дослідження екстракту чаю матча фізико-хімічними методами

Зоря Матвій, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У сучасній косметології зростає інтерес до використання природних компонентів, серед яких екстракт чаю матча займає особливе місце. Завдяки високій концентрації антиоксидантів, катехінів, вітамінів та мінералів, матча має значний вплив на регенераційні процеси в шкірі, уповільнює старіння та захищає від негативних факторів довкілля.

Матеріали і методи. Для аналізу хімічного складу екстракту чаю матча було використано аналіз вітчизняних та закордонних джерел інформації.

Результати. Дослідження проводилося для екстракту чаю матча, отриманого шляхом водної екстракції висушеного порошку зеленого чаю. Встановлено концентрацію катехінів, хлорофілу, L-теаніну та поліфенолів, що впливають на антиоксидантні та протизапальні властивості досліджуваного екстракту. Проаналізовано спектральні характеристики екстракту та вплив температури на стабільність його активних компонентів. Отримані результати підтвердили високу концентрацію антиоксидантів у складі екстракту матча, що є основою його біологічної активності. Спектрофотометричний аналіз показав значний вміст хлорофілу, який відповідає за детоксикаційні властивості екстракту, та катехінів, що мають виражену антиоксидантну дію.

Досліджено рівень кофеїну, який впливає на тонус шкіри та сприяє покращенню мікроциркуляції. Визначено, що при зміні температури зберігання знижується вміст поліфенолів, що свідчить про необхідність контролю умов зберігання косметичних засобів з екстрактом матча.

Досліджено вплив екстракту на фізико-хімічні характеристики косметичних продуктів. Виявлено, що додавання екстракту чаю матча до кремів та сироваток підвищує їх стабільність, покращує текстуру та забезпечує пролонговану дію зволоження. Катехіни сприяють нейтралізації вільних радикалів, що є ключовим фактором у боротьбі зі старінням шкіри. Отримані результати свідчать про значний косметологічний потенціал екстракту чаю матча. А висока концентрація біологічно активних речовин робить його перспективним компонентом для засобів догляду за шкірою.

Висновки. Дослідження підтвердило ефективність використання екстракту чаю матча як активного компонента косметичних засобів. Високий вміст антиоксидантів, катехінів і хлорофілу зумовлює його захисні та регенераційні властивості. Отримані дані можуть бути використані для подальших розробок у сфері косметології, фармацевтики та харчової промисловості.

Література:

1. Acute effects of tea constituents L-theanine, caffeine, and epigallocatechin gallate on cognitive function and mood: a systematic review and meta-analysis /David A Camfield, Con Stough, Jonathon Farrimond, Andrew B Scholey. *Nutrition Reviews*. 2014, 72(8):507-22.
2. Acute effects of tea consumption on attention and mood/ Suzanne J Einöther, Vanessa E Martens. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2013 Dec;98(6 Suppl):1700S-1708S
3. An intervention study on the effect of matcha tea, in drink and snack bar formats, on mood and cognitive performance/Christina Dietz, Matthijs Dekker, Betina Piqueras-Fiszman. *Food Research Int*. 2017 Sep;99(Pt 1):72-83

16. Розробка рецептур косметичних засобів по догляду за обличчям з використанням активного компонента Alpine Rose Active

Дана Ковріжних, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний догляд за шкірою спрямований не лише на зволоження та живлення, а й на глибоке відновлення, захист від стресових факторів та підтримку природних механізмів омолодження. Alpine Rose Active — це інноваційний біоактивний компонент, отриманий з клітин альпійської троянди (*Rhododendron ferrugineum*), який демонструє потужну антиоксидантну дію, сприяє видаленню старіючих клітин (сенолітичний ефект) та підвищує стійкість шкіри до зовнішніх агресорів. Метою дослідження є розробка косметичних засобів на основі цього компонента, які не лише відновлюють шкіру після стресу, але й дарують їй здоровий вигляд, м'якість та сяння.

Матеріали і методи. Для створення рецептур косметичних засобів була розроблена комплексна лінійка глибокого очищення та відновлення, що включає:

Анти-стрес маску для обличчя, яка заспокоює шкіру, зменшує запалення та інтенсивно зволожує завдяки синергії Alpine Rose Active (1%), Olivem® 1000, кофеїну та екстракту листя оливи.

Цукровий скраб для обличчя, що поєднує делікатну ексfolіацію та антиоксидантний захист. Його формула містить Alpine Rose Active (1%) для зміцнення шкірного бар'єру, гліцерин для підтримки гідратації та сахарозу для м'якого видалення ороговілих клітин.

Обидва засоби працюють у симбіозі: скраб забезпечує ефективне очищення та оновлення, готуючи шкіру до подальшого глибокого зволоження та живлення маскою. Методика розробки включала тестування органолептичних, фізико-хімічних показників та стабільності рецептур для збереження активності чутливих біоінгредієнтів.

Результати. Розроблені рецептури забезпечують повний ритуал догляду:

Цукровий скраб м'яко відлущує, видаляє забруднення та запускає процеси оновлення, одночасно зволожуючи шкіру. Alpine Rose Active у складі допомагає мінімізувати вплив оксидативного стресу та підтримує бар'єрну функцію шкіри.

Анти-стрес маска глибоко зволожує, усуває ознаки втоми, зменшує чутливість та повертає шкірі здоровий вигляд. Завдяки сенолітичному ефекту Alpine Rose Active, маска сприяє виведенню пошкоджених клітин та прискоренню регенерації.

Спільне використання засобів значно підвищує ефективність догляду, забезпечуючи миттєвий ефект сяючої, свіжої та еластичної шкіри.

Висновки. Завдяки унікальному складу та біоактивній дії Alpine Rose Active, розроблені косметичні засоби сприяють детоксикації, захисту від стресу та глибокому зволоженню. Комбінація очищення (цукровий скраб) та інтенсивного відновлення (анти-стрес маска) дозволяє комплексно піклуватися про шкіру, що особливо важливо у сучасних умовах міського життя.

Література

1. Alpine Rose Active – Clearing "zombie cells" in the skin, *Mibelle Biochemistry*, 2022. URL: <https://mibellebiochemistry.com/alpine-rose-active>
2. Deciphering the Phytochemical Profile of an Alpine Rose (*Rhododendron ferrugineum* L.) Leaf Extract for a Better Understanding of Its Senolytic and Skin-Rejuvenation Effects. *Cosmetics* 2022, 9, 37. URL: <https://doi.org/10.3390/cosmetics9020037> (Last accessed: 04.03.2025p)

17. Дослідження впливу 18-метилейкозанової кислоти на структуру та властивості волосся

Анна Якубович, Тамара Носенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. 18-метилейкозанова кислота (18-МЕА) є унікальним компонентом ліпідного шару волосся, що відіграє ключову роль у підтриманні його гідрофобності та захисту від зовнішніх впливів. Втрата цього компоненту призводить до підвищеної пористості, ламкості та зменшення блиску волосся. Дослідження фізико-хімічних властивостей 18-МЕА є важливим для розуміння її функцій у складі кутикули та можливостей її використання у косметичних засобах. Метою даної роботи був аналіз методів отримання, екстракції, очищення та визначення 18-МЕА, а також вивчення її впливу на структуру та властивості волосся.

Матеріали і методи. Для дослідження 18-МЕА використано спектроскопічні, хроматографічні та електрохімічні методи аналізу. Для визначення вмісту 18-МЕА у зразках волосся використовують газову хроматографію у поєднанні з мас-спектрометрією, для візуалізації розподілу 18-МЕА на поверхні волосся - вторинну іонну мас-спектрометрію. Для аналізу редокс-властивостей молекули 18-МЕА застосовують полярографію. Було проведено експерименти з видалення 18-МЕА з волосся та його подальше відновлення з використанням косметичних засобів.

Результати. Попередніми дослідженнями методом ToF-SIMS встановлено наявність 18-МЕА на поверхні волосся, що підтверджує його роль у забезпеченні гідрофобності кутикули [1]. Аналіз зразків волосся після низки косметичних та хімічних процедур показав значне зниження концентрації 18-МЕА після фарбування, освітлення та термічного впливу. Було встановлено, що після багаторазового миття волосся з використанням агресивних ПАР рівень 18-МЕА також зменшується, що корелює зі зниженням захисних функцій ліпідного шару та збільшенням ламкості волосся. Виявлено, що найбільш високий рівень 18-МЕА характерний для незабарвленого натурального волосся, тоді як у знебарвленому та хімічно обробленому волосі її концентрація суттєво зменшується [1]. Це підтверджує, що хімічні процедури порушують природний ліпідний бар'єр кутикули, що призводить до втрати вологи, підвищення пористості та посилення механічного пошкодження волосся. Методи спектроскопічного аналізу дозволили оцінити стабільність 18-МЕА у водному та гідрофобному середовищах. Встановлено, що в умовах підвищеної вологості 18-МЕА частково вимивається з поверхні волосся, тоді як у присутності ліпідних компонентів він зберігає свої властивості. Це свідчить про необхідність додавання спеціальних ліпідних комплексів до косметичних засобів для забезпечення ефективного закріплення 18-МЕА на поверхні волосся.

Висновки. Отримані результати підтверджують ключову роль 18-МЕА у збереженні фізико-хімічних властивостей волосся. Сучасні методи аналізу дозволили визначити основні фактори, що впливають на стабільність 18-МЕА та його роль у складі кутикули. Досліджено ефективність косметичних засобів, що містять 18-МЕА, які здатні відновлювати гідрофобність волосся та захищати його від зовнішніх впливів.

Література

1. Shinichi Tokunaga, Hiroto Tanamachi, Kazutaka Ishikawa. Degradation of Hair Surface: Importance of 18-MEA and Epicuticle. *Cosmetics*, 2019, 6(2):31, pp.1-15.

18. Дослідження екстракту яблучного пектину фізико-хімічними методами

Іван Тищенко, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дослідження присвячене аналізу фізико-хімічних властивостей екстракту яблучного пектину, який є природним біополімером із широким спектром застосування. Пектин відіграє важливу роль у харчовій промисловості як загусник і стабілізатор, а також використовується у фармацевтичній та косметичній галузях. Вивчення його фізико-хімічних характеристик сприяє оптимізації технологічних процесів його отримання та використання.

Матеріали і методи. Використано методи інформаційного пошуку, узагальнення та аналізу даних літератури. Для дослідження було обрано яблучний пектин, отриманий із яблучного жому шляхом екстракції.

Результати. Отримані результати показали, що яблучний пектин має високий ступінь етерифікації, що визначає його здатність до гелеутворення в умовах підвищеної концентрації сахарози та низького рН. Високометоксильовані пектини формують гелі за наявності цукру та кислотного середовища, тоді як низькометоксильовані пектини проявляють здатність до гелеутворення у присутності іонів кальцію. Дослідження спектрофотометричних характеристик дозволило підтвердити наявність карбоксильних і метоксильних груп, які впливають на механізм гелеутворення. Використання рефрактометрії дало змогу визначити концентрацію сухих речовин у досліджених зразках, що є важливим показником якості пектину. Під час в'язкісного аналізу встановлено, що підвищення температури призводить до зниження в'язкості пектинових розчинів, що пояснюється руйнуванням внутрішньомолекулярних зв'язків. Вплив іонної сили також є значним фактором: додавання іонів кальцію сприяє утворенню жорстких гелів, що підтверджує ефективність низькометоксильованих пектинів у виробництві стабілізаторів. Порівняльний аналіз різних методів отримання пектину засвідчив, що кислотна екстракція є більш ефективною для виділення високометоксильованих пектинів, тоді як ферментативний гідроліз сприяє отриманню пектинів із нижчим ступенем етерифікації. Виявлено, що при зниженні рН розчину відбувається активніше формування гелевих структур, що важливо для використання пектину в харчових технологіях. Результати дослідження свідчать про те, що фізико-хімічні властивості яблучного пектину можуть бути модифіковані залежно від умов екстракції та додаткових компонентів, що розширює можливості його використання у харчовій, фармацевтичній і косметичній промисловості.

Висновки. Дослідження показало, що фізико-хімічні властивості яблучного пектину визначають його функціональність у різних галузях. Високометоксильовані пектини мають перспективи використання у виробництві желейних продуктів, тоді як низькометоксильовані можуть застосовуватися як стабілізатори у фармацевтичних препаратах. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення технологій виділення та застосування пектину у промисловості.

Література

1. May, CD Industrial pectins: sources, production and applications. *Carbohydrate Polymers*, 1990, vol. 12, pp. 79-99.
2. Воробйова Л. І., Мельниченко В. В. Дослідження фізико-хімічних властивостей пектинових екстрактів. *Вісник аграрної науки*. 2021. №1. С. 56–62.
3. Гайнюк М. Б., Пахомова А. О. Властивість яблучного пектину залежно від способу екстрагування. *Харчова наука і технологія*. 2019. №3. С. 25–32.

19. Хімічні загрози в косметичній індустрії. Вплив пестицидів на косметичну сировину

Марина Гультяєва, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом питання сталого розвитку привертають все більшу увагу як серед промисловості, так і серед споживачів. Особливе значення для сталого розвитку має косметична промисловість, яка є економічною галуззю, що активно розвивається, але водночас генерує значні обсяги споживання природних ресурсів.

Матеріали і методи. Дослідження базується на аналізі сучасних підходів до виробництва косметичної продукції, оцінці використання пестицидів у косметичній сировині та їх можливого впливу на здоров'я людини. Аналізується вплив дифеноконазолу на рослинні компоненти, що використовуються у косметичній галузі та на здоров'я людини.

Результати. Попит на екологічно стійкі та безпечні для здоров'я косметичні засоби зростає, це стимулює косметичні компанії до впровадження інновацій у виробництво і процеси, що мінімізують вплив на навколишнє середовище.

Однак важливою проблемою є застосування хімічних речовин для хімічної дезинсекції, зокрема пестицидів, які використовуються для боротьби з бур'янами, комахами, кліщами, гризунами та іншими шкідниками. Пестициди мають широкий спектр дії, класифікуються за хімічним складом (органічні, неорганічні та біологічні препарати), а також за об'єктами призначення — інсектициди, фунгіциди, гербіциди, бактерициди тощо. Вони можуть мати різний механізм дії: кишкові пестициди, контактні та фуміганти, які проникають у організм шкідників через їжу, шкірний контакт або органи дихання.

Наслідки для здоров'я людей від впливу пестицидів можуть бути як гострими, так і відстроченими. Гострі отруєння можуть вимагати негайної медичної допомоги, а довгострокові ефекти включають серйозні проблеми, такі як вроджені дефекти, розлади нейророзвитку, рак, хвороби Паркінсона та інші неврологічні захворювання. Токсичність пестицидів залежить від типу хімікату, способу його впливу, дозування та тривалості контакту з організмом.

Пестициди можуть бути присутніми в косметичній сировині шляхом обробки сільськогосподарських культур, таких як трави, квіти, плоди та ягоди, олії та інші рослинні інгредієнти, які використовуються для виробництва косметичних продуктів. Наприклад, у зелених частинах шавлії (листя, стебла) можливе накопичення залишків пестицидів, що особливо важливо для ефірної олії шавлії, яка отримується шляхом парової дистиляції.

Екстракт сої є важливим компонентом косметичних засобів, який використовується як природний емомент. Він має антиоксидантні, зволожувальні, заспокійливі властивості, допомагає регулювати вироблення себуму та захищає від шкідливого впливу ультрафіолету. Екстракт сої є джерелом фітогормонів, які називаються ізофлавонами. Ці речовини допомагають зберегти красу шкіри завдяки своїй антиоксидантній та протизапальній дії. Вони підвищують рівень колагену, зменшують прояви зморшок та вирівнюють тон шкіри.

Дифеноконазол - системний фунгіцид і протруювач насіння що використовується для захисту рослин, в тому числі шавлії мускатної та сої. При обприскуванні препарат сорбується листям, надаючи захисну і лікувальну дію. Використовується також проти широкого кола патогенів з класів аскоміцетів, базидіоміцетів, дейтероміцетів. Крім

Дифеноконазол проникає в тканини рослини, повністю пригнічує ріст субкутикулярного міцелію, знижує рівень спороношення патогена. При обробці насіннєвого матеріалу проникає глибоко всередину насіння і здатний поширюватися по мірі росту рослин по всім органам. Дифеноконазол має помірну стійкість у рослинних тканинах, а його період напіврозпаду може становити від 10 до 60 днів, залежно від кліматичних умов та обробки.

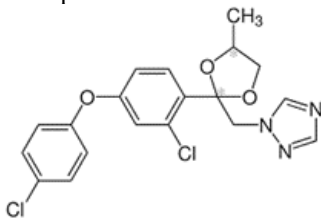


Рисунок 1 – Структурна формула дифеноконазолу

Дослідження динаміки розпаду дифеноконазолу в сої показали що його рівень в урожаї знаходиться в межах допустимого(0,005мг/кг при МДР 0,05 мг/кг).

Література

3. Oriane Tascone. Use, analysis, and regulation of pesticides in natural extracts, essential oils, concretes, and absolutes .Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013.

20. Перспективи використання екстракту грейпфрута у догляді за волоссям

Крістіна Гуленко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Екстракт грейпфрута – натуральний компонент, отриманий зі шкірки та насіння, що містить високу концентрацію вітамінів, антиоксидантів та інших активних сполук. Завдяки цінним властивостям екстракт починають застосовувати у засобах догляду за волоссям.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури щодо ролі екстракту грейпфрута як природного антиоксиданту в косметичних засобах для догляду за волоссям.

Результати. Дослідження показують, що антисептичні властивості екстракту грейпфрута допомагають контролювати надлишок шкірного сала та запобігати появі лупи. Він очищує шкіру голови та зменшує свербіж, роблячи волосся чистим і свіжим. [1]. Бренди натуральної італійської та іспанської косметики, такі як Bottega Verde, Jungle Fever і Thader pharma, активно досліджують вплив екстракту грейпфрута на шкіру волосся та пропонують ряд косметичних засобів, розроблених у власних лабораторіях. Зокрема, балануючий та очищаючий шампунь з екстрактом грейпфрута для жирного волосся, відновлюючий шампунь для сухого волосся та шкіри голови та відновлюючу маску для волосся. [2, 3]. Засоби з додаванням екстракту покращують циркуляцію крові в шкірі голови, що сприяє росту волосся. Завдяки вмісту вітамінів А і С він допомагає стимулювати ріст волосся і здоров'я фолікулів. Ці фолікули живляться поживними речовинами та киснем із крові. Коли приплив крові достатній, волосся росте більше, набуваючи густоти та об'єму. Зокрема, український бренд доглядової косметики Hydrasence пропонує спрей-стимулятор росту волосся, в якому міститься екстракт грейпфрута. [4].

Екстракт допомагає відновити пошкоджене волосся та захищає його від негативного впливу зовнішніх факторів. Він зміцнює волоссяні фолікули, запобігаючи випадінню волосся. Завдяки високому вмісту вітамінів, екстракт грейпфрута надає волосся природний блиск і здоровий вигляд. Він допомагає волосся та шкірі голови підтримувати зволоженість завдяки вмісту вітаміну Е. [1].

Висновки. Завдяки широкому спектру корисних властивостей екстракт грейпфрута зміцнює волосся, робить його здоровим, гарним і доглянутим.

Література

1. Maylis Pink grapefruit extract and hair: what are the effects? 2024. URL: <https://us.typology.com/library/pink-grapefruit-extract-and-hair-what-are-the-effects> (Last accessed: 10.03.2025p)
2. Офіційний сайт косметичного бренду Bottega Verde. URL: <https://www.bottegaverde.com/en-de/hair/shampoo-177688.html> (Last accessed: 10.03.2025p)
3. Офіційний сайт косметичного бренду Thader pharma. URL: <https://thaderthpharma.com/grapefruit-avocado-shampoo> (Last accessed: 10.03.2025p)
4. Корисні властивості екстракту грейпфрута. 2024. URL: <https://club.makeup.com.ua/post/48283/> (Last accessed: 10.03.2025p)

21. Дослідження 18-метилейкозанової кислоти фізико-хімічними методами

Анна Якубович, Тамара Носенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. 18-метилейкозанова кислота (18-MEA) є унікальним компонентом ліпідного шару волосся, що відіграє ключову роль у підтриманні його гідрофобності та захисту від зовнішніх впливів. Втрата цього компонента призводить до підвищеної пористості, ламкості та зменшення блиску волосся. Дослідження фізико-хімічних властивостей 18-MEA є важливим для розуміння її функцій у складі кутикули та можливостей її використання у косметичній промисловості. У роботі проведено аналіз методів отримання, екстракції, очищення та визначення 18-MEA, а також вивчено її вплив на структуру та властивості волосся.

Матеріали і методи. Використано методи інформаційного пошуку, узагальнення та аналізу даних літератури. Для дослідження було обрано спектроскопічні, хроматографічні та електрохімічні методи аналізу 18-MEA.

Результати. Дослідження методом ToF-SIMS підтвердило наявність 18-MEA на поверхні волосся, що підтверджує його роль у забезпеченні гідрофобності кутикули. Аналіз зразків волосся після різних косметичних та хімічних процедур показав значне зниження концентрації 18-MEA після фарбування, освітлення та термічного впливу. Було встановлено, що після багаторазового миття волосся з використанням агресивних ПАР рівень 18-MEA також зменшується, що корелює зі зниженням захисних функцій ліпідного шару та збільшенням ламкості волосся. Газова хроматографія у поєднанні з мас-спектрометрією дозволила кількісно визначити вміст 18-MEA у різних зразках волосся. Виявлено, що найбільш високий рівень 18-MEA характерний для незабарвленого натурального волосся, тоді як у знебарвленому та хімічно обробленому волосі його концентрація суттєво зменшується. Це підтверджує, що хімічні процедури порушують природний ліпідний бар'єр кутикули, що призводить до втрати вологи, підвищення пористості та посилення механічного пошкодження волосся. Методи спектроскопічного аналізу дозволили оцінити стабільність 18-MEA у водному та гідрофобному середовищах. Встановлено, що в умовах підвищеної вологості 18-MEA частково вимивається з поверхні волосся, тоді як у присутності ліпідних компонентів він зберігає свої властивості. Це свідчить про необхідність додавання спеціальних ліпідних комплексів до косметичних засобів для забезпечення ефективного закріплення 18-MEA на поверхні волосся.

Висновки. Отримані результати підтверджують ключову роль 18-MEA у збереженні фізико-хімічних властивостей волосся. Фізико-хімічні методи аналізу дозволили визначити основні фактори, що впливають на стабільність 18-MEA та його функціональну роль у складі кутикули. Досліджено ефективність косметичних засобів, що містять 18-MEA, які здатні відновлювати гідрофобність волосся та захищати його від зовнішніх впливів.

Література

1. Shinichi Tokunaga, Hiroto Tanamachi, Kazutaka Ishikawa; Degradation of Hair Surface: Importance of 18-MEA and Epicuticle, 2019 May, 1-15.
2. Evans, D.J.; Leeder, J.D.; Rippon, J.A.; Rivett, D.E. Separation and analysis of the surface lipids of the wool fiber. In Proceedings of the 7th International Wool Textile Research Conference I, Tokyo, Japan, 28 August–3 September 1985; pp. 135–142.
3. Wertz, P.W.; Dowling, D.T. Integral lipids of human hair. *Lipids* 1988, 23, 878–881.

22. Контроль якості маски для волосся з екстрактом грейпфрута

Крістіна Гуленко, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Тестування косметичних продуктів є важливим етапом, що забезпечує їхню безпеку, ефективність та відповідність стандартам якості. Перед випуском продукції необхідно здійснювати контроль якості, включаючи сенсорний аналіз та фізико-хімічні дослідження. [1].

Матеріали та методи. Проведено контроль якості маски для волосся з екстрактом грейпфрута за допомогою органолептичних та фізико-хімічних методів.

Результати. Залежно від категорії продукту (емульсія/однорідний крем), було обрано найбільш відповідну методологію тестування для цього типу продукції.

Дано оцінку основним зовнішнім характеристикам таким як органолептичні показники (зовнішній вигляд, колір, запах), а також фізико-хімічним параметрам (рН, визначення термостабільності, колоїдної стабільності).

Таблиця 1 – Органолептичні показники косметичного продукту

Параметри	Опис
Зовнішній вигляд	Однорідна емульсія/крем
Колір	Світло-зелений
Запах	Приємний, цитрусовий аромат
рН(25°C)	4.75

Зовнішній вигляд та колір маски для обличчя визначався органолептично переглядом при світлі. Випробування виявило, що маска за розробленою рецептурою – це світло-зелена кремоподібна маса без наявності грудочок. (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд косметичного продукту

Запах також перевірявся органолептично з використанням смужки щільного паперу розміром 20*100 мм, зануреного в рідину для аналізу приблизно на 30 мм, за ДСТУ [2] він має бути приємним. У рецептурі розробленої маски була використана ефірна олія грейпфрута, тому сироватка має приємний цитрусовий аромат.

Визначення рН маски проводилося за допомогою рН-метра. Після вимірювання рН маски становить 4.75.

Визначення термостабільності проводилося у термостаті. Готовий косметичний засіб на 20 хвилин ставили у термостат при температурі 42-45°C. Дане випробування

показало, що при підвищенні температур косметичний засіб стабільний, не розшарувався. (Рисунок 2).

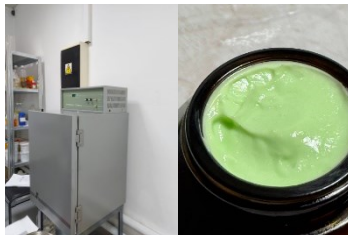


Рисунок 2 – Визначення термостабільності косметичного продукту

Метод визначення колоїдної стабільності заснований на розшаруванні емульсії або випадінні осаду. Дві пробірки заповнили маскою та водою по 15 г. Різниця маси пробірок з маскою не перевищувала 0,2 г. Пробірки поставили в центрифугу. Центрифугування проводили протягом 5 хвилин при частоті обертання 3000 об/хв. Після проведення аналізу розшарування не було, що свідчить про стійкість косметичного засобу. (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Визначення колоїдної стабільності косметичного продукту

Висновки. Отже, тестування косметичної продукції є невід'ємним етапом виробничого процесу, що дозволяє своєчасно виявляти та усувати потенційні недоліки. Проведений контроль якості маски для волосся з екстрактом грейпфрута підтвердив її відповідність стандартам якості, а також стабільність фізико-хімічних властивостей.

Література

1. Quality cosmetic control tests – everything to know. 2023. URL: <https://humiditycontrol.com/blog/guide-to-testing-cosmetic-products/> (Last accessed: 10.03.2025p)
2. Technical regulation on cosmetic products. URL: <https://cratia.ua/en/service/technical-regulation-on-cosmetic-products/> (Last accessed: 10.03.2025p)

23. Дослідження екстракту софори японської фізико-хімічними методами

Дарина Михайленко, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Софора японська (*Sophora japonica*) є важливою лікарською рослиною, що широко використовується у народній та традиційній медицині завдяки високому вмісту біологічно активних речовин. Завдяки багатому хімічному складу софори японська є перспективною сировиною для фармацевтичної, косметичної та харчової промисловості. Однак, для її ефективного використання необхідне детальне вивчення складу та властивостей за допомогою фізико-хімічних методів аналізу.

Матеріали і методи. У дослідженні використано аналіз сучасної вітчизняної закордонної літератури щодо застосування комплексу фізико-хімічних методів, що дозволяють визначити склад екстракту софори японської, виявити основні групи біологічно активних речовин та оцінити їх концентрацію.

Результати. Як відомо, екстракт софори японської містить значну кількість флавоноїдів, алкалоїдів, сапонінів, стероїдів та інших цінних сполук, які проявляють антиоксидантну, протизапальну, антимікробну та судинозміцнювальну дію.

Проведені нами дослідження підтвердили, що екстракт софори японської містить значну кількість флавоноїдів, серед яких домінує рутин, а також інші антиоксиданти, що сприяють зниженню рівня оксидативного стресу. Спектрофотометричний аналіз дозволив оцінити вміст біологічно активних сполук та встановити їхню роль у загальній антиоксидантній активності екстракту. Проведений потенціометричний аналіз показав, що екстракт має стабільні кислотно-основні властивості, що є важливим показником для визначення його сумісності з іншими компонентами лікарських форм. Полярографічні дослідження підтвердили наявність електроактивних сполук, які можуть відігравати роль у механізмах дії екстракту на біологічні системи. Хроматографічний метод дозволив розділити та ідентифікувати основні біологічно активні речовини екстракту, що є важливим етапом для його стандартизації. Виявлено, що концентрація рутину у досліджених зразках є достатньо високою, що вказує на цінність екстракту для подальшого застосування у фармацевтичній галузі. Аналіз сумісності екстракту з іншими компонентами косметичних засобів показав його високу стабільність та здатність посилювати антиоксидантний ефект формулювань. Також підтверджено його позитивний вплив на мікроциркуляцію та зменшення запальних процесів у шкірі, що робить його перспективним інгредієнтом косметичних препаратів.

Висновки. Дослідження фізико-хімічних характеристик екстракту софори японської підтвердило його високу антиоксидантну активність, наявність біологічно активних сполук та перспективність для використання у фармацевтичних, косметичних і харчових продуктах.

Література

1. Антонова, С. В. Фармакологічні властивості софори японської та її застосування в медицині. *Фармацевтичний журнал*. 2018. № 5. С. 23–29.
2. Chen, J., & Wu, Y. Chemical constituents and pharmacological effects of *Sophora japonica*. *Phytotherapy Research*. 2018. Vol. 32, Issue 9. P. 1746–1760.
3. Іванова, Л. І. Вивчення складу та біологічної активності софори японської *Вісник фармацевтичної академії*. 2019. Т. 22, № 1. С. 38–45.
4. Wang, Y., & Li, Z. Application of HPLC and mass spectrometry in the analysis of plant extracts. *Journal of Chromatography B*. 2020. Vol. 1155. P. 122–130

24. Використання олії шипшини у складі косметичних засобів

Діана Ростовецька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У косметології засоби з рослинними компонентами знайшли широке застосування. Розвиток цього напрямку потребує пошуку перспективних фіторесурсів, досліджень вмісту біологічно активних сполук, шляхів їх використання.

Матеріали і методи. Було проаналізовано джерела наукової інформації з метою пошуку даних про БАР олії з насіння шипшини та можливості їх ефективного використання у косметичних засобах.

Результати. Плоди шипшини мають значний перелік БАР та вітамінів у своєму складі, тому поряд з іншими рослинними інгредієнтами можуть використовуватися для лікуванні багатьох захворювань шкіри, як гострого, так і хронічного характеру.

Олія шипшини (*Oleum Rosepinguae*) прискорює процес загоєння різних пошкоджень шкіри, допомагає усунути косметичні дефекти, допомагає в боротьбі зі старінням, підвищує пружність та еластичність. Ряд досліджень [1] підтверджує зниження ступеня проблемних явищ шкіри обличчя при використанні вітаміна Е.

Склад рослинної олії та олійного екстракту з насіння плодів шипшини, отриманих з одного і того ж виду рослинної сировини, може значно варіювати та залежить від особливостей технології отримання, що має вплив на дію активних інгредієнтів. Використовуючи різноманітні методи обробки рослинної сировини, можна отримати широкий перелік косметичних, профілактичних та лікарських засобів з різноманітним спектром дії. Більш якісна продукція виготовляється за допомогою низькотемпературного екстрагування без використання хімічних розчинників. Цим критеріям відповідають холодний віджим та екстрагування.

Сировиною є несправжні плоди шипшини *Fructus Rosae* з вмістом аскорбінової кислоти не менше 0,2%, що кількісно визначається за допомогою титрування 2,6-дихлорфеноліндофенолятом натрію. Відповідно до Державної фармакопеї України, в сировині регламентується вміст органічних кислот, жирної олії та проціанідинів, які визначають за допомогою уніфікованих методик. Як основні діючі речовини визначають вітаміни, зокрема аскорбінову кислоту і флавоноїди [2].

В олії шипшини холодного віджиму ідентифіковано тринадцять жирних кислот (лінолева кислота - 51,1%, α -ліноленова кислота - 21,4%, олеїнова кислота - 19,3% тощо), значну кількість ненасичених жирних кислот (92,5%), β -ситостерин (84,6%), γ -токоферол (773,76 мкг/г), шістдесят сім летких сполук (основна – L-лімонен) [3].

Висновки. Таким чином, хімічний склад олії шипшини вирізняється великою кількістю ненасичених жирних кислот, вітамінів, мікроелементів, вмістом насичених жирних кислот, що робить доцільним її використання у косметичній та фармацевтичній промисловості.

Література

1. Грабова І. Яку таємницю «приховує» вітамін Е? *Аптека.ua*. 2024. URL: <https://www.apteka.ua/article/705809> (дата звернення: 10.03.2025).
2. Никітіна О. О., Висоцька А. В. Лікарська сировина рослин роду *Rosa* у фармакопеях світу. *New Trends in Science and Technology: Global Challenges: The 53th International scientific and practical conference* (June 5-6, 2023, Warsaw). *Myśl Naukowa*, Poland, Warsaw. 2023. P. 49-55.
3. Eren T., Ok S., Yılmaz E. Comprehensive characterization of physicochemical, thermal, compositional, and sensory properties of cold-pressed rosehip seed oil. *Grasas y Aceites*. 2023. № 74 (4). e534. DOI: <https://doi.org/10.3989/gya.0533231>.

25. Дослідження екстракту розмарину фізико-хімічними методами

Ірина Зеленко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розмарин є дуже популярною рослинною культурою, що широко використовується як у харчовій промисловості, так і дуже активно застосовується у косметичці та фармацевтиці. Він відомий вмістом дубильних речовин, флавонів, холіну, алкалоїдів (в тому числі розмарицинів), нікотинаміда, смолистих речовин, воску, нікотинової, урсолової, розмаринової, гліколевої і кавової кислоти. Здатність розмарину виконувати роль натурального антиоксиданту робить його незамінним активом у харчовому, косметичному та фармацевтичному виробництві [1].

Матеріали і методи. У даному дослідженні проведено аналіз сучасної наукової літератури.

Результати. Екстракт розмарину є важливим джерелом біологічно активних сполук, зокрема карнозойної кислоти, що відноситься до фенольних сполук і має численні корисні властивості, зокрема антиоксидантну, тонізуючу, антипухлинну, протизапальну та антистресову активність. Вцілому розмарин є перспективним компонентом для різних галузей промисловості завдяки своїм функціональним властивостям

На основі наукової літератури проаналізували, що метод ВЕРХ-хроматографії є найкращим для дослідження деградації карнозолу. Застосований метод дав змогу проаналізувати основні хімічні сполуки екстракту розмарину, такі як розмаринова, карнозоева кислота та карнозолу, які зумовлюють його високу біологічну активність..

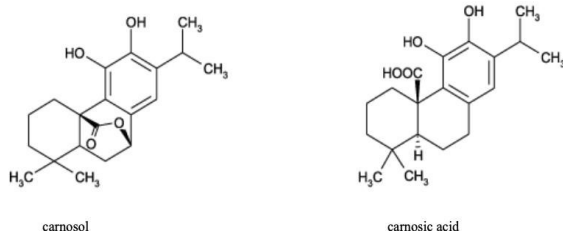


Рисунок1 - Хімічна структура двох головних антиоксидантних сполук у розмарині

Також розроблено рецептуру лосьйону для шкіри голови з ProBiocin V та екстрактом розмарину. Лосьйон містить воду-70-75%, Probiocin v-2-4%, Саліцилову кислоту-0,5-2, Екстракт розмарину-0,2-0,5%, МСМ-0,5-3%, Гліцерин-1-3%

Література

1. F. Aguilar, D. Boskou, D. Gott, S. Grilli, R. Guertler, K. Hulshof, J.C. Larsen, J.C. Leblanc, C. Leclercq, A. Mortensen, D. Parent-Massin, I. Pratt, I. Rietjens, P. Tobback, G. Speijers, F. Toldra., Use of rosemary extracts as a food additive - Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food, European Food Safety Authority (EFSA), 12 June 2008.

26. Розробка рецептури косметичного гелю з олією шипшини та саліциловою кислотою для проблемної шкіри

Діана Ростовецька, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проблемна шкіра потребує сучасного комплексного підходу до терапії та ретельного вибору косметичних засобів, що зумовлює актуальність створення нових недорогих та водночас ефективних вітчизняних профілактично-лікувальних косметичних засобів.

Матеріали і методи. Теоретичне та експериментальне обґрунтування складу, розробка технології та дослідження лікувально-профілактичного косметичного засобу у формі гелю для проблемної шкіри з олією шипшини та кислотою саліциловою.

Результати. Вугрова хвороба є поліморфним запальним захворюванням шкіри, яке переважно проявляється на обличчі (99%) і включає спектр ознак, таких як легкі форми комедонів та глибокі запалення й вузли у разі гострої форми. Переважною бактерією, що бере участь у клінічному перебігу акне, є пропіонбактерія акне (*Propionibacterium acnes*), яка зазвичай населяє шкіру та бере участь у фазі запалення.

Шипшини олія (*Rosae oleum*) містить ненасичені і насичені жирні кислоти, каротиноїди, токофероли, жиророзчинні вітаміни, мікроелементи. Має протизапальну дію, сприяє підвищенню проникності шкіри для біологічно активних речовин, здатна стимулювати регенерацію ушкодженої шкіри, може пригнічувати збільшення кількості бактерій [1]. Саліцилова кислота є біологічним агентом природного походження, має виражені комедолітичні властивості і використовується для лікування проблемної шкіри, безпечна при абсорбції, а також практично не надає побічних ефектів навіть у разі тривалого використання [2].

Розробка косметичного засобу спиралася на системний підхід, який передбачає дотримання необхідних вимог до якості готового продукту та ряд досліджень, на основі яких було обґрунтовано раціональний склад засобу та розроблено виробничу технологію. Такий підхід дозволив отримати безпечний, якісний, ефективний, комерційно привабливий засіб для проблемної шкіри із задовільними споживчими характеристиками, який зможе зайняти нішу у своєму ринковому сегменті. Оптимальний склад косметичного засобу для проблемної шкіри у формі гелю з саліциловою кислотою та олією шипшини: олія шипшини - 3%; кислота саліцилова - 2%; спирт етиловий - 15%; гліцерин - 6%; тритон Б - 0,05%; карбопол 980NF - 1%; натрій гідроксиду (30 % розчин) - 0,8%; вода очищена - до 100%. Співвідношення компонентів засобу були підібрані таким чином, щоб забезпечити необхідну дію, глибоке проникнення в структури шкіри, належні властивості (запах, зручність нанесення, безпечність при нашкірному застосуванні, стійкість при зберіганні).

Висновки. Гель з олією шипшини та саліциловою кислотою було розроблено для усунення недоліків шкіри обличчя. Косметичний засіб містить інгредієнти, такі як олія шипшини та саліцилова кислота, які сприяють зменшенню проявів та слідів недосконалостей, не пошкоджуючи при цьому захисний бар'єр шкіри.

Література

1. Oargă D. P., Cornea M., Cordea M. Unveiling the mechanisms for the development of rosehip-based dermatological products: an updated review. *Front Pharmacol.* 2024. DOI: 10.3389/fphar.2024.1390419.
2. Santos A. C. S., Oliveira C. H. S., Rego B. M. da C., Costa D. de A. F. The use of salicylic acid in the treatment of acneic skin: an integrative review. *Brazilian Journal of Development.* 2022. № 8(5). P. 42451-41461. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n5-628>.

27. Комп'ютерне прогнозування впливу ряду факторів на ефективність використання калій сорбату

Владислав Здоренко, Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Калій сорбат – ефективний консервант, який стримує ріст бактерій, грибків та дріжджів. Однак його стабільність залежить від низки факторів, зокрема pH середовища, температури та наявності інших хімічних сполук. Вивчення цих аспектів є важливим для забезпечення безпеки та ефективності його застосування.

Методи досліджень. Теоретичний аналіз із застосуванням комп'ютерної програми Biovia Draw для моделювання властивостей калію сорбату, а також порівняння отриманих результатів із даними наукових досліджень.

Результати. Вибір калій сорбату, як консерванту, значною мірою залежить від pH самого продукту. У лужних середовищах або при високій температурі калій сорбат може піддаватися гідролізу та прискореному розкладу, що знижує його ефективність.

Ефективна верхня межа pH для сорбатів становить близько 6,5, для пропіонатів – 5,5, а для бензоатів – 4,5 [1].

Аналізуючи склад продуктів, можна простежити, що виробники додають допоміжні речовини для збереження властивостей або підсилення дії калію сорбату. Наприклад, у безалкогольному напої "Живчик Вишня" використовується лимонна кислота як регулятор кислотності, що знижує pH середовища, створюючи оптимальні умови для ефективної дії консерванту. Іншим прикладом є поєднання калію сорбату з бензоатом натрію в сиропі солодки виробництва БХФЗ, що забезпечує синергічний ефект та підвищує його консервуючі властивості.

При певних умовах калій сорбат може вступати в небажані реакції. Нітрати, що потрапляють в організм із рослинними або тваринними продуктами, можуть відновлюватися до нітритів у шлунку. В умовах 60 °C, та pH від 3,5 до 5, калій сорбат може взаємодіяти з нітритами, утворюючи потенційно небезпечні канцерогенні сполуки, зокрема 1,4-динітро-2-метилпірол та етилнітроєву кислоту [2].

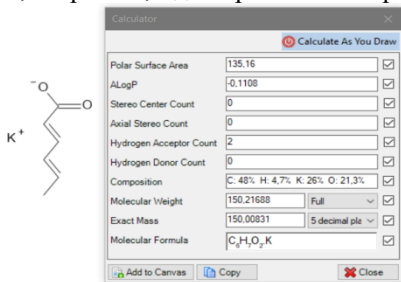


Рис. 1. Прогнозування властивостей калій сорбату

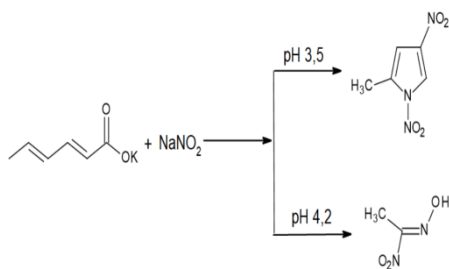


Рис.2. Окиснення калій сорбату в умовах низького pH

Висновки. Підтверджено, що ефективність калій сорбату залежить від pH, температури та інших факторів. Використання програми Biovia Draw дозволяє прогнозувати ці впливи та контролювати якість продуктів, що містять консервант.

Література

1. Sheth S. P petition to add potassium sorbate to §205.601(e) and §205.601(i) of the national list. *Oro Agri*. 2021. P. 46.
2. Molognoni L., Daguer H., Motta G. E., Merlo T. C., Lindner J. D. Interactions of preservatives in meat processing: Formation of carcinogenic compounds, analytical methods, and inhibitory agents. *Food Research International*. 2019. Vol. 125, P. 17.

28. Бензоат натрію E211— консервант від якого варто відмовитися

Олександр Косовець, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Бензоат натрію E 211 — консервант, що використовується в харчовій, косметичній та фармацевтичних галузях. Недороге виробництво робить його популярним та доступним в всьому світі.

Матеріали і методи. На основі проведеного аналізу літературних джерел інформації досліджено область використання бензоату натрію та його норми введення у харчові продукти.

Результати. Бензоат натрію вже багато років використовується як консервант через його хорошу стабільність і відмінну розчинність у воді. Зазвичай його використовують в м'ясних та рибних виробах, солодких газованих напоях; безалкогольних напоях та безалкогольному пиві, кетчупах, майонезах, маргаринах, кондитерських виробах та мармеладах.

Крім того, завдяки своїм антибактеріальним властивостям бензоат натрію знайшов застосування в фармацевтиці та виробництві косметичних і гігієнічних засобів, таких як шампуні, гелі, зубні паста. Також він використовується в авіаційній промисловості для захисту гальванічних покриттів і деталей з алюмінію. Застосовується бензоат натрію і в феєрверках, для отримання звукового ефекту.

Відомо про негативний вплив на організм людини. Так, вступаючи в реакцію з аскорбіною кислотою, бензоат натрію може утворювати бензол, який є сильним канцерогеном. Реакцію прискорює вплив тепла і світла, а також тривале зберігання продукту.

При тривалому впливі бензолу в організмі може знижуватися рівень гемоглобіну. Також може розвиватися лейкемія. Харчова добавка E 211 майже не виводиться з організму. При перевищенні допустимої норми споживання бензоат натрію токсично діє на печінку і нирки, провокує загострення симптомів астми.

FDA вважає його «загалом безпечним» і він може бути присутнім у продуктах харчування в концентрації понад 0,1%.

ФАО та ВООЗ IDA встановлена допустима норма споживання бензоату натрію, що становить 5 мг/кг маси тіла людини, а максимальна межа вмісту бензоату натрію в харчовому продукті як консерванту становить 0,05 г/100 мг або 0,05 г/100 мл.

За даними Європейського агентства з безпеки харчових продуктів (EFSA), смертельна доза (LD50) для консерванту становить 2000 мг/кг маси тіла людини (EFSA, 2017).

Є повідомлення про те, що пероральні дози від 8 до 10 г можуть викликати нудоту і блювоту, а також про те, що малі дози мають незначний або нульовий ефект.[1]

Сьогодні існує багато безпечніших для здоров'я людини аналогів бензоату натрію, таких як сорбат калію (E202) та сорбінова кислота (E200).

Висновки. Бензоат натрію, завдяки своїм антимікробним властивостям, є ключовим елементом сучасної харчової промисловості, забезпечуючи безпечність та якість продуктів але має токсичну дію при довгому використанні.

Література

1. Bruna G. O. L., Thais A. C. C., Lígia A. C. C. Food additives and their health effects: A review on preservative sodium benzoate. *African Journal of Biotechnology*. 2018. Т. 17, № 10. С. 306–310.

29. Гліцерин – властивості та сфери застосування

Іванна Юльчи́сва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гліцерин – це широкоживаний компонент у народному господарстві. Гліцерин, також відомий як гліцерол, є простою поліольною сполукою, яка містить три гідроксильні групи. У природі він зустрічається у складі гліцеридів, що містяться в жирах тваринного та рослинного походження. Завдяки своїм властивостям, гліцерин широко застосовується в косметології, фармацевтиці та харчовій індустрії як зволожувальний компонент і речовина для зменшення в'язкості, також нерідко гліцерин використовують як структуроутворювач [1].

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури стосовно властивостей гліцерину та сфер його використання.

Результати. Гліцерин вирізняється високою гігроскопічністю та здатністю ефективно утримувати вологу, що є його ключовими фізико-хімічними властивостями. За температури 20 °C його густина становить приблизно 1,26 г/см³, причому в'язкість зменшується зі зростанням температури. Речовина має високу температуру кипіння, близько 290 °C, однак за інтенсивного нагрівання можливий її розклад, що слід враховувати при проєктуванні технологічних процесів.

Завдяки хімічній стабільності та здатності утворювати гідрогелі, гліцерин успішно використовується як розчинник і зволожуючий агент. Його часто застосовують у косметичних продуктах для підтримки зволоження шкіри, а також у фармацевтичних засобах як носій активних компонентів. Нетоксичність і біосумісність гліцерину забезпечують його безпечне використання в різних секторах промисловості.

У косметичній промисловості гліцерин виступає як високоефективний зволожувальний і пом'якшувальний засіб. Завдяки своїй здатності утримувати вологу, він забезпечує підтримання еластичності шкіри, сприяє пом'якшенню її сухих ділянок і зменшує ризик передчасного старіння. З цієї причини гліцерин часто включається до складу таких косметичних продуктів, як креми, лосьйони та шампуні.

У фармацевтичній сфері гліцерин застосовується як розчинник і носій для лікарських речовин. Його додають до складу сиропів, кремів і мазей з метою досягнення потрібної консистенції, підвищення стабільності препаратів та забезпечення їх безпечного використання. Універсальність гліцерину полягає у його здатності змішуватися з водою та іншими розчинниками.

У харчовій промисловості гліцерин відомий як харчова добавка під кодом E422. Він виконує роль зволожувача, стабілізатора та консерванта, завдяки чому покращує текстуру харчових продуктів і сприяє продовженню термінів їх зберігання. Ці властивості роблять його важливим інгредієнтом у кондитерських виробках, де необхідно підтримувати оптимальний рівень вологості та ніжну структуру.

Висновки. Отже, найбільш затребуваним гліцерин є у харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловості, виявляючи властивості структуроутворювача, зволожувача та вологоутримувача.

Література

1. Ying Ben Z., Samsudin H., Glycerol: Its Properties, Polymer Synthesis, and Applications in Starch based Films. *European Polymer Journal*. 2022. P. 111377.

30. Характеристика та сфери застосування карагінану – E407

Марчук Дар'я

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Карагенани — це гелеутворюючі або в'язкі полісахариди. Вони представляють собою різноманітну групу сульфатованих галактанів, що характеризуються високим ступенем полімеризації та полідисперсністю.

Матеріали і методи. У дослідженні використано аналіз сучасної вітчизняної закордонної літератури щодо застосування карагінану.

Результати. Карагінан E407 – природний загусник, який одержують в результаті переробки червоних морських водоростей *Rhodophyceae*, що ростуть на узбережжях Північної Атлантики і Тихого океану. Завдяки своїм фізико-хімічним властивостям карагінан має досить широке застосування. Поєднання доволі складної хімії, взаємодій з іншими інгредієнтами і мініливість складу ускладнюють застосування карагінану в харчових системах, однак виробники карагінану стандартизували його, полегшивши тим самим роботу своїх клієнтів. Карагінан зарекомендував себе перевіреною та успішною харчовою добавкою, яка виконує функції стабілізатора, загущувача і гелеутворювача. Загущуючі і гелеутворюючі властивості різних типів караганів неоднакові. Наприклад, каппа-карагінан утворює міцний гель з іонами калію, а йота-карагінан, взаємодіючи з іонами кальцію, дає м'які еластичні гелі. Лямбда-карагінан в присутності катіонів гелю не утворює, проте при дуже високих концентраціях солей утворює гель. Карагенани мають порівняно високу температуру розрідження, тому їх використовують при приготуванні фруктових кондитерських виробів. Модифіковані карагенани перешкоджають окисненню жирів і є хорошими антиокиснювачами. У вигляді коагулянту їх використовують у м'ясних консервах, фруктових гелях і желе. Відомо їх використання в їстівній глазурі для зберігання продуктів [1-2].

Друге місце за споживанням добавок після харчової індустрії займає косметична промисловість. Їх застосовують при виготовленні лосьйонів, кремів, шампунів не так через хороші реологічні властивості, скільки через так званий залишковий ефект: карагінан пом'якшує шкіру. Сприятливо впливає на кератин волосся, доданий в шампунь або фіксатор, робить волосся більш слухняним, імовірно, за рахунок зв'язування вологи і зняття статичного електричного заряду.

Відомо застосування карагінану в текстильній промисловості. В біотехнологічному виробництві його використовують для іммобілізації клітин і як заміник бактеріологічного агару. Він відноситься до розчинних харчових волокон. Доведено, що харчові волокна відіграють значну роль у регулюванні гомеостазу та дозволяють досить ефективно регулювати метаболічні й функціональні порушення. Карагінан здатний викликати регенерацію шкіри, стимулювати зростання сполучної тканини і застосовують його для створення гелевої і плівкової основи для різних ранозагоювальних пов'язок.

Література

1. Harris J Bixler, Kevin Johndro, Ruth Falshaw. Kappa-2 carrageenan: structure and performance of commercial extracts II. Performance in two simulated dairy applications. *Food Hydrocolloids*, V. 15, L. 4-6, 2001, P. 619-630
2. Food-grade carrageenans and their implications in health and disease. Fang Liu, Pengfen Hou, Hui Zhang, Qingjuan Tang, Changhu Xue, Robert W Li *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2021 Jul;20(4):3918-3936

31. Alpine Rose Active: властивості та застосування в косметичній галузі

Дана Ковріжних, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Alpine Rose Active — це інноваційний косметичний інгредієнт, отриманий з листя альпійської троянди (*Rhododendron ferrugineum*), відомий своїми антивіковими властивостями. Завдяки високому вмісту флавоноїдів (гіперозид, нарингенін, фарерол, таксифолін) цей компонент демонструє потужну антиоксидантну активність, захищаючи білки від окислення (карбонілювання). Сенолітична дія Alpine Rose Active сприяє видаленню старіючих клітин без шкоди для здоров'я, що допомагає зменшити запалення та омолодити шкіру. Додатково, цей інгредієнт забезпечує ефективний UV-захист, запобігаючи фото-старінню та втраті колагену [1].

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури щодо складу та біологічної активності Alpine Rose Active, зокрема його біологічно активних сполук, в т.ч. флавоноїдів.

Результати. Alpine Rose Active містить понад 14 біоактивних сполук, серед яких саме флавоноїди відповідальні за антиоксидантний, протизапальний та сенолітичний ефекти. Сенолітичний ефект полягає у вибіркового видаленні «зомбі-клітин», що сприяє омолодженню шкіри. Дослідження показали, що цей інгредієнт ефективно зменшує почервоніння шкіри, підвищує її еластичність та захищає від фотостаріння, викликаного UVA-випромінюванням [2].

Alpine Rose Active є перспективним інгредієнтом для розробки інноваційних засобів догляду за шкірою завдяки своїм антиоксидантним, протизапальним і сенолітичним властивостям. Його здатність захищати від фотостаріння та підтримувати здоров'я клітин шкіри робить його цінним компонентом у косметичних засобах. Основні сфери застосування Alpine Rose Active [2]:

- Антивіковий догляд. Компонент уповільнює процеси старіння шкіри, зменшує кількість сенесцентних клітин і покращує її відновлення.
- Захист від стресових факторів. Активний інгредієнт допомагає шкірі адаптуватися до змін у навколишньому середовищі, включаючи ультрафіолетове випромінювання, забруднення та екстремальні температури.
- Підтримка шкірного бар'єру. Alpine Rose Active сприяє зміцненню епідермісу та підтримує оптимальний рівень гідратації, що робить його корисним для догляду за сухою та чутливою шкірою.
- Косметичні засоби для післядогляду. Використовується у формулах засобів після сонячних опіків, косметичних процедур та подразнення шкіри.

Література

1. Brochure: Alpine Rose Active – Clearing "zombie cells" in the skin, *Mibelle Biochemistry*, 2022.
2. Deciphering the Phytochemical Profile of an Alpine Rose (*Rhododendron ferrugineum* L.) Leaf Extract for a Better Understanding of Its Senolytic and Skin-Rejuvenation Effects. Jane Hubert, Alexis Kotland, Bernhard Henes et al.. *Cosmetics* 2022, 9(2), 37; URL: <https://doi.org/10.3390/cosmetics9020037> (Last accessed 04.03.2025p.)

32. Про деякі перспективи створення нових антисептичних препаратів

Аліна Колтун, Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Застосування прополісу в медицині та фармацевтиці має давню історію, а сучасні дослідження підтверджують ефективність прополісу як природного антибактеріального засобу. Розробка нових антисептичних препаратів на основі прополісу є перспективним напрямком фармацевтичної науки, оскільки цей продукт має мінімальні побічні ефекти та не спричиняє антибіотикорезистентності.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз складу прополісу, його антисептичні властивості та розробка унікальної рецептури антисептичних засобів.

Результати. Прополіс містить понад 300 біологічно активних сполук, серед яких основну роль відіграють флавоноїди, фенольні кислоти, ефірні олії, терпеноїди, а також смоли та воски. Флавоноїди та фенольні кислоти здатні руйнувати мембрани бактерій та пригнічувати їхню життєдіяльність, ефірні олії діють як антисептики, а воски та смоли утворюють захисний бар'єр, що сприяє загоєнню ран. Завдяки цим властивостям прополіс широко використовується у виготовленні фармацевтичних засобів, таких як спреї для горла, настоянки, гелі та мазі для шкірних уражень, жувальні гумки, антибактеріальні пов'язки та пластирі. Крім того, прополіс виявляє виражені антиоксидантні властивості, що сприяє захисту клітин від ушкоджень, викликаних вільними радикалами. Це підсилює його терапевтичний потенціал та розширює спектр можливого застосування [1, 2].

Одним із перспективних підходів є створення безвідходних антисептичних засобів, таких як прополісні смужки. Вони містять прополіс, мед, агар-агар та воду, що робить їх екологічно безпечними та зручними у використанні. Агар-агар це полісахарид рослинного походження, що утворює термостійкий гель при температурах 32-40° С, стійкий до мікробної деградації, і це робить його ефективною заміною желатину в антисептичних формах. Технологія виготовлення передбачає: охолодження або заморожування прополісу для кращої подрібнюваності, після чого його натирають на дрібній тертці або подрібнюють у порошок. Розчиняють агар-агару у теплій воді, до гарячого розчину агар-агару додають подрібнений прополіс і мед. Суміш ретельно перемішують, щоб забезпечити рівномірний розподіл активних речовин. Формують тонкі листки та висушують при кімнатній температурі або в сушильній камері при низькій температурі (30-40°С) до повного затвердіння. Готові листки розрізають та пакують у герметичні упаковки.

Основними перевагами таких засобів є багатофункціональність, зручність у застосуванні та відсутність відходів. Листки можуть використовуватися для дезінфекції рук, обробки ран, освіження ротової порожнини, очищення води та навіть дезінфекції поверхонь.

Висновки. Запропонована технологія виробництва прополісних смужок демонструє можливість отримання ефективного антисептичного засобу з природних компонентів, який є екологічно безпечним і придатним для багатоцільового використання. Це відкриває нові можливості для створення інноваційних препаратів, що можуть стати ефективною альтернативою синтетичним антисептикам.

Література

1. Kunová, S., Rondevaldová, J., & Kokoska, L. (2022). The antimicrobial effect of propolis and its potential applications in oral health care.
2. Hossain, R., Quispe, C., Khan, R.A. et al. Propolis: An update on its chemistry and pharmacological applications. *Chin Med* 17, (2022).

33. Застосування моно- та дигліцеридів жирних кислот для структурування систем

Ілона Очканова, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Моно- та дигліцериди жирних кислот Е471 – це харчова добавка, що виконує функції стабілізатора та емульгатора, зазвичай використовуються в харчовій промисловості. Моно та дигліцериди належать до категорії емульгаторів, а це означає, що вони допомагають покращити стабільність і однорідність сумішей, які інакше розділилися б, наприклад олії та води. Ця властивість особливо корисна для приготування смачних салатних заправок і майонезу. Саме тому її часто використовують у виробництві молочних і жирних продуктів.

Матеріали та методи. У дослідженні виконано аналіз сучасної наукової літератури щодо використання у різних галузях моно-та дигліцеридів жирних кислот Е471.

Результати. До складу моно- та дигліцеридів входять жирні кислоти, гліцерин і гліцериди. Відомо, що ліпіди відіграють багато різних ролей у їжі та організмі. Моно- та дигліцериди, обидві частини сімейства гліцеридів, складаються з жирних кислот, з'єднаних з гліцерином. Таким чином, моно та дигліцериди є типом ліпідів. Ці сполуки можуть існувати природним шляхом у певних харчових продуктах або бути штучно синтезованими для різних застосувань у харчовій промисловості.

Моно- та дигліцериди, як правило, отримують шляхом переестерифікації (гліцеролізу) тригліцеридів гліцерином. Моногліцериди можна відокремити від ди- і тригліцеридів і гліцерину за допомогою високомолекулярної тонкоплівкової молекулярної дистиляції. Зовнішній вигляд моногліцеридів варіюється від блідо-солом'яної до коричневої маслянистої рідини до білої або злегка брудно-білої воскоподібної твердої речовини. Антиоксиданти зазвичай мають фенольну структуру і є хорошими акцепторами вільних радикалів, які пригнічують або перешкоджають вільнорадикальному механізму автоокислення.

Найбільш широке застосування моно- і дигліцериди жирних кислот отримали при виготовленні: маргаринів, морозива, майонезів, йогуртів і різних продуктів мають високий вміст жирів, добавку Е471 досить часто включають до складу крекерів, печива і сухариків.

Хліб є найбільшим застосуванням моногліцеридів у харчових технологіях. Будь-яка функціональність моногліцеридів та інших емульгаторів у хлібобулочних виробх залежить від диспергованих властивостей емульгаторів під час замішування тіста. У харчовій промисловості широко використовуються столові маргарини і спреди з низьким вмістом жиру. Відомо також промислове застосування, наприклад маргарини для тортів, крему та листового тіста.

Монодигліцериди відіграють вирішальну роль як підсилювачі тіста у випічці, сприяючи збільшенню об'єму хліба та покращенню текстури кінцевого продукту. Вони також допомагають зберігати випічку м'якою та вологою. Крім того, явище старіння, яке з часом впливає на текстуру та смак випічки. Але проблему черствіння можна пом'якшити, додавши моногліцериди та дигліцериди до рецептур для випічки. Це пояснюється тим, що вони можуть уповільнити ретроградацію крохмалю, подовжуючи тим самим термін придатності хлібобулочних виробів.

Ведення 0,5% емульгатора в тісто забезпечує підвищене газоутворення, термостійкість, поліпшення якості клейковини. В результаті збільшується вихід виробу, підвищується пористість і пружність м'якушки. Добавка дозволяє знизити кількість жирів в здобі, продовжує свіжість виробу. У макаронних виробів підвищує

пружність тіста, попереджає злипання виробів в процесі варіння [1].

У маргарині, рослинних і тваринних жирах, майонезах добавка Е 471 (з вмістом 10 г/кг) сприяє формуванню необхідної консистенції, полегшує емульгування водної фази, маскує сальний присмак, полегшує збивання. Емульгатор попереджає розшарування і згірнення продуктів при тривалому зберіганні. У продуктах з какао, шоколадних виробах добавка сприяє отриманню дрібнодисперсних емульсій, стабільних до розшарування. Запобігає утворенню пустот.

М'ясопереробна галузь використовує добавку для запобігання відділення жирового шару, утримування вологості. У кондитерській галузі застосовують добавку в глазурованих покриттях для зменшення липкості, попередження розтріскування [1].

Добавку Е471 в якості носія-наповнювача включають в суміші для захисного покриття фруктів. Додають в жиророзчинні антиоксиданти і синтетичні барвники для полегшення їх розчинення і рівномірного розподілу в продукті.

Моногліцериди широко використовуються в заморожених харчових продуктах для покращення текстури та стабільності. Вони також відіграють ключову роль у запобіганні утворенню кристалів льоду, тим самим подовжуючи термін зберігання заморожених ласощів. Наприклад, додавання моно- та дигліцеридних емульгаторів у рецептури морозива сприяє більш стабільній структурі піни, що призводить до більш гладкого відчуття у роті.

У морозиві, вершках на рослинній основі, кондитерських кремах, молочних десертах тверді моногліцериди покращують консистенцію, стабілізують піну. Ненасичені моногліцериди в складі джемів, варення (10 г/кг) запобігають піноутворенню.

Другий за значимістю напрямок використання добавки Е471- виробництво косметичних засобів. Більшість кремів, пінок, мусів, масок та інших продуктів по догляду за шкірою і волоссям є емульсіями. Гліцериди жирних кислот стабілізують задану консистенцію, полегшують внесення і розподіл біологічно активних речовин. Вони не викликають роздратування, не алергенні.

Емульгатор Е471 входить до складу фармацевтичних препаратів зовнішнього застосування (мазі, креми), а також ректальних свічок. У тваринництві гліцериди жирних кислот - один з компонентів молочних сумішей для годування молодняку.

Висновки. Харчова добавка Е471 знайшла широке застосування і різних галузях виробництва завдяки своїй гарній емульгуючій та стабілізуючій здатності. Враховуючи сучасні тенденції, очікується позитивна ринкова перспектива для моно- та дигліцеридів у харчовій промисловості, зі стабільною траєкторією зростання в найближчі роки. Постійно зростаючий попит на напівфабрикати, хлібобулочні вироби та емульговані продукти є ключовим фактором, що сприяє зростанню потреби в моно- та дигліцеридних як функціональних компонентах.

Крім того, очікується, що постійне розширення харчової промисловості ще більше посилить потенціал зростання ринку моно- і дигліцеридів.

Література

1. Emulsifiers in Food Technology Editor(s): Viggo Norn. First published: 24 October 2014. https://www.researchgate.net/publication/281959634_Mono-_and_Diglycerides

2. Dongling Qiao, Wanting Hu, Zhong Wang, Fengwei Xie, Binjia Zhang, Fatang Jiang, Food structuring using microfluidics: Updated progress in fundamental principles and structure types, *Journal of Food Engineering*, 10.1016/j.jfoodeng.2023.111703, 360, 111703

34. Дослідження екстракту папайї фізико-хімічними методами

Іванюк Соломія

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Папайн – це протеолітичний фермент, який отримують із латексу плодів папайї (*Carica papaya*). Він широко використовується у харчовій, косметичній та фармацевтичній галузях завдяки своїм властивостям м'якого відлущення, протизапальної дії та здатності розщеплювати білкові структури. Вивчення його фізико-хімічних характеристик є актуальним для розробки нових технологій очищення, екстракції та застосування папайну в різних сферах.

Матеріали і методи. Дослідження проведено за аналізом літератури.

Результати. У дослідженні використано зрілі плоди папайї, з яких отримували латекс, насіння, листя та шкірку. Екстракцію папайну проводили за допомогою дистильованої води та цитратно-фосфатного буфера. Очищення здійснювали методом осадження сульфатом амонію, діалізу та хроматографії. Вміст білка визначали методом Бредфорда, а активність папайну оцінювали за його протеолітичним впливом на казеїн. Для аналізу фізико-хімічних властивостей застосовували спектрофотометричні, потенціометричні та рідинно-хроматографічні методи.

Концентрація білка у сирих екстрактах латексу папайну варіювалася від 0,167 до 0,446 мг/мл, що нижче, ніж у латексі *Araujia hortorum* (5,4 мг/мл). Очищений папайн мав концентрацію 0,119–0,347 мг/мл, з найвищим показником у латексі (0,349 мг/мл) і найнижчим у насінні (0,119 мг/мл). Питома активність ферменту у сирих екстрактах становила 0,013–0,058 Од/мг, тоді як у очищеному стані – 0,001–0,023 Од/мг. Найвищу активність (0,023 Од/мг) виявлено у насінні, а найнижчу (0,001 Од/мг) – у шкірці. Кратність очищення папайну коливалася у межах 0,032–1,565, причому найкращий показник досягнуто у насінні, екстрагованому дистильованою водою. Вихід папайну варіювався від 1,95% до 46,66%, з максимальним значенням у листі та мінімальним у шкірці. Оптимальна активність ферменту спостерігалася при pH 6,5–7,0 та температурі 50–60°C, тоді як при 70°C відзначалося її зниження через денатурацію. Іони Cu^{2+} та Hg^{2+} суттєво інгібували активність папайну, а спектрофотометричний аналіз підтвердив його здатність гідролізувати N-бензоїл-L-аргінін-етиловий ефір (BAEE). Отримані результати свідчать про те, що папайн є перспективним біокаталізатором, а оптимізація методів його екстракції може підвищити ефективність його використання в харчовій, косметичній та фармацевтичній галузях.

Висновки. Отримані результати підтверджують, що папайн можна ефективно екстрагувати з різних частин плоду папайї, проте максимальна концентрація білка і ферментативна активність спостерігається у латексі. Встановлені фізико-хімічні параметри дозволяють визначити оптимальні умови для його використання в косметичній, харчовій та фармацевтичній промисловості. Подальші дослідження можуть бути зосереджені на розробці методів стабілізації ферменту для збереження його активності під час зберігання та транспортування.

Література

1. Ahmed, J., Shivhare U.S. and Sandhu, K.S. (2002). Thermal degradation kinetics of carotenoids and visual colors of papaya puree. *Journal Food Science*, 67(7), 2692-2695.
2. Anuar, N.S., Zahari, S.S., Taib, I.A. and Rahman, M.T. (2008). Effect of green and ripe *Carica papaya* epicarp extracts on wound healing and during pregnancy. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 46(7), 2384-2389

35. Дослідження екстракту паростків пшениці як косметичного активу

Тетяна Ніколаєва, Ірина Радзівська

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Старіння шкіри, лущення та свербіж пов'язані з пошкодженням шкірного бар'єру та втратою вологи. Креми з екстрактом паростків пшениці потенційно можуть вирішити ці проблеми завдяки своїм антиоксидантним та протизапальним властивостям. Дослідження зосереджено на вивченні впливу екстракту паростків пшениці на антиоксидантну активність та відновлення шкірного бар'єру.

Матеріали і методи. Дослідження включає вимірювання антиоксидантної активності екстракту паростків пшениці при різних умовах зберігання (зокрема, при високій температурі). Вимірювання рівня подразнення шкіри та трансепідермальної втрати води (TEWL) після нанесення крему з екстрактом паростків пшениці на шкіру людини. Порівняння ефективності крему з екстрактом паростків пшениці з кремом без екстракту та контрольною групою (без обробки).

Результати. Антиоксидантна активність екстракту паростків пшениці зменшується при зберіганні при високій температурі (50°C) протягом 1-5 днів. Крем з екстрактом паростків пшениці ефективно відновлює пошкоджений шкірний бар'єр, зменшуючи TEWL. Покращення стану шкіри (зменшення TEWL) у групі, що використовувала крем з екстрактом паростків пшениці, становить 53,69%, порівняно з 48,75% у групі, що використовувала крем без екстракту, та 24% у контрольній групі. Протизапальна дія екстракту паростків пшениці сприяє відновленню проникності епідермального бар'єру. Емульгування екстракту при температурі нижче 50°C допомагає зберегти його антиоксидантну силу.

Висновки. Екстракт паростків пшениці має потенціал як косметичний матеріал завдяки своїм антиоксидантним та протизапальним властивостям. Креми з екстрактом паростків пшениці ефективно відновлюють пошкоджений шкірний бар'єр та зменшують TEWL. Для збереження антиоксидантної активності екстракту необхідно уникати зберігання при високих температурах. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оптимізацію процесу емульгування та вивчення довгострокового впливу крему на шкіру. Дослідження підтверджує ефективність використання натуральних компонентів у косметичних засобах. Результати можуть бути використані для розробки нових косметичних продуктів для догляду за шкірою. Дослідження сприяє поглибленню знань про вплив рослинних екстрактів на здоров'я шкіри.

Література

1. Asian J Beauty Cosmetol 2016; 14(2): 171-178. URL: <https://e-ajbc.org/m/journal/view.php?number=945> (Last accessed 04.03.2025p.)
2. Aydos OS, Avci A, Özkan T, Karadağ A, Gürleyik E, Altinok B, Sunguroğlu A. Антипроліферативна, апоптотична та антиоксидантна активність екстракту пирію (*Triticum aestivum* L.) на лінії клітин CML (K562). *Турецький журнал медичних наук* 41: 657-663. 2011 рік.
3. Bar-Sela G, Tsalic M, Fried G, Goldberg H. Сік пирію може покращити гематологічну токсичність, пов'язану з хіміотерапією у пацієнтів з раком молочної залози: пілотне дослідження. *Харчування та рак* 58: 43-48. 2007 рік.

36. Інноваційні підходи до антикорозійного захисту металів

Аліна Колтун, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Корозія металів є серйозною проблемою для різних галузей промисловості, зокрема будівництва, машино- та суднобудування. Вона призводить до значних економічних втрат внаслідок зниження міцності та руйнування металевих конструкцій. Сучасні наукові дослідження спрямовані на розробку нових матеріалів та технологій, що забезпечують підвищену стійкість від корозійного руйнування.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз інноваційних підходів до антикорозійного захисту матеріалів.

Результати. Серед інноваційних методів особливе місце займають графенові покриття та нові антикорозійні сплави, що демонструють високі результати в протидії корозії.

Графен є надзвичайно перспективним матеріалом [1] завдяки своїй міцності, хімічній стійкості та унікальній структурі, що дозволяє йому створювати ультратонкі бар'єри на поверхні металу. Основною перевагою графенового покриття є його здатність запобігати дифузії корозійних агентів, таких як вода, кисень і солі. Графенові шари створюють щільний захисний бар'єр, який перешкоджає контакту металу з агресивними середовищами. Крім того, графенові покриття можна поєднувати з полімерними або металевими покриттями для досягнення максимального антикорозійного ефекту. Експериментальні дослідження показали, що навіть одношаровий графен здатний значно сповільнити корозійні процеси. Також відзначено, що покриття, отримані методом CVD, мають рівномірну товщину та хорошу адгезію до металевих підкладок, що забезпечує їхню довговічність. Використання графенових покриттів особливо перспективне у таких галузях, як авіація, автомобіле- та суднобудування, де необхідний довготривалий захист металевих деталей від корозії без значного збільшення ваги конструкцій.

Було презентовано [2] дослідження нових антикорозійних сплавів на основі алюмінію (Al) і хрому (Cr), які відзначаються високою стійкістю до корозії. Включення хрому до складу алюмінієвих сплавів сприяє формуванню пасивного захисного шару, що оберігає метал від руйнування в агресивних середовищах. Ці нові сплави поєднують у собі відмінні механічні властивості та високу корозійну стійкість. Перевагами таких сплавів є не лише підвищена антикорозійна стійкість, а й покращена механічна міцність та знижене утворення тріщин під дією навантажень. Крім того, виробництво цих матеріалів є економічно вигідним у порівнянні з традиційними нержавіючими сталями. Висока ефективність цих сплавів дозволяє використовувати їх у складних умовах експлуатації, таких як морське середовище або висока вологість.

Висновки. Застосування нових антикорозійних технологій здатне суттєво скоротити витрати на ремонт і обслуговування конструкцій. Графенові покриття та передові антикорозійні сплави відкривають широкі можливості для використання в різних промислових секторах.

Література

1. Yu, F., Camilli, L., Wang, T., Mackenzie, D. M. A., Curioni, M., Akid, R., & Bøggild, P. (2018). Complete longterm corrosion protection with chemical vapor deposited graphene. *Carbon*, 132, 78-84.

2. An experimental high-throughput to high-fidelity study towards discovering Al-Cr containing corrosion-resistant compositionally complex alloys. /Sur D., Holcombe E.F., Blades W.H., Anber E.A., Foley D.L.. *High Entropy Alloys & Materials* (2023) 1:336–353

37. Розвиток технологій антикорозійного захисту металів

Катерина Ярчак, Олеся Романова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток технологій антикорозійного захисту металів зосереджений на створенні функціональних покриттів, що забезпечують довготривалу стійкість до корозійних процесів. В останні роки особливу увагу приділяють розробці самовідновлюваних покриттів, багатофункціональних бар'єрних систем та екологічно безпечних альтернатив.

Матеріали і методи. Було проведено аналіз та систематизацію літературних джерел інформації з метою подальшого використання у наукових розробках.

Результати. Самовідновлювані покриття здатні автоматично усувати мікропошкодження та тріщини, що утворюються під впливом механічних або хімічних факторів. Це досягається шляхом використання капсул, що містять полімеризувальні агенти, корозійні інгібітори або самовідновлювані матеріали. При пошкодженні покриття ці капсули руйнуються, вивільняючи активні компоненти, які заповнюють мікротріщини і запобігають подальшій корозії.

Супергідрофобні покриття мають унікальну здатність відштовхувати воду завдяки спеціальним мікро- та наноструктурам на поверхні. Це перешкоджає проникненню водних електролітів, які є основними чинниками корозії. Супергідрофобні покриття створюються шляхом модифікації поверхонь за допомогою фторованих сполук, кремнієвих наночастинок або полімерів із низькою поверхневою енергією.

Вдосконалення антикорозійних покриттів відбувається шляхом модифікації їхньої структури, що дозволяє інтегрувати додаткові функції, такі як стійкість до механічного зносу, електропровідність та самовідновлення. Сучасні полімерні матриці доповнюються різними добавками, які підвищують їхню бар'єрну здатність. Використання гібридних органо-неорганічних матриць дозволяє створювати багатошарові системи з комбінованими антикорозійними характеристиками.

Через посилення екологічних норм та заборону використання токсичних компонентів, зростає попит на безпечні альтернативи. Сучасні екологічні покриття базуються на водорозчинних полімерних системах, силанових з'єднаннях та матеріалах із низьким вмістом летких органічних сполук. Досліджуються біорозкладні полімери та природні смоли, що здатні забезпечити ефективний антикорозійний захист без шкоди для навколишнього середовища.

Висновки. Застосування інноваційних технологій в створенні антикорозійних матеріалів сприяє створенню більш ефективних, довговічних та безпечних систем захисту металевих конструкцій у промисловості, транспорті та медичних імплантах. Подальший розвиток антикорозійних матеріалів буде пов'язаний із використанням штучного інтелекту для моделювання процесів корозії та оптимізації складу покриттів, що дозволить значно підвищити ефективність захисту металів.

Література

1. Montemor, M.F. Functional and smart coatings for corrosion protection: A review of recent advances. *Surface and Coatings Technology*, 2014, 258, pp.17-37.
2. Milošev, I. Contemporary Modes of Corrosion Protection and Functionalization of Materials. *Acta Chimica Slovenica*, 2019, 66, pp. 511–533

38. Сучасне виробництво та ринок натуральних харчових барвників

Аліна Колтун, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом у світовій харчовій промисловості значно зростає попит на натуральні природні барвники через бажання споживачів отримувати безпечні та екологічні продукти.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз підходів до виробництва натуральних барвників та аналіз ринку.

Результати. Світовий ринок натуральних харчових барвників у 2023 році оцінювався приблизно у 2,1 млрд доларів США, із прогнозованим щорічним зростанням у 6-7%. Основні споживачі – Північна Америка та Європа, де екологічні стандарти є високими і стимулюють використання натуральних альтернатив синтетичним добавкам. Антоціани займають близько 30% світового ринку натуральних барвників, а каротиноїди – до 40%.

Основними джерелами антоціанів є чорниця, чорна смородина, виноград, червонокочанна капуста, баклажани. Вторинна сировина харчової промисловості, така як ягідні та фруктові вичавки, також є перспективним джерелом цих пігментів. Сучасне виробництво антоціанів включає кілька технологічних етапів, спрямованих на збереження максимальної кількості пігменту та його стабільності. На початковому етапі сировину подрібнюють, далі екстракція за допомогою води, етанолу або підкислених розчинів. Очищення екстракту проводять за допомогою ультрафільтрації та осадження небажаних домішок. Концентрують екстракт під вакуумом. Завершальним етапом є сушіння – використовують метод ліофілізації або розпилювальне сушіння, що допомагає зберегти всі функціональні властивості пігменту та забезпечує його тривалий термін зберігання.

Каротиноїди – це природні пігменти, які широко використовуються у харчових продуктах завдяки високому вмісту антиоксидантів, провітаміну А та сприятливому впливу на здоров'я людини. Виробництво каротиноїдів включає такі сучасні методи: екстракція за допомогою органічних розчинників або надкритичного CO₂, що забезпечує високу якість і чистоту; подальше очищення екстрактів за допомогою хроматографічних методів для видалення залишкових домішок; мікрокапсулювання і розпилювальне сушіння, які дозволяють отримати концентрати та порошки зі стабільними властивостями для харчової промисловості, ферментаційні методи для біосинтезу каротиноїдів, що використовують мікроорганізми, такі як *Dunaliella salina*, який є перспективними джерелами β-каротину.

Висновки. Популярність натуральних барвників продовжуватиме зростати, що стимулює розробку нових технологій для покращення їхньої стабільності, доступності та ефективності.

Література

1. Noviendri D., Md Aris M. A., Lestari W., Hendri R., Jaswir I., Ismail S., Mat Harun N. Carotenoids: Their Sources, Bioactivity, and Application in Industry. *Herbal Nutraceuticals*. Wiley, 2024. С. 211-228.

2. Мельник О., Шкарапута Р. Аналіз технологій виробництва натуральних барвників з використанням вторинної сировини та харчових відходів. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2024. Вип. 14, т. 1. С. 1-17

39. Про деякі аспекти впливу нітрату натрію на організм людини

Валерія Лебедєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Нітрат натрію(NaNO_3)—харчова добавка E251. Використовується при виготовленні ковбасних виробів, рибних консервів та сирів. Механізм дії нітратів полягає у зв'язуванні з міоглобіном з утворенням нітрозоміоглобіну MbNO рожево-червоного забарвлення, що не змінюється у процесі переробки м'яса [1].

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз сфер застосування та вплив добавки E251 на організм людини.

Результати. В організмі E251 розщеплюється на нітрит, який далі може перетворюватися на оксид азоту (NO). Оксид азоту має важливу роль у підтримці здоров'я серця, оскільки він допомагає розширювати кровоносні судини, що сприяє покращенню кровообігу. Це може знизити кров'яний тиск і поліпшити доставку кисню до тканин [2].

Однак при надмірному вживанні NaNO_3 можуть бути такі наслідки:

- При потрапленні NaNO_3 в організм, він може перетворюватися на нітрит, який в свою чергу може перетворюватися на нітрозаміни. Ці сполуки є канцерогенними, тобто можуть сприяти розвитку ракових захворювань, особливо раку шлунка, стравоходу та колоректального раку
- Надмірна кількість нітратів і нітритів в організмі може також призвести до токсичного впливу на клітини. Нітрити можуть сприяти утворенню метгемоглобіну в крові, що порушує здатність крові транспортувати кисень. Це може викликати симптоми, подібні до отруєння, включаючи головний біль, запаморочення і втомлюваність.
- Хоча оксид азоту, що утворюється з нітратів, має певні переваги для серцево-судинної системи, його надмірне споживання разом з іншими шкідливими факторами, такими як високий рівень натрію в оброблених продуктах, може негативно впливати на серце, підвищуючи ризик розвитку гіпертонії та інших серцево-судинних захворювань.
- Діти є більш вразливими до впливу нітратів, оскільки їх організм ще не розвинув механізми детоксикації на тому ж рівні, що й у дорослих. Високі рівні нітратів можуть спричинити метгемоглобінемію, яка порушує здатність крові транспортувати кисень, що може бути небезпечним для малюків.
- Споживання оброблених м'ясних продуктів, що містять NaNO_3 також може бути пов'язане з підвищенням рівня холестерину та іншими проблемами зі здоров'ям через високий вміст жиру та солі в таких продуктах [2].

Висновки. Хоча нітрат натрію широко застосовується в харчовій промисловості потрібно пам'ятати про його шкідливий вплив на здоров'я та обмежувати його вживання.

Література

1. Ластухін, Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості: навч.посіб. / Ю.О.Ластухін: Львів: Центр Європи, 2009. - 836 с.
2. Харчова хімія / В.В.Євлаш, О.І.Торяник, В.О.Коваленко, О.Ф.Аксьонова та ін. Світ книг, 2019. 504 с.

40. Технологічні особливості отримання ультрамарину

Юлія Корнєєнко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

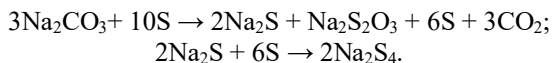
Вступ. Кальцинована сода є важливим компонентом при виробництві скла, миючих засобів і мила, кераміки, очищення води, обробки металів. Також сода використовується для одержання ультрамарину.

Матеріали і методи. На основі аналізу науково-технічної літератури було досліджено методи отримання пігменту ультрамарину та кількісний склад його в шихті, до якої входить і кальцинована сода, подальше використання ультрамарину у різних галузях.

Результати. Ультрамарин – це пігмент, який має яскраво синій колір та застосовується для отримання текстильних виробів, іграшок, побутової техніки, пакування та різних полімерів, завдячуючи своїм властивостям. Ультрамарин відноситься до групи алюмосилікатів, що мають у своєму складі різні продукти приєднання до загального складу $(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2) \cdot n \cdot \text{X}$. Якраз продуктом приєднання X і може виступати кальцинована сода.

У природі даний пігмент може зустрічатися у вигляді таких мінералів, як содаліт, нозеан та канкриніт. Сам процес отримання ультрамарину складається з двох основних етапів: випал ультрамаринової шихти, під час якого утворюється складний сірковмісний алюмосилікат натрію, який ще називають зеленим напівфабрикатом, після чого його окиснюють і отримують яскраво синій пігмент.

Основним процесом при випалі шихти є отримання полісульфіду натрію, алюмосилікату натрію та продукту приєднання. Перший утворюється при реакції взаємодії між содою та сіркою за температури 200 – 400°C:



Отриманий тіосульфат натрію є нестійким при нагріванні. Його розкладають при температурі 300°C на сульфід натрію та сірку або при температурі 400°C – на полісульфід і сульфат натрію.

Висновки. Відповідно до інформації викладеній в науковій літературі, можемо побачити, що кальцинована сода має важливе місце у складі шихти для випалу ультрамарину, який в свою чергу використовують у різних галузях.

Література

1. Гуріна Г. І. Пігменти : навч. посібник / Г. І. Гуріна; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 158 с.
2. Ultrazurtm Ultramarine Blue It's Ultra In Every Way. Heubach. P. URL6: https://admin.heubach.com/wp-content/uploads/2023/02/30.-UMB-Flyer-final_Feb-4-.pdf (Last accessed 03.03.2025)

41. Дослідження географії виробництва та ринків збуту карбаміду

Аліна Колтун, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Карбамід, або сечовина, є одним із найпоширеніших азотних добрив, що широко застосовується в сільському господарстві для підвищення врожайності. Світовий ринок карбаміду зазнає значних змін під впливом економічних, політичних та екологічних факторів. Україна, як аграрна держава, також відчуває вплив цих змін на внутрішньому ринку добрив.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури, аналіз ринку виробництва та збуту карбаміду в Україні та світі

Результати. Ринок карбаміду характеризується значною конкуренцією між виробниками, кліматичними змінами та змінами у сільськогосподарській політиці різних країн. За даними Міжнародної асоціації добрив світове виробництво аміаку, основного компонента для синтезу карбаміду, у 2022 році скоротилося приблизно на 1% і становило 182,2 млн.т. Це скорочення пов'язане з обмеженням доступності добрив, що стало основною причиною зниження виробництва. У 2023 році ситуація дещо покращилася виробництво аміаку зросло на 2% порівняно з попереднім роком і досягло 185,6 млн т. Загалом виробництво азотних добрив збільшилося на 6% і становило 195,5 млн т. Це зростання обумовлене стабілізацією виробництва азоту та частковим відновленням виробництва фосфорних і калійних добрив після складних подій 2022 року.

Основними виробниками карбаміду є Китай, Індія, Сполучені Штати Америки, Індонезія та Канада. Китай займає провідну позицію як у виробництві, так і у споживанні карбаміду. Однак у 2023 році Китай обмежив експорт цього добрива через внутрішні потреби та низькі запаси, що вплинуло на світові ціни та поставки. Індія є найбільшим імпортером карбаміду, активно закупаючи його для задоволення потреб свого сільського господарства. Серед інших значних імпортерів — Південна Корея, Австралія та Мексика. Обмеження експорту з боку найбільших виробників створюють виклики для цих країн у забезпеченні стабільних поставок добрив.

Український ринок карбаміду зазнав значних змін у 2024 році. За перші дев'ять місяців споживання добрив в Україні склало 3,4 млн тонн, з яких 1,9 млн тонн припадало на імпорт. Основними постачальниками імпортного карбаміду були Туркменістан та Азербайджан. Українські виробники добрив стикаються з численними викликами, включаючи високу конкуренцію з імпортом, зростання вартості виробництва та енергетичних ресурсів. У першому кварталі 2024 року внутрішнє виробництво карбаміду склало 123,5 тис. тонн, що значно поступається імпортним обсягам, які досягли 181 тис. тонн. Це свідчить про підвищення залежності від закордонних поставок. Цінова динаміка на українському ринку карбаміду також зазнала змін. У травні 2024 року ціни на карбамід знизилися до 23,5 тис. грн/т з доставкою, а імпортери пропонували товар на другу половину травня-червень за ціною 18,5 тис. грн/т. Це зниження цін пов'язане зі стриманим попитом та високою пропозицією як вітчизняної, так і імпортної продукції.

Література

1. Аналітична оцінка ситуації у хімічній промисловості України та перспектив її розвитку. Науково-дослідний інститут техніки і технології ім. В.І. Вернадського, випуск 3, 2024.

2. Глобальні й внутрішні тренди на ринку добрив. *Агробізнес сьогодні*. URL: https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichniyi-hektar/item/30572-hlobalni-i-vnutrishni-trendy-na-rynku-dobryv.html?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення 03.03.2025)

42. Виробництво оцтової кислоти: ринок та розвиток

Яніна Ткач

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оцтова кислота – базовий продукт промислового органічного синтезу, який знайшов застосування як у хімічній промисловості, так і у побуті, як харчова добавка та універсальний засіб для очищення багатьох предметів та поверхонь.

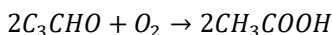
Мета: Дослідити ринок та методи виробництва, його особливості.

Матеріали і методи. Проведення аналітичного огляду літературних джерел, дослідження сфери застосування та виробництва оцтової кислоти

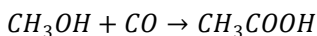
Результати. Оцтова кислота є одним з найпопулярніших продуктів синтезу. Її застосовують для виробництва полімерів, як розчинник та екстрагент. У побуті розведена оцтова кислота займає почесне місце: її використовують при приготуванні та при прибиранні. Оцтову кислоту можуть одержувати в промисловості за допомогою окиснення ацетальдегіду або методом карбонілювання метану.

Найстарішим методом виробництва оцтової кислоти вважається метод ферментації. Такі бактерії як *Acetobacter* та *Clostridium*, виробляють кислоту в процесі своєї життєдіяльності. Утворена ними оцтова кислота є низько концентрованою, і використовується для харчових та побутових потреб. В якості підживлення бактерій використовують цукровмісну сировину. Даний спосіб є малопродуктивним, але екологічним та досить дешевим, тому його часто використовують для приготування домашнього оцту.

Метод окиснення ацетальдегіду вважається другим за важливістю та проводить з металевим каталізатором, переважно срібним, латунним чи бронзовим. Процес може мати такі побічні продукти як етилацетат або формальдегіди. Ці продукти мають нижчу температуру кипіння, ніж оцтова кислота, тому легко відокремлюються дистиляцією.



Метод карбонілювання метану є найпоширенішим на сьогоднішній день. Він є крупнотонажним та зазнав кількох удосконалень від початку його введення, зокрема зміни початкового йодистого нікелю на родієвий каталізатор, а згодом заміну родієвого каталізатора на більш ефективний – іридієвий, процес окиснення якого відбувається у 150-200 разів, але при цьому утворення побічного продукту метану стає вищим.



Український ринок оцтової кислоти орієнтувався переважно на експорт – всього 30% виробленої продукції реалізувалося на території України. Провідним виробником оцтової кислоти було ПрАТ «Севєродонецьке об'єднання Азот» - частина групи OSTCHEM, а також єдине підприємство в складі групи, яке випускало оцтову кислоту. В липні 2022 року, внаслідок повномасштабного вторгнення РФ власники оголосили про втрату контролю над підприємством. На даний момент Україна не має єдиного провідного виробника оцтової кислоти.

Висновки. Оцтова кислота – продукт який займає важливе значення в українській та зарубіжній економіці, як сировина та продукт експорту з широким спектром застосувань, що підвищує її цінність на міжнародному ринку.

Література

1. ПрАТ «Севєродонецьке об'єднання Азот» – найбільше хімічне виробництво України та Європи. URL: <http://www.ostchem.com/uk/o-kompanii/proizvodstvo/sever>

43. Вплив ПАР на навколишнє середовище та способи його мінімізації

Аліна Колтун, Володимир Бахмач

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поверхнево-активні речовини (ПАР) є важливими складовими сучасних мийних засобів, що використовуються у побуті, промисловості та медицині, вони забезпечують ефективне видалення забруднень. Проте широке використання ПАР супроводжується значним впливом на навколишнє середовище.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний аналіз літературних джерел.

Результати. ПАР потрапляють у довкілля переважно через стічні води, оскільки значна частина синтетичних мийних засобів після використання не уловлюються очисними спорудами і продовжує циркулювати у природних водах. Вони впливають на водну екосистему, викликаючи токсичний ефект, руйнують мембрани клітин мікроорганізмів та впливають на механізми їхнього метаболізму. Особливо шкідливими є аніонні та катіонні ПАР, які утворюють стійку піну на поверхні водойм, порушуючи газообмін між водою та атмосферою. Це може призводити до зниження рівня розчиненого кисню, що сприяє загибелі риби та інших водних організмів. Крім того, довготривала дія ПАР на водорості може призвести до змін у їхньому фотосинтетичному апараті, що спричиняє дестабілізацію екосистеми.

Ґрунти також піддаються впливу ПАР, особливо внаслідок сільськогосподарського використання очищених стічних вод. Чисельні дослідження показують, що ПАР можуть змінювати структуру ґрунту, змінювати водний баланс та порушувати діяльність ґрунтової мікрофлори. В результаті цього знижується родючість, а рослини, що ростуть у забруднених середовищах, можуть накопичувати ці речовини у своїх тканинах, що може мати негативний вплив на подальший харчовий ланцюг.

Одним із перспективних методів зменшення впливу ПАР на довкілля є застосування модифікованих адсорбентів, зокрема цеолітів, це є ефективним методом очищення стічних вод від фосфатів та ПАР, зменшуючи їхню концентрацію на 90%. Ще одним важливим підходом до методів очищення стічних вод, що включає біологічне очищення із застосуванням спеціальних мікроорганізмів, ультрафіолетове опромінення та озонування. Ці технології дозволяють руйнувати молекули ПАР до безпечних сполук, зменшуючи їхню концентрацію в природних водах.

В енергетичній галузі, ПАР відіграють значну роль у формуванні нафтовмісних емульсій, що впливає на їхню стабільність і реологічні характеристики. Зміни в реологічних властивостях можуть впливати на ефективність горіння та сприяти утворенню забруднюючих викидів. Впровадження біорозкладних ПАР у цих процесах сприяє зниженню токсичних викидів, підвищує ефективність очищення технологічних стоків і зменшує забруднення водних ресурсів. Важливу роль у мінімізації впливу ПАР на довкілля відіграє також екологічна політика та законодавчі ініціативи. Європейська хімічна стратегія сталого розвитку (CSS) сприяє переходу до безпечних хімічних речовин, використовуючи підхід Safe and Sustainable-by-Design (SSbD). Це мінімізує вплив на довкілля та стимулює розробку екологічних, менш токсичних альтернатив.

Література

1. Іванченко А.В., Воронов В.В. (2024). Адсорбційне вилучення фосфатів та поверхнево-активних речовин з рідких відходів хімічно модифікованим цеолітом. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 354-361.

2. Макаров А. С., Косигіна І. М., Єгурнов О. І., Крючко І. М. Вплив поверхнево-активних речовин на реологічні властивості водно-вугільних емульсій. *Journal of Chemistry and Technologies*, 2022, 30(3), 370-377.

44. Особливості технології виробництва розведеної нітратної кислоти

Яросвіт Лабатій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виробництво розведеної нітратної кислоти є важливим, бо основна частина виробленої нітратної кислоти використовується для виробництва ряду складних, комплексних мінеральних добрив. Споживання нітратної кислоти не обмежується виробництвом добрив, вона використовується для отримання майже всіх вибухових речовин.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури, стосовно технології виробництва, використання та застосування нітратної кислоти.

Результати. Доступ до азотних добрив має вирішальне значення для максимізації сільськогосподарської врожайності, оскільки азот є найпоширенішою поживною речовиною. Майже всі азотні добрива покладаються на аміак і азотну кислоту як вихідну сировину. Попит на ці хімікати та на продукти харчування сильно залежить від населення світу. Також за дослідженнями можна спрогнозувати до 2050 року різні сценарії зростання розміру і вартості ринку аміаку та азотної кислоти. Якщо поточні підходи до виробництва аміаку та азотної кислоти залишаться незмінними, викиди вуглецю від виробництва сировини для мінеральних добрив можуть перевищити 1300 Мт/рік, що викликає сильну потребу в екологічних альтернативах [1].

Оксиди нітрогену можуть існувати у вигляді сполук з різним ступенем окиснення Нітрогену в залежності від чого і відрізняються їх властивості. Наприклад, NO₂ є активною сполукою. Оксиди нітрогену є небезпечними, для людини, тварин та довкілля токсикантами 2, 3, 4 класу небезпеки (окрім N₂O), що в першу чергу вражають дихальні шляхи та легені, здатні викликати подразнення слизових оболонок, змінити склад крові, знизити концентрацію гемоглобіну в крові та мають наркотичні властивості. Крім інших забруднюючих викидів в атмосферу потужними джерелами утворення газів оксидів Нітрогену є виробництво нітратної кислоти. Тому існують методи очищення від NO_x поділяються на так звані «сухі» та «мокрі» методи. «Сухі» способи призначені для селективного очищення газових викидів від оксидів Нітрогену з утворенням молекулярного азоту. Більшість таких методів засновані на реакціях гетерогенного каталітичного або термічного розкладу або відновлення аміаком. «Мокрі» методи поділяють на процеси, що передбачають регенерацію абсорбенту та без регенерації абсорбенту. Отже, до «сухих» способів очищення газових викидів від NO_x відносять селективне каталітичне відновлення аміаком та іншими відновлювальними агентами, селективне високотемпературне некаталітичне відновлення, адсорбція. До «мокрих» методів належать окисно-абсорбційний, абсорбційно-окиснювальний, абсорбційно-відновлювальний способи [2].

Висновки. Виробництво розведеної азотної кислоти є актуальним, так як на протязі наступних трьох десятиліть населення світу продовжуватиме диктувати розмір ринку та вартість аміаку та азотної кислоти.

Література

1. Чонхун Лім, Карлос А. Фернандес, Син Ву Лі. Попит на аміак і азотну кислоту для використання добрив у 2050 році. *Перспектива*. 2021р, том 6, вип. 10.
2. Екологічна безпека технологічних процесів в галузі. Основи технології очищення викидних газів від NO_x [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / О. І. Янушевська, В. І. Супрунчук, КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 73 с.

45. Особливості технології виробництва карбаміду та шляхи її удосконалення

Аліна Колтун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Карбамід (сечовина) є одним із найважливіших азотних добрив, широко застосовуваних у сільському господарстві для забезпечення рослин необхідним азотом. Виробничий процес включає кілька ключових етапів, таких як синтез аміаку, реакція утворення карбаміду, кристалізація та гранулювання. Основними компонентами для синтезу карбаміду є аміак (NH_3) та діоксид вуглецю (CO_2), які вступають у реакцію з утворенням карбамату амонію, що надалі перетворюється на карбамід.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури стосовно існуючих методів виробництва та можливостей їх удосконалення.

Результати. Синтез аміаку є першим і найбільш енергоємним етапом у виробництві карбаміду. Аміак отримують шляхом взаємодії азоту та водню за методом Габера-Боша при високому тиску та температурі. Важливим аспектом цього процесу є використання каталізаторів, що підвищують ефективність реакції. Після отримання аміаку він реагує з діоксидом вуглецю, утворюючи карбамат амонію. Цей проміжний продукт піддається дегідратації, внаслідок чого утворюється кінцевий продукт — карбамід. Для забезпечення високої якості карбаміду проводять його кристалізацію та гранулювання, що дозволяє отримати зручну для зберігання та транспортування форму продукту.

Сучасні тенденції у виробництві карбаміду спрямовані на підвищення енергоефективності та оптимізацію технологічних процесів. Важливим напрямом є вдосконалення методів гранулювання, що дозволяють отримати карбамід з покращеними фізико-хімічними властивостями, зменшуючи його гігроскопічність та підвищуючи стійкість до зовнішніх впливів. Крім того, застосовуються новітні технології теплообміну, які сприяють зниженню енергоспоживання та підвищенню ефективності процесу синтезу.

Згідно з дослідженнями впровадження тарільчатих грануляторів для виробництва карбаміду сприяє покращенню гранулометричного складу кінцевого продукту. Було відзначено, що вміст пилу в грануляторі значно впливає на кінетику процесу гранулоутворення. Вміст пилу понад 15% маси грануляту призводив до порушення динаміки руху часток та зриву процесу гранулоутворення. Крім того, було встановлено, що подача розплаву карбаміду у зону руху великих частинок дозволяє зменшити вміст пилу в апараті, що покращує якість гранул. Введення карбамідо-формальдегідної смоли у розплав сприяє стабілізації процесу гранулоутворення та підвищенню міцності гранул.

Також одним із перспективних напрямів розвитку є оптимізація використання сировинних ресурсів, що дозволяє знизити виробничі витрати та підвищити конкурентоспроможність кінцевого продукту. Наприклад, удосконалені реакційні установки мінімізують втрати аміаку та зменшують потребу в додатковій сировині.

Література

1. Кононенко М. П., Скиданенко М. С. Вплив технологічних параметрів на процес утворення гранул карбаміду в тарільчатому грануляторі. Сумський державний університет. 2023.
2. Смолянкін О.О., Федік Л.Ю.. Аналіз технологічного процесу отримання карбаміду як об'єкта керування. "Перспективні технології та прилади". Луцьк, 2022. Випуск №21. С.119-120

46. Розробка рецептури пісочного печива (Shortbread biscuits) зі стевією

Катерина Ярчак, Галина Біла

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В останній час зростає інтерес на розробку натуральних некалорійних підсолоджувачів, що забезпечують сенсорні властивості, подібні до сахарози. Однією з найбільш перспективних альтернатив є ізопреноїди стевії. Стевіолглікозиди є основними підсолоджуючими сполуками, які мають набагато вищу підсолоджувальну силу, ніж звичайна сахароза або глюкоза. Дослідивши рецепти пісочного печива, можна розробити новий унікальний рецепт зі стевією та визначити оптимальні співвідношення інгредієнтів для досягнення потрібного смаку та текстури.

Матеріали та методи. Для приготування пісочного печива розроблено рецептуру до складу якої увійшли наступні інгредієнти: масло, борошно, ванілін, крохмаль, стевія або цукор. До складу зразків 1-3 входить стевія у кількості 15 г, 25 г і 35 г, відповідно, зразок 4 – контрольний, 25 г цукру (без стевії).

Для приготування тіста спочатку розмішували масло із порошком стевії (цукру) до кремоподібної консистенції. Потім додаємо ванілін, борошно та крохмаль і перемішуємо до утворення тіста. Після цього ставимо тісто у холодильник на 30 хв. і розігріваємо духовку до 160° С. Потім дістаємо тісто і розкатуємо на формі для випікання, нарізаємо форми для випікання. Випікання відбувається при тій самій температурі упродовж 40 хв.

Результати. Приготування зразків 1-3 із різною кількістю порошка стевії та контрольний зразок за розробленою рецептурою, наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Рецептура пісочного тіста зі стевією та цукром

Інгредієнти	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Контроль
Стевія	15,0	25,0	35,0	—
Цукор	—	—	—	25,0
Масло	75,0	75,0	75,0	75,0
Борошно	100,0	100,0	100,0	100,0
Ванілін	1,0	1,0	1,0	1,0
Крохмаль кукурудзяний	25,0	25,0	25,0	25,0

Для одержаних зразків печива із різними співвідношеннями інгредієнтів, проведено оцінювання таких його органолептичних властивостей, як смак (солодкість), консистенція (крихкість), аромат (інтенсивність, приємність,) та колір (насиченість, однорідність). Дегустаційна група у кількості 10 чол. оцінювала органолептичні властивості за 10-бальною шкалою, де 1 – це найнижчий бал, який відповідав відсутності або поганим смаковим характеристика, а 10 – максимально виражені позитивні смакові характеристики печива. Результати наведено у табл. 2.

Згідно одержаних висновків дегустаційної групи при збільшенні кількості порошка стевії зменшується крихкість при приготуванні тіста та зростає відчуття солодкості. Також було відзначено, що зразок 3 – печиво із 35 г стевії, має таку саму солодкість як і контроль (печиво із 25 г цукру), що підтверджує наявну сильну підсолоджувальну дію ізопреноїдів стевії. У табл. 2 наведено середні значення для

зразків, де зразок 1 за смаковими властивостями має низьку оцінку, а для зразка 3 дещо змінився колір після випікання/

Таблиця 2 – Органолептичні показники одержаних зразків печива з різною кількістю стевії

Органолептичні показники	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Контроль
Смак	3,0	7,5	8,5	10,0
Консистенція	4,8	7,5	9,0	8,0
Аромат	9,0	9,5	9,5	10,0
Колір	9,0	9,0	6,5	8,0

Висновки. Розроблено рецептуру пісочного тіста зі стевією та визначено оптимальні співвідношення його інгредієнтів для приготування пісочного печива. Показано, що кращим за органолептичними показниками був зразок 3 із максимальною кількістю стевії 35 г. Отриманні данні можуть бути використанні у подальших приготуваннях солодких, не калорійних та корисних десертів.

Література

1. Singh D. P. et al. Phytochemical and Pharmacological Importance of Stevia : A Calorie-Free Natural Sweetener. [Electronic resource] / D. P. Singh, M. Kumari, H. G. Prakash. *Sugar Tech.* 2019, Vol. 21. P. 227-234.
2. Laguna, L., Salvador, A., Sanz, T. and Fiszman, S.M., 2011. Performance of a resistant starch rich ingredient in the baking and eating quality of short-dough biscuits. *LWT-Food Science and Technology*, 44(3), pp.737-746.
3. Tyuftin, A.A., Richardson, A.M., O'Sullivan, M.G., Kilcawley, K.N., Gallagher, E. and Kerry, J.P., 2021. The sensory and physical properties of Shortbread biscuits cooked using different sucrose granule size fractions. *Journal of food science*, 86(3), pp.705-714.

47. Вплив технологічних факторів на піноутворювальну здатність та стійкість піни вершків

Юлія Корнєєнко, Дар'я Ляліна, Алла Таволжан

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Піноутворююча властивість білків виражається в здатності утворювати піну і стійкість структури піни. Важливим показником для покращення якості харчових продуктів є стійкість структури піни. Білки молока широко застосовують в якості піноутворювачів у харчових технологіях. На піноутворення та стійкість піни впливає велика кількість факторів: концентрація білка, температура, жирність, рН середовища, вміст цукру, солі, ліпідів, а також фракційного складу та структури білка.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження були обрані вершки 20% і 33% жирності (зразок №3) за різної температури (18-20°C та 4-7°C (зразок №2, №5) та додаванням цукру (зразок № 1, №4). Для створення піни було використано ручний кухонний міксер.

Результати. Під час роботи над дослідженням змінювали температуру збивання та додавали до складу експериментальної суміші цукор. Вимірювали висоту стовпчика рідини, висоту стовпчика піни до та після вистоювання протягом 30 хвилин. Результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Аналіз зміни показників піни під впливом факторів.

Зразки	Висота стовпчика речовини до збивання, см	Висота стовпчика піни, см	Висота стовпчика піни після осідання, см	Піноутворювальна здатність, %	Стойкість піни, %
1. Вершки 20% + цукор	3,4	3,7	3,5	110	105,7 94,59
2. Вершки 20% при 7°C	3,1	4,3	3,5	139	123 81,4
3. Вершки 33% при 20°C	4,2	6,2	5,8	147,6	107 93,55
4. Вершки 33% + цукор	3,7	4,2	4,1	113 5	102,4 97,62
5. Вершки 33% при 7°C	3,2	5	4,9	156,25	102 98

Стойкіша піна утворюється за більших розмірів часток жирової фази, оскільки при збиванні вершків вона концентрується між повітряною фазою, утворюючи грона, кількість яких росте зі збільшенням тривалості збивання.

Підвищення температури негативно впливає на піноутворювальну здатність вершків через зниження в'язкості і розплавлення певної частини твердого жиру в жирових кульках.

Цукор підвищує стійкість піни завдяки дегідратації білкової складової вершків.

Висновки. Встановлено, що зразок вершків 33% жирності без додавання цукру та за температури 4-7°C має найвищу піноутворювальну здатність, а найвищу стійкість піни має зразок вершків 33% жирності за температури 4-7°C.

Література

1. Рудакова, Т., Мінорова, А., Крушельницька, Н., & Наріжний, С. (2021). Наукові підходи щодо класифікації молочної десертної продукції. *Продовольчі ресурси*, 9(16), 164–179. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2021-16-16>

48. Сульфат алюмінію E520: характеристика та сфери використання

Надія Мошак, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Харчова добавка E520 – ущільнювач, коагулянт, засіб для зняття шкірки з плодів. Сульфат алюмінію – неорганічна речовина, являє собою кристалічну сіль білого, сірого, блакитного або рожевого кольору, або кристалічний порошок без певного кольору. Не має вираженого запаху, на смак солодкуватий, терпкий. Хімічна формула $Al_2(SO_4)_3$.

Матеріали і методи. У дослідженні представлено способи використання сульфату алюмінію, його норми введення та оцінено його вплив на здоров'я людини.

Результати. Харчова добавка E520 сульфат алюмінію відноситься до стабілізаторів, а саме до ущільнювачів (отверджувачів). Стабілізатори поліпшують ступінь гомогенізації харчової системи стабілізації, що складається з двох або більше не змішуваних речовин. Суміжні технологічні функції стабілізаторів виконують багато загусників, гелеутворювачів, ущільнювачів, вологоутримуючих агентів, стабілізаторів піни.

В обмежених кількостях, сульфат алюмінію не є небезпечною для людини речовиною. Але при передозуванні харчової добавки E520, можуть виникнути негативні наслідки у вигляді численних порушень в роботі центральної нервової системи, вона може спровокувати розвиток анемії, хвороб Паркінсона й Альцгеймера, короткострокову втрату пам'яті, слабоумство. Надмірне вживання сульфату алюмінію істотно погіршує засвоюваність вітамінів, знижує функцію печінки і може викликати індивідуальну непереносимість у вигляді алергічних реакцій.

Обробка води активованим розчином коагулянта (сульфату алюмінію) дає змогу збільшити гідравлічну крупність коагульованої суспензії. Встановлено, що ефективність освітлення води, за використання активованих розчинів, значною мірою залежить від параметрів активації: напруженості магнітного поля та вмісту в розчині анодно-розчиненого заліза, оптимальні значення яких залежать насамперед від якісних показників води, що освітлюється.

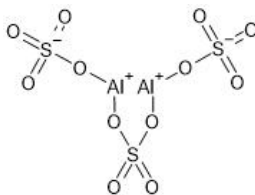


Рисунок 1 – Структурна формула сульфату алюмінію

Висновки. Застосування в процесі очищення води активованих розчинів коагулянтів дає змогу знизити дози реагентів, які використовуються під час очищення води, в середньому на 30% (сульфат алюмінію), без погіршення якості фільтрату, збільшити пропускну спроможність фільтрів у середньому на 40%, що дає змогу підвищити ефективність роботи всієї системи очисних споруд загалом. Отже, сульфат алюмінію, використовується не тільки як харчова добавка, а і як речовина для очищення вод.

Література

1. Ластухін, Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості: навч.посіб. / Ю.О.Ластухін: Львів: Центр Європи, 2009. - 836 с.

49. Перспективи застосування екстракту з насіння та шкірки авокадо в косметичній галузі

Олександр Дудчак, Михайло Мілюкін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Екстракт насіння авокадо – природний захист і відновлення. Екстракт, отриманий з насіння авокадо, є натуральним компонентом, багатим на вітаміни, антиоксиданти та інші активні сполуки. Завдяки унікальному складу цей екстракт має потужні захисні та відновлювальні властивості, що робить його ідеальним інгредієнтом для косметичних засобів, зокрема скрабів і масок для шкіри.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд літератури щодо ролі екстракту насіння авокадо як природного антиоксиданту в косметичних засобах для догляду за шкірою та порожниною рота.

Результати. Дослідження науковців [1-3] показали, що екстракт шкірки авокадо може замінити синтетичні консерванти в косметичних засобах, особливо в зволожувальних кремах. Метод екстракції Сокслета забезпечив вихід 23% за 3 години, а максимальний антиоксидантний потенціал – за 1,5 години. Екстракт продемонстрував антибактеріальну активність проти *Staphylococcus epidermidis* і *Staphylococcus aureus*, але не діяв на *Escherichia coli*. Окрім цього, насіння авокадо сприяють зменшенню гепатотоксичності, викликаній *циклоспорином А*, завдяки зниженню окисного стресу та пошкодження ДНК. Це робить екстракт насіння авокадо чудовим доповненням до скрабів та масок, допомагаючи шкірі боротися зі стресом, відновлювати захисний бар'єр і покращувати регенерацію. Антиоксиданти у складі екстракту уповільнюють старіння, а природні компоненти очищають і живлять шкіру.

Таким чином, екстракт авокадо – ефективний натуральний інгредієнт, що може замінити синтетичні добавки у косметиці. Автори [4] аналізують ефективність різних екстрактів та біоактивних речовин щодо пригнічення росту патогенних бактерій, що відкриває перспективи для розробки нових засобів гігієни ротової порожнини. Ними показано, що екстракт гвоздики виявив найвищу антимікробну активність, особливо проти *Streptococcus mutans* та *Candida albicans*, а Екстракт авокадо показав помірну ефективність, найбільше проти *Staphylococcus aureus* та *Enterococcus faecalis*, тому комбінація екстрактів мала найкращий загальний ефект, що підтверджує їхню синергетичну дію.

Література

1. Sustainability in Skin Care: Incorporation of Avocado Peel Extracts in Topical Formulations. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35335146/> (Last accessed 03.03.2025)
2. Valorization of avocado seeds with antioxidant capacity using pressurized hot water extraction. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9338084/>
3. Avocado seed discoveries: Chemical composition, biological properties, and industrial food applications. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9789361/> (Last accessed 03.03.2025)
4. Assessment of Antimicrobial Activity Against *Candida albicans*, *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus* and Cytotoxic Effect of the Mouthwash Prepared Using *Persea americana* and Clove - An In Vitro Study. S Dharini et al. *Indian J Dent Res*, 2025, URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40056060/> (Last accessed 03.03.2025).

50. Дослідження екстракту троянди фізико-хімічними методами

Ігорь Зеленін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Екстракти троянди мають широке застосування в різних галузях, зокрема у косметології, фармацевтиці та харчовій промисловості завдяки своїм антиоксидантним, антисептичним і зволожуючим властивостям. Троянда (*Rosa spp.*) містить багатий спектр біоактивних сполук, таких як флавоноїди, органічні кислоти, ефірні олії, вітаміни та мінерали, що обумовлюють її корисні властивості. Метою цього дослідження є проведення комплексного аналізу хімічного складу та фізико-хімічних характеристик екстракту троянди з використанням сучасних лабораторних методів, що дозволяє оцінити його потенціал для подальшого застосування у виробництві косметичних та фармацевтичних препаратів.

Матеріали та методи. Проведено аналіз літератури щодо характеристики екстракту троянди. Для вивчення хімічного складу використовували вискоєфективну рідинну хроматографію (HPLC) та спектрофотометрію для ідентифікації основних компонентів, таких як флавоноїди (кверцетин, рутин) та фенольні сполуки. Для оцінки антиоксидантної активності застосовували метод DPPH, що дозволяє виміряти здатність екстракту нейтралізувати вільні радикали, що є показником його антиоксидантної активності. Для вивчення молекулярної структури сполук у складі екстракту використовували інфрачервону спектроскопію (FT-IR).

Результати. Екстракт троянди отримували методом гідродистиляції з пелюсток та листя рослин, вирощених в контрольованих умовах. Хімічний аналіз екстракту троянди показав, що він містить значну кількість флавоноїдів, зокрема кверцетину (18,5%) та рутину (15,3%), а також фенольні сполуки, серед яких виділяється галова кислота (10,2%). Виявлено також присутність органічних кислот, зокрема аскорбінової кислоти (7,1%) та яблучної кислоти (4,8%). Спектрофотометричний аналіз підтвердив наявність широкого спектру поглинання в ультрафіолетовій та видимій частині спектра, що вказує на різноманіття біоактивних сполук у складі екстракту [1].

Антиоксидантна активність екстракту була значною, зниження концентрації DPPH радикалів на 80% при концентрації екстракту 1 мг/мл свідчить про високу здатність до нейтралізації вільних радикалів. Це підтверджує потенціал екстракту троянди як антиоксиданту, що може бути корисним у косметичних та фармацевтичних продуктах, орієнтованих на боротьбу з окислювальним стресом та старінням шкіри [1].

Фізико-хімічні властивості екстракту також вказують на його придатність для використання в якості активного інгредієнта в продуктах. рН екстракту становить 4.5, що свідчить про слабку кислотність і дозволяє використовувати його у продуктах для чутливої шкіри. В'язкість екстракту на рівні 0.0055 Pa·s вказує на його стабільність та легкість у використанні в кремах і мазях. Також було зафіксовано низьку щільність екстракту (1.03 g/cm³), що свідчить про його відповідність вимогам для виготовлення косметичних засобів [1].

Висновки. Екстракт троянди має значний потенціал завдяки високій антиоксидантній активності та багатому хімічному складу, що включає флавоноїди, фенольні сполуки та органічні кислоти. Він може бути використаний як активний інгредієнт у косметичних та фармацевтичних продуктах, орієнтованих на боротьбу зі старінням шкіри та захист від окислювальних стресів.

Література

1. Bąkowski, P., & Kowalczyk, A.. The chemical composition and biological activity of rose extracts. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2017, 7(2), 21-29.

Технологічні аспекти виробництва та застосування біометанолу

Катерина Ярчак, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Стрімка урбанізація та надмірне використання викопного палива призводять до викидів токсичних забруднювачів, що спричиняють екологічний дисбаланс. Екологічні проблеми змусили дослідників по всьому світу шукати альтернативні джерела енергії. Біометанол є одним із перспективних біопалив.

Матеріали і методи. Було проведено аналіз та систематизацію джерел літератури з метою подальшого використання у наукових розробках.

Результати. Метанол (CH_3OH) — це простий одноатомний спирт, що широко використовується як хімічна сировина та паливо. Він зазвичай виробляється шляхом синтезу з водню та оксиду вуглецю або як побічний продукт переробки природного газу. Однак із зростанням попиту на екологічно чисті джерела енергії все більше уваги приділяється біометанолу — альтернативному варіанту, отриманому з відновлюваної сировини. Біометанол виробляють з біомаси, відходів сільського господарства, лісової промисловості або біогазу, що робить його більш стійким варіантом у порівнянні з традиційним метанолом.

Виробництво біометанолу з відновлюваних відходів має потенційне застосування в автомобільній та промисловій галузях, що постачають паливо та енергію. Залежно від сировини, метанол може бути отриманий за допомогою різних процесів термохімічної та біологічної конверсії. Біологічний метод включає ферментацію біомаси або метану за участю спеціалізованих бактерій. Термохімічний метод передбачає газифікацію біомаси з утворенням синтез-газу, який потім за участі каталізаторів перетворюється на метанол. Виробництво і чистота синтез-газу під час виробництва біометанолу також впливають на вихід кінцевого продукту.

Біометанол має широке застосування в енергетиці та хімічній промисловості. Він використовується як паливо або паливна добавка. Є сировиною для виробництва формальдегіду, оцтової кислоти, метилтретбутилового ефіру тощо. Може застосовуватися у паливних елементах для генерації електроенергії.

Також, виробництво біометанолу характеризується низькими викидами CO_2 , високою енергетичною ефективністю та можливістю використання відходів біомаси як сировини. Його виробництво сприяє зменшенню залежності від викопних палив та забезпеченню енергетичної безпеки.

Висновки. Біометанол є перспективною альтернативою традиційним видам палива завдяки своїй екологічності, широкому спектру застосування та відновлюваним джерелам сировини.

Література

1. Sarangi, P.K., Nanda, S., Vo, D.V.N. Technological Advancements in the Production and Application of Biomethanol. In: Nanda, S., N. Vo, D.V., Sarangi, P. (eds) Biorefinery of Alternative Resources: *Targeting Green Fuels and Platform Chemicals*. Springer, Singapore. 2020. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1804-1_6
2. Shamsul, N.S., Kamarudin, S.K., Rahman, N.A. and Kofli, N.T., An overview on the production of bio-methanol as potential renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014. 33, pp.578-588

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. Актуалізація методів оцінки енергоефективності будівель в Україні: виклики та перспективи

Максим КРИВОШЕЄВ, Роман ГРИЩЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із найважливіших факторів, який визначає та спрямовує процеси, пов'язані з впровадженням енергоефективності в нових проектах будівництва, є вступ України до ЄС та відповідна гармонізація законодавства, будівельних норм і стандартів. Крім того, в 2021 році Україна поставила за мету реформувати енергетичний сектор і до 2030 року скоротити споживання енергії вдвічі.

Матеріали та методи. У дослідженні розглянуто методи розрахунку теплових втрат і теплонадходжень, які застосовуються в Україні та світі. Розглянуто нормативні документи, зокрема нові стандарти ДСТУ EN ISO 52016-1:2022 та ДСТУ CEN ISO/TR 52016-2:2022, а також міжнародні методи ASHRAE Heat Balance Method, RTS Method, CIBSE Admittance Method.

Результати та обговорення. Незважаючи на значний прогрес у сфері енергоефективності, в Україні досі офіційно використовується ДСТУ Б EN ISO 13790:2011, який регламентує методологію розрахунку енергоспоживання будівель. Про це свідчить остання редакція наказу №168 «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель» від 12 вересня 2023 року, якою затверджено Порядок проведення сертифікації енергетичної ефективності та форму енергетичного сертифіката з останніми змінами (від 11.07.2018 № 169) [1]. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 є застарілим, і його замінено в міжнародній практиці та в Україні на ISO 52016-1:2017, який пропонує більш точний підхід до оцінки сезонних та пікових навантажень. Стандарт враховує динамічні процеси теплообміну, теплову інерцію будівель і вплив змінних кліматичних умов. Використання застарілої методології в національному законодавстві створює кілька критичних проблем:

- Неточні розрахунки, які можуть призвести до невиправдано високих витрат на опалення та охолодження.
- Перешкоди для міжнародної інтеграції, що ускладнюють узгодження з сучасними світовими стандартами.
- Відсутність мотивації для впровадження передових технологій, оскільки старі методи не відображають справжній потенціал інноваційних рішень.

Практичний результат цього такий, що пікові та сезонні навантаження на опалення та охолодження зазвичай розраховуються із занадто великим резервом, що створює перешкоду для різних енергоефективних технологій через те, що їхній потенціал залишається невидимим.

Висновки. Сучасні нормативні документи в Україні все ще ґрунтуються на застарілій методології оцінки енергоефективності будівель, що створює низку проблем: неточні розрахунки, завищені резерви енергоспоживання та економічну неефективність впровадження сучасних технологій. Для забезпечення реальної енергоефективності необхідно переглянути підходи до методології розрахунків, запровадити актуальні міжнародні стандарти (зокрема ISO 52016-1:2017) та розширити систему моніторингу фактичних показників енергоспоживання будівель. Це дозволить підвищити точність оцінок, зменшити витрати та сприяти міжнародній інтеграції України у сфері енергоефективності.

Література.

1. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: (дата звернення: 24.02.2025).
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#Text>

2. Підвищення енергоефективності парового котла Buderus Logano SHD 815 WT-10000 за рахунок впровадження інноваційних рішень під час його модернізації

Андрій ЖУРАВЛЬОВ, Михайло МАСЛІКОВ

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення техніко-економічних показників роботи котельних установок, що використовуються в промислових котельнях підприємств для виробництва теплової енергії.

Методи досліджень. Методи контролю якості горіння; методика проведення комплексних еколого-теплотехнічних випробувань котла та інвентаризації викидів забруднюючих речовин; методика розрахунку основних техніко-економічних показників роботи котла.

Результати і обговорення. Ефективність роботи котлоагрегатів суттєво залежить від якісних показників систем управління процесом спалювання палива і систем автоматичного регулювання витрат повітря, що призначені для підтримки найбільш економічного режиму горіння в топці котла.

Впроваджена іновація під час модернізації парового котла Buderus Logano SHD 815 WT-10000 полягає у встановленні системи кисневого регулювання співвідношення палива і повітря на основі модуля керування W-FM-100 з додатковим встановленням обладнання, а саме: кисневого зонду Siemens QGO 20; енергоефективного електродвигуна з частотним перетворювачем на комбінованому пальнику; комбінованого зонду KS1-D.

Для оцінювання результатів модернізації проведені комплексні еколого-теплотехнічні випробування котла у діапазонах 25–100 % номінальної продуктивності. Основні результати випробувань:

- Коефіцієнт надміру повітря знаходиться у межах – 1,24 – 1,19 %, що допустимо для даного типу котлів.

- Втрати теплоти з вихідними газами – 3,81 – 4,16 %.

- Втрати теплоти з хімічною неповнотою згорання палива – 0,0004 %.

- Фактичні втрати теплоти від зовнішнього охолодження – 0,66 – 0,20 %.

- Усереднений показник ККД котла – 95,6 %.

Найбільш економічна експлуатація досягається за середньої потужності 75%–80%.

- Питома витрата умовного палива на вироблення 1 Гкал. теплоти – 149,22 – 149,53 кг.у.п./Гкал.

- Вміст шкідливих речовин не перевищував норм діючих нормативних документів.

Очікувана річна економія природного газу – 36000 м³/рік. Очікуваний прибуток – 612000 грн/рік.

Висновок. Модернізація парового котла Buderus Logano SHD 815 WT-10000 шляхом встановлення системи кисневого регулювання є ефективним і економічно обгрунтованим рішенням, яке дозволяє значно підвищити його енергоефективність, знизити викиди забруднюючих речовин і збільшити термін служби котла. Впровадження такої системи не тільки покращує економічні показники підприємства, але й допомагає знизити екологічний вплив на довкілля, що є важливим фактором у сучасних умовах розвитку енергетики.

3. Взаємодія інтенсифікаторів теплообміну з хвильовими процесами в парорідинному середовищі

Михайло НІТЧЕНКО, Володимир БОЙКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Інтенсифікація теплообміну у парорідинних потоках є актуальною задачею для енергетичних та промислових систем. Використання інтенсифікаторів дозволяє підвищити ефективність теплопередачі, проте їх взаємодія з хвильовими процесами в парорідинному середовищі залишається недостатньо дослідженою.

Матеріали та методи. Експерименти на спеціально обладнаній установці випарного апарату з можливістю регулювання режимів теплообміну та гідродинаміки.

Чисельні методи для аналізу режимів течії та визначення впливу хвильових процесів на ефективність теплообміну при різних конфігураціях інтенсифікаторів.

Результати і обговорення. Хвильові процеси на межі поділу фаз у протитечійних кільцевих потоках істотно впливають на ефективність теплопередачі. Елементи інтенсифікації модифікують амплітуду та частоту хвиль, що може підвищувати коефіцієнт теплопередачі залежно від режимів течії. Комплексне дослідження включає аналіз локальної турбулентності, що формується внаслідок специфічної геометрії та оптимального розташування турбулізаторів потоку. Оптимізація цих параметрів дозволяє досягти суттєвого підвищення інтенсивності теплообміну при мінімальних гідравлічних втратах.

Теоретичні розрахунки:

1. **Критерій Рейнольдса** для визначення режиму течії: $Re = \frac{\rho v d}{\mu}$,

де ρ – густина середовища, кг/м³; v – швидкість потоку, м/с; d – характерний розмір інтенсифікатора, м; μ – динамічна в'язкість, Па·с.

2. **Коефіцієнт теплопередачі** визначається за формулою: $\alpha = \frac{q}{(T_w - T_f)}$,

де q – тепловий потік, Вт/м²; T_w – температура стінки, К; T_f – температура середовища, К.

3. **Число Нуссельта** для оцінки ефективності теплопередачі: $Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$,

де α – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К); d – характерний розмір, м; λ – коефіцієнт теплопровідності середовища, Вт/(м·К).

4. **Коефіцієнт гідравлічного опору** для оцінки втрат тиску: $\xi = \frac{\Delta P \cdot d}{\rho v^2 / 2L}$,

де ΔP – перепад тиску, Па; L – довжина каналу, м; d – гідравлічний діаметр, м; ρ – густина середовища, кг/м³; v – середня швидкість потоку, м/с.

Завдання практичного дослідження: встановити кількісну залежність між геометричними параметрами інтенсифікаторів (форма, висота, крок розташування) та інтенсивністю локальної турбулентності, що визначає ефективність теплопередачі. Визначити критичні режими, за яких турбулізатори сприяють максимальному покращенню теплообміну без утворення надмірних гідродинамічних втрат.

Висновки. Отримані результати дозволять створити науково обґрунтовані рекомендації для розробки високоефективних конструкцій інтенсифікаторів теплообміну для застосування в енергетичних та промислових теплообмінних системах. Впровадження таких конструкцій потенційно підвищить продуктивність існуючих теплообмінних апаратів на 15-20% та покращить їхню енергоефективність при збереженні експлуатаційної надійності.

4. Вторинні енергоресурси технології пароконтактного сушіння жому в системі споживання теплової енергії цукрового заводу.

Олег СТОРОЖУК, Віталій ФІЛОНЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Фінансова та енергетична доцільність використання установки пароконтактного сушіння жому для цукрового заводу (ПКСЖ) обґрунтована відсутністю потреби в спалюванні палива. (Jensen,2007). Теплотехнологія ПКСЖ використовує для випаровування води з жомової стружки теплову енергію перегріву частини потоку енергетичної пари паросилового циклу, створюючи потік насиченої пари технологічних параметрів з випареної з жому води, т.зв. «жомо-пресової пари» (Рис. 1 доповіді). Теплотехнологія ПКСЖ генерує в теплову схему цукрового заводу значний обсяг двох вторинних енергоресурсів (ВЕР):

- у вигляді пари само випаровування конденсату енергетичної пари;
- у вигляді надлишкового для ТЕЦ високотемпературного конденсату «жомо-пресової пари», утилізація якого в системі конденсатного господарства заводу призводить до зменшення паропродуктивності випарної установки заводу і, зрештою, до перевитрати палива на виробництво цукру. (Філоненко,2024). Задачею дослідження є встановлення впливу обсягу ВЕР технології пароконтактного сушіння жому на енергетичну ефективність системи тепло споживання цукрового заводу.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є енерго-технологічний комплекс «Цукровий завод-ТЕЦ» в системі якого експлуатується ПКСЖ. Методами дослідження є паливно-енергетичні та теплові баланси об'єктів дослідження, використання показників енергетичної та теплової ефективності обладнання та систем та метод статичного моделювання об'єкту дослідження.

Результати і обговорення. На базі експериментального дослідження та математичного моделювання об'єкту встановлено кількісні закономірності впливу виробничої потужності ПКСЖ – $G_{\text{ПКСЖ}}$, т/год, на ряд експлуатаційних параметрів заводу, а саме:

- на зменшення паропродуктивності ВУ цукрового заводу – $W_{\text{ВУ}} = f(G_{\text{ПКСЖ}})$ (Рис. 2 доповіді).

- на збільшення витрати палива в ТЕЦ на виробництво цукру – $\Delta B_{\text{ТЕЦ}} = f(G_{\text{ПКСЖ}})$; (Рис. 3 доповіді).

- на збільшення номінальної випаровувальної здатності ВУ; – $W_{\text{ВУ}}^{\text{ном}} = f(G_{\text{ПКСЖ}})$; (Рис. 4 доповіді).

- на величину між експлуатаційного корпусного перепуску технологічної пари – $W_{\text{ВУ}}^{\text{ном}} = f(G_{\text{ПКСЖ}})$ (Рис. 5 доповіді).

Висновок. 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.

1. Jensen A.S. (2007). Latest developments in drying technology for beet pulp. *Sugar Industry / Zuckerindustrie* 132 № 10.- P.748-755.

2. Філоненко В.М. Ефективність пароконтактної сушарки жому в енергетичному комплексі «Цукровий завод – ТЕЦ» Наукові праці НУХТ, 2024, т.30, № 2.- С. 106-122.

5. Дослідження впливу когенераційних систем на стабільність локальних електромереж

Андрій ГЕРАСИМЕНКО, Віталій ФІЛОНЕНКО, Олександр СЕРЬОГІН
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Когенераційні системи відіграють важливу роль у підвищенні енергоефективності та стабільності локальних електромереж, особливо в умовах децентралізації енергетики. Завдяки локальному розташуванню когенераційних установок безпосередньо біля споживачів знижується навантаження на централізовані енергосистеми, що сприяє оптимізації розподілу електроенергії та підвищенню надійності її постачання.

Матеріали і методи. Для забезпечення належної роботи когенераційних установок у локальних електромережах важливим є узгодження їхнього функціонування з вимогами мережі. Це вимагає застосування сучасних інтелектуальних систем керування, таких як SCADA (системи автоматизованого керування) і IoT (Інтернет речей), які дозволяють моніторити та управляти параметрами роботи когенераційних установок у реальному часі.

Результати і обговорення. Однією з ключових переваг когенераційних систем є можливість регулювання потужності в локальних електромережах, що забезпечує їхню стабільну роботу навіть у випадках змінного або пікового навантаження. Загалом впровадження когенераційних систем у локальні електромережі сприяє підвищенню їхньої надійності, ефективності та енергетичної безпеки, що є особливо актуальним в умовах зростаючого попиту на електроенергію, розвитку розподіленої генерації та інтеграції відновлюваних джерел енергії. Переваги когенераційних систем включають значне покращення якості електроенергії. Завдяки здатності генерувати електричну та теплову енергію одночасно та локально, когенераційні установки забезпечують стабільність та чистоту електричної енергії, що надходить споживачам. Це дозволяє зменшити рівень гармонік і спотворень, які часто виникають при передачі енергії через великі відстані, та підвищити стабільність напруги, що особливо важливо для чутливих або критичних споживачів. Завдяки такій стабільності покращується якість електропостачання, що знижує ризики аварій та збоїв в роботі обладнання. Іншою важливою перевагою є підвищення надійності живлення критичних споживачів, таких як лікарні, підприємства з високою технологічною залежністю або інші установи, для яких безперебійне електропостачання є критично важливим. Когенераційні системи забезпечують можливість роботи в автономному режимі або як частина мікромереж, що дозволяє уникнути впливу великих аварійних ситуацій в основних мережах, підтримуючи безперебійне енергопостачання на локальному рівні [1, С. 59].

Висновок. Перспективи розвитку когенераційних систем пов'язані з інтеграцією відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні, вітрові або біоенергетичні установки, в комбіновані когенераційні комплекси. Така інтеграція дозволить значно знизити викиди парникових газів, а також забезпечити сталість постачання енергії за рахунок поєднання різних джерел, що можуть компенсувати один одного в разі нестабільності одного з джерел.

Література

1. Тульчинська, С. О., Чорній, Б. П. Виробництво та споживання електроенергії в Україні // Сучасні проблеми економіки і підприємництва. – 2016. – № 18. – С. 56–62.

6. Оптимізація режимів роботи когенераційних комплексів для підвищення енергоефективності

Андрій ГЕРАСИМЕНКО, Віталій ФІЛОНЕНКО, Олександр СЕРЬОГІН
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ефективне використання енергетичних ресурсів є одним із ключових завдань сучасної енергетики. Когенераційні комплекси, що забезпечують одночасне виробництво електричної та теплової енергії, дозволяють значно підвищити енергоефективність у порівнянні з традиційними системами генерації.

Матеріали і методи. Основними критеріями оцінки ефективності є коефіцієнт корисної дії (ККД), рівень енергетичних втрат та питомі витрати палива на виробництво одиниці енергії. Високий ККД означає, що система ефективно використовує паливо, тоді як високі енергетичні втрати сигналізують про необхідність удосконалення роботи установки.

Результати і обговорення. Один із ключових підходів до оптимізації – це адаптація режимів роботи залежно від навантаження. У реальних умовах енергоспоживання змінюється протягом доби та сезонів, тому важливо, щоб когенераційна система могла підлаштовуватися під поточний рівень споживання енергії. Це дозволяє уникати перевитрат палива та забезпечує стабільну роботу комплексу [1, С. 110]. Наприклад, математичне моделювання допомагає прогнозувати, як змінюватимуться параметри системи залежно від вхідних умов. Для розрахунків та моделювання широко використовуються програмні засоби, такі як MATLAB і Python. MATLAB дозволяє виконувати складні числові обчислення, будувати моделі та аналізувати їхню ефективність. Python, завдяки бібліотекам для аналізу даних (наприклад, NumPy, SciPy), використовується для автоматизації процесів оптимізації. Крім того, існують спеціалізовані програми, що розроблені саме для енергетичних розрахунків, які дозволяють визначати найкращі параметри роботи когенераційних установок. Таким чином, оптимізація режимів роботи когенераційних комплексів є комплексним завданням, яке поєднує математичне моделювання, алгоритми керування та сучасні програмні засоби. За допомогою математичних моделей аналізується, як змінюється ефективність роботи когенераційного комплексу при коливаннях споживання енергії. Наприклад, у споживача навантаження значно зменшується в нічний час, і правильне налаштування режимів дозволяє уникати перевитрат палива. Використання програмного забезпечення, такого як MATLAB чи Python, дає змогу розраховувати оптимальні параметри роботи та прогнозувати майбутні навантаження [2, С. 87].

Висновок. Оптимізація дозволяє адаптувати роботу систем до змін у навантаженні, забезпечуючи стабільність і економічну вигоду. У перспективі розвиток когенераційних установок буде пов'язаний із впровадженням відновлюваних джерел енергії, розширенням використання цифрових технологій, штучного інтелекту та систем автоматизованого управління. В умовах енергетичної трансформації когенерація залишатиметься важливим елементом децентралізованого енергопостачання, сприяючи стабільності електромереж та зменшенню залежності від викопного палива.

Література

1. Журавіський А. В., Яцейко А. Я. Оптимізація режимів електроенергетичних систем: навчальний посібник. – 2-ге вид., випр. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 140 с.
2. Методи оптимізації в електроенергетиці: навчальний посібник / за ред. В. П. Костенка. – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2019. – 150 с.

7. Моделювання процесів теплообміну в густих висококонцентрованих плівках розчинів в процесі випаровування з міжфазної поверхні

Олексій ПУСТОВОЙТ, Дмитро МАКСИМЕНКО, Валентин ПЕТРЕНКО
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Згущення цукрових та інших розчинів до високих концентрацій в плівках за ламінарного режиму руху супроводжується аномальним зростанням концентрації на міжфазній границі, що викликає стрімке падіння густини теплового потоку. Врахуванню ефекту пригнічення інтенсивності тепловіддачі внаслідок наявності прошарку з аномальним зростанням концентрації розчиненого компонента присвячене дане дослідження.

Матеріали і методи. Дослідження виконано на основі експериментальних даних, отриманих на модельній теплообмінній трубі діаметром 30 мм довжиною 4 м, нагрівання якої здійснювалось сухою насиченою парою. Модельна рідина – цукровий розчин нагрітий до температури насичення масовою концентрацією до 72%.

Результати та обговорення. Особливістю процесів теплообміну під час концентрування густих ламінарних, стікаючих по вертикальній поверхні плівок розчинів, є наявність в межах міжфазної поверхні висококонцентрованого прошарку, який, внаслідок дії фізико-хімічної температурної депресії, підвищує температуру кипіння, за якої відбувається випаровування з поверхні плівки. Концентрація розчиненого компонента на міжфазній границі $C_i = C(0, x)$ пропорційна швидкості випаровування і визначається з умови рівності потоку маси розчиненого компонента на міжфазній границі

$$D \frac{\partial C(0, x)}{\partial y} = - \frac{q}{r\rho} C(0, x).$$

Поле концентрацій в півці отримано з рівняння конвективної дифузії

$$u \frac{\partial C(x, y)}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C(x, y)}{\partial y^2},$$

а температурне поле – з рівняння конвективної

теплопровідності за параболічного профілю швидкості в перетині плівки

$$\frac{\rho g}{\mu} \left(\delta y - \frac{y^2}{2} \right) \frac{\partial t(x, y)}{\partial x} = a \frac{\partial^2 t(x, y)}{\partial y^2}.$$

На основі розв'язків наведених рівнянь отримані

концентраційне [1] та температурне поле в перетині плівки

$$C(\eta, \xi) = C_o + \frac{2J_m \delta}{\rho D} \sqrt{\frac{4\xi}{Pe_m}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp \left(-\frac{\eta^2}{\frac{16\xi}{Pe_m}} \right) - \frac{\eta}{2\sqrt{\frac{4\xi}{Pe_m}}} \operatorname{erfc} \left(\frac{\eta}{2\sqrt{\frac{4\xi}{Pe_m}}} \right) \right\},$$

$$\Theta(\eta, \xi) = \left[\frac{40}{7} \exp \left(-\frac{10}{Pe} \xi_m \right) - \frac{25}{7} \right] \exp \left(\frac{320}{7Pe} (\xi_m - \xi) \right) (\eta^2 - \eta) - \eta + 1,$$

де y, x – поперечна та повдовжня координати; $\eta = y/\delta$; $\xi = x/\delta$ – безрозмірні координати; t – температура; C – концентрація; J_m – поперечний масовий потік; D – коефіцієнт дифузії; q – густина теплового потоку; u – швидкість; δ – товщина плівки.

$$\Theta(\eta, \xi) = \frac{t(\eta, \xi) - t_o}{t_{cm} - t_o} - \text{безрозмірна температура.}$$

Висновки. Отримані залежності для температурного поля та концентрацій дозволяють розрахувати температурні градієнти на стінці та локальні коефіцієнти теплообміну за умови аномальної концентрації розчиненого компонента на міжфазній границі плівки розчину.

Література.

1. A.Bejian, A.Kraus, 2003. Heat Transfer Handbook, ISBN-0471-39015-1.

8. Особливості складного теплообміну через багат шарову огорожувальну конструкцію будівлі з тепловим впливом інсоляції

Володимир МАРТЕНЮК¹, Олександр НЕДБАЙЛО^{1, 2}

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна¹

Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Україна²

Вступ. Актуальною є необхідність врахування цілорічного теплового впливу інсоляції на складний теплообмін через огорожувальні конструкції будівлі задля покращення їхніх геометричних і теплотехнічних характеристик. Значення та напрям теплового потоку через оболонку будівлі в залежності від часу доби та пори року є відповідним технологічним чинником підвищення енергоефективності будівель.

Матеріали та методи. Основним методом досліджень є математичне моделювання з розв'язанням системи диференціальних рівнянь у частинних похідних з відповідними граничними умовами.

Результати. На основі розв'язання рівнянь математичної моделі нестационарного складного теплообміну методом прогонки для багат шарової комбінованої огорожувальної конструкції з повітряним прошарком вдалося розрахувати теплові інтегральні характеристики в залежності від орієнтації за сторонами світу та пори року [1].

Повітряний прошарок додатково призначений для підведення (відведення) теплоти, а також виконує теплоізоляційні функції (якщо він конструктивно закритий знизу та зверху). Теплофізичні властивості будівельних матеріалів кожного з шарів огорожувальної конструкції прийняті як сталі за даними виробників.

Дія інсоляції призводить до значних коливань температури зовнішньої поверхні огорожі протягом доби: від 7°C у холодний період року до 14°C у теплий період. Нехтування впливом сонячної радіації зменшує розрахункові визначальні значення температури внутрішньої та зовнішньої поверхонь, звужує прогностичний діапазон добових коливань температури зовнішньої поверхні до 1...5°C, а також спотворює кількісне теплосприйняття матеріалів. Мінімальні значення температури товщині стіни за поперечним розподілом по товщині стіни, звичайно, припадають на темний час доби. Якщо взимку вони мають свої найнижчі, в т.ч. від'ємні, значення протягом майже 12 годин на добу, то в інші години відбувається зміна знаку на протилежний протягом тривалого періоду, що призводить до накопичення теплоти в конструкції стіни.

Висновки. Якщо припустити, що зовнішня огорожувальна конструкція (з умовною висотою 3 м) є обмежувальною для об'єму внутрішнього приміщення шириною 6 - 7 м, то без урахування теплового впливу інсоляції можна розраховувати на річні питомі витрати теплоти на опалення приблизно 50 кВт·год/(м²·рік), що відповідає сучасним нормативним показникам у вітчизняному будівництві. При врахуванні річної теплоти сонячного випромінювання можна орієнтуватися на питоме споживання до 37 кВт·год/(м²·рік).

Література

3. Басок Б.І., Недбайло О.М., Божко І.К., Мартенюк В.О. Особливості аналітичного розрахунку параметрів теплопередачі через багат шарову огорожувальну конструкцію в нестационарному режимі. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. Т. 42, 2022. С. 46 – 51. DOI: 10.32347/2409-2606.2022.42.33-37

9. Дослідження термохімічної конверсії пелет лушпиння соняшника

Денис ГУЛЯЄВ, Людмила ГАПОНІЧ

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний стан розвитку світової та вітчизняної енергетики знаходиться на етапі суттєвої трансформації, основними рисами якої є залучення до виробництва теплової та електричної енергії відновлюваних джерел енергії та альтернативних палив, зокрема біомаси. Тому визначення закономірностей термічної переробки палив з біомаси є актуальним.

Матеріали і методи. Виконано дослідження термохімічної конверсії пелетів з лушпиння соняшнику (ЛС) при повільному нагріві до температур 800–850 °С при атмосферному тиску в повітряному середовищі методом термогравіметричного аналізу. Склад піролізних газів розраховано стехіометричним методом. Стехіометрична модель оснований на розрахунку констант рівноваги хімічних реакцій.

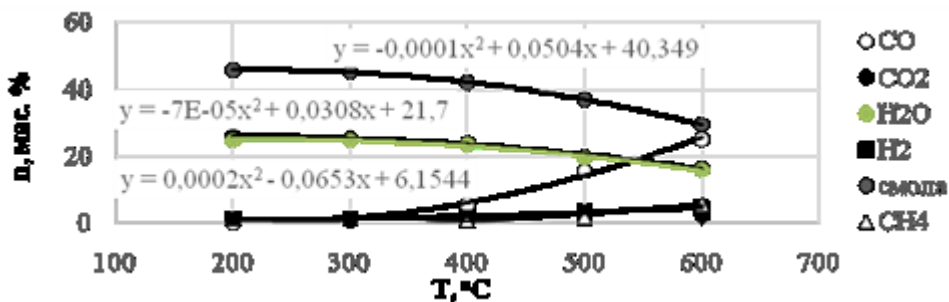
Результати і обговорення. Стадії термохімічної конверсії пелет ЛС наступні.

1. Внутрішньомолекулярна дегідратація з утворенням ангідроцелюлози (до 150–200°C): видалення фізично зв'язаної води; масова втрата: ~5–10%.

2. Піроліз (150–400°C): розклад геміцелюлози (150–280°C) – вироблення левоглюкозану, вихід CO, CO₂, H₂O; масова втрата: ~10–20%; розклад целюлози (300–400 °C) – велика кількість реакцій з розщепленням зв'язків C–C, C–O та радикальних реакцій з утворенням газів або летких сполук, переважно в результаті розкладання ангідроцелюлози – основна стадія утворення летких речовин, смоли, конденсованих вуглеводнів; масова втрата: ~40%; розрив глікозидних зв'язків целюлози (R–O–R, R-радикал) відбувається при температурах 300–500°C; початок розкладу легніну.

3. Піроліз та допалення КЗЗ: розклад лігніну (400–600°C): повільний розпад на феноли, смоли та газоподібні продукти; масова втрата: ~10–15%.

Процес термічного розкладання пелетів ЛС можна представити рівнянням: CH_{1,42}O_{0,53}N_{0,02}S_{0,002}Cl_{0,004} → коксовий залишок C_г+ леткі CH_{1,76}O_{0,66}N_{0,02} (CO; H₂; CO₂; H₂O; N₂; C_{1,16}H₄ (метановий еквівалент); смола C₆H_{6,2}O_{0,2}). Розрахований склад піролізних газів показано на рис.1.



Висновки. Виконано дослідження термохімічної конверсії пелетів з ЛС. Отримано склад піролізних газів стехіометричним методом.

Література

1. Haponych L., Topal O., Holenko I., & Kobzar S. (2024). Determination of the features of thermal decomposition of sunflower husk in a fluidized bed. *Vidnovluyana Energetika*, 2(77), 137-149, 137-149. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2024.2\(77\)](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2024.2(77))

10. Аналіз CO₂-викидів об'єкту з використанням BEM (Building Energy Modeling)

Дмитро ОСТАПЕНКО, Роман ГРИЩЕНКО, Андрій ФОРСЮК
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. BEM-моделювання (Building Energy Modeling) є важливим кроком на шляху досягнення цілей сталого розвитку, скорочення вуглецевого сліду, а також раціонального використання матеріалів і паливно-енергетичних ресурсів. Використання BEM дозволяє аналізувати й оптимізувати енергетичну ефективність будівель ще на етапі проектування, забезпечуючи гармонійний баланс між потребами людей, екологічними викликами та економічною доцільністю.

Матеріали та методи. IES VE (Integrated Environmental Solutions Virtual Environment) — це програмне забезпечення є одним із ключових інструментів для створення сталих і комфортних будівель. Використовує методи, такі як динамічне теплове моделювання, трасування променів для аналізу природного освітлення та обчислювальну гідрогазодинаміку (CFD) для моделювання потоків повітря. Енергетичне моделювання застосовує методи теплового балансу та зонування для точних прогнозів [1].

Результати та обговорення. У межах даного дослідження було проведено аналіз логістичного центру з холодильними камерами із загальною площею 15 592,5 м². Розрахунки виконувалися двома методами: аналітично (традиційними підходами) та за допомогою енергетичного моделювання (IES VE). У процесі аналізу класичні розрахунки враховували базові параметри будівлі, а результати були введені до програмного забезпечення для подальшого порівняння. Дослідження виявило суттєву різницю у результатах розрахунку викидів CO₂ між програмним забезпеченням IES VE (100 кг/м²·рік) та класичними методами (75 кг/м²·рік). При екстраполяції на загальну площу будівлі різниця становить 390 тон CO₂ щорічно, що еквівалентно спалюванню 145 тон природного газу. Понад половину цієї невідповідності (12,7 кг/м²·рік) можна пояснити недооцінкою операційних процесів та відповідного споживання електроенергії у традиційних розрахунках, що підкреслює необхідність застосування більш точних методів моделювання енергоспоживання.

Виявлена різниця має важливе значення для підприємств, орієнтованих на експорт до Європейського Союзу, де вуглецевий слід продукції стає критичним фактором ринкової конкурентоспроможності

Висновки. Виявлено розбіжності між традиційними методами розрахунку енергоспоживання холодильного логістичного центру та динамічним моделюванням у IES VE. Це створює ризики для компаній, орієнтованих на експорт до ЄС, де екологічні вимоги стають дедалі жорсткішими. Використання BEM програм дозволяє точніше оцінити енергоспоживання, інтегрувати відновлювані джерела енергії та мінімізувати ризик помилок у розрахунках.

Енергетичне моделювання будівель слід розглядати як стратегічний інструмент для оптимізації експлуатаційних витрат, підвищення ефективності будівель та їх декарбонізації. Погодинне динамічне моделювання забезпечує гнучкість у прогнозуванні сценаріїв роботи, що дозволяє адаптувати будівлю до змінних умов. Інвестиції в такі технології допоможуть підприємствам не лише відповідати сучасним екологічним стандартам, а й отримати конкурентну перевагу на міжнародному ринку.

Література:

1. IES Virtual Environment | the leading integrated suite for accurate whole building performance simulation. Available at: <https://www.iesve.com/software/virtual-environment> (Accessed: 07 March 2025).

11. Теплоомасобмінні процеси під час конденсації водяної пари з димових газів на поверхні водяної плівки

Андрій БІЛЕВИЧ, Валентин ПЕТРЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Використання теплоти конденсації водяної пари димових газів підвищує К.К.Д. котлів, підвищує ефективність спалювання палива.

Матеріали та методи. Дослідження процесів виконано на основі теоретичного моделювання процесів перенесення під час використання теплоти водяної пари димових газів з парогенераторів на нагрівання води в плівкових утилізаторах.

Результати та обговорення. В плівковому утилізаторі теплоти димових газів водяна плівка та димові гази рухаються в режимі проточечії зверху вниз. Відбувається конденсація водяної пари на поверхні плівки, тому концентрація газів на міжфазній поверхні перевищує концентрацію газів в потоці газів, а поле масової концентрації газу в паро-газовій суміші, що формується в процесі теплоомасообміну $C(x, y)$,

отримано з рівняння конвективної дифузії $u \frac{\partial C(x, y)}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C(x, y)}{\partial y^2}$,

з граничною умовою $D \frac{dC}{dy} \Big|_{y=0} = -\frac{q}{r\rho} C$, яка пов'язує теплові та масообмінні

процеси на міжфазній поверхні плівки.

Густина теплового потоку q залежить від коефіцієнта масообміну β_p та різниці парціальних тисків водяної пари на міжфазній поверхні P_i та в потоці газу P

$$q = \beta_p r (P - P_i).$$

З іншого боку має місце нагрівання водяної плівки, температурне поле в якій визначається рівнянням конвективної дифузії. Для ламінарної плівки

$$\frac{g \delta^3}{2 \nu a} (2\eta - \eta^2) \frac{\partial t(\eta, \xi)}{\partial \xi} = \frac{\partial^2 t(\eta, \xi)}{\partial \eta^2},$$

для турбулентної $\frac{8\delta}{7} \bar{u}(\eta)^{1/7} \frac{\partial t(\xi, \eta)}{\partial \xi} = \frac{\partial}{\partial \eta} (a + a_t) \frac{\partial t(\xi, \eta)}{\partial \eta},$

де η, ξ – поперечна та повздовжня безрозмірні координати для плівки, y, x – поперечна та повздовжня координати для паро-газового потоку над водяною плівкою; D – коефіцієнт дифузії газу в паро-газовій суміші; a_t – турбулентна температуропровідність в плівці рідини; δ – товщина плівки; ν – в'язкість.

Висновки. Наведені співвідношення являють собою основу математичної моделі процесів теплоперенесення від димових газів до водяної плівки. Розв'язанню наведеної задачі присвячена доповідь на науковій конференції.

12. Вплив стикових з'єднань теплоізоляційних панелей на теплонадходження до холодильних камер

Андрій ЛИТОВЧЕНКО, Олексій ПИЛИПЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проаналізовано відносно збільшення сумарних теплонадходжень до холодильних камер через стики сандвіч панелей та запропоновано методику оцінки такого зростання на базі тепловізійного дослідження огорожувальних конструкцій.

Матеріали та методи. Експериментальні дослідження технічного стану теплоізоляційних огорожувальних конструкцій проведені за допомогою тепловізорів фірм FLIR та TESTO різних моделей, а також термогігрометру Mastercool 52232. Результати вимірювань використовувалися для виконання аналітичного дослідження та подальшого формування висновків та рекомендацій.

Результати та обговорення. Більшість сучасних холодильних камер виготовляються із сандвіч панелей на базі різних теплоізоляційних матеріалів. В процесі експлуатації відбувається поступове зростання теплонадходжень через огорожувальні конструкції за рахунок недосконалості або неправильного виконання стиків панелей. Під час проведення енергетичних аудитів холодильних камер з використанням тепловізорів, переважна більшість дефектів теплоізоляційного шару виявляється саме у місцях з'єднання сандвіч панелей, про що свідчать зони із підвищеною температурою поверхонь. Для встановлення впливу виявлених недосконалостей на загальні теплонадходження до камер використано: результати тепловізійних досліджень, температури повітря камер, рівняння Ньютона-Ріхмана, геометричні розміри та призначення камер, технічні характеристики сандвіч панелей на основі теплоізолятора ППУ.

Аналізувалися холодильні камери різного призначення з теплоізоляційним матеріалом ППУ, габаритними розмірами 6×6×6 м, 6×12×6 м та 12×12×6 м. Для визначення проектних (ідеальних) теплонадходжень до охолоджуваних об'ємів приймалося що теплоізоляційний шар є безперервним та якісним. Для визначення реальних теплонадходжень прийнято що, температура у стиках сандвіч панелей на 1, 2, 3, 4 та 5 К вища за температуру повітря в камері (відповідно до результатів тепловізійних досліджень). Всі інші вихідні данні для розрахунку присмалися однаковими.

Результати обрахунків є наступними. Для камери зберігання заморожених продуктів площею 36 м² теплонадходження через огорожувальні конструкції у проектному режимі становлять 288 Вт. Збільшення температури поверхні швів між сандвіч панелями на вказані величини призводить до збільшення теплонадходжень на 1,5 %, 3,0 %, 4,5 %, 6,0 % та 7,5 % відповідно. Для камер площею 72 м² та 144 м² збільшення теплонадходжень складає 1,4 %, 2,8 %, 4,2 %, 5,7 %, 7,1 % та 1,3 %, 2,7 %, 4,0 %, 5,3 %, 6,7 % відповідно.

На базі досвіду вимірювань та аналітичних розрахунків запропонована методика визначення додаткових теплонадходжень до холодильних камер, яка базується на тепловізійному дослідженні внутрішніх поверхонь приміщення та визначення середньої температури поверхні стикових з'єднань панелей.

Висновок. Теплонадходження через огорожувальні конструкції зростають на 1,3 ÷ 7,5 % за рахунок зниженої теплопровідності стиків сандвіч панелей та залежать від температури поверхні стиків, розмір камери не має вирішального значення.

13. Розподіл температурних полів у повітрі холодильної камери з батарейним охолодженням

Андрій ПОСТОЄВ, Олексій ПИЛИПЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виміряні та проаналізовані температурні поля у холодильній камері зберігання охолодженого продукту з батарейним охолодженням. Рекомендовано місце встановлення датчика температури системи керування холодильною установкою.

Матеріали та методи. Експериментальні дослідження температурних полів виконані за допомогою термопар типу Т, перетворювачів сигналу фірми DCON та програми первинної обробки даних EZ Data Logger. Проведено аналіз експериментальних даних у вигляді графіків та визначено усереднену температуру повітря камери.

Результати та обговорення. Холодильні камери оснащені випарниками-батареями мають природну циркуляцію повітря, що ускладнює визначення місця розміщення датчика температури системи керування холодильною установкою.

Для визначення температурних полів використано: мідь-константанові термопари типу Т, первинні перетворювачі сигналу і-7018, вторинний перетворювач інтерфейсу і-75-20, програму збору та обробки даних EZ Data Logger фірми DCON. Всі термопари та первинні перетворювачі сигналу пройшли процедуру калібрування та мали абсолютну похибку в межах $\pm 0,22$ К. Розміщення термопар проводилося на відстані від стін 250 ÷ 300 мм у три шари по висоті (0,2, 1,0, 1,75 м). Результати вимірювань у стаціонарному режимі роботи холодильної камери наведено на рис. 1.

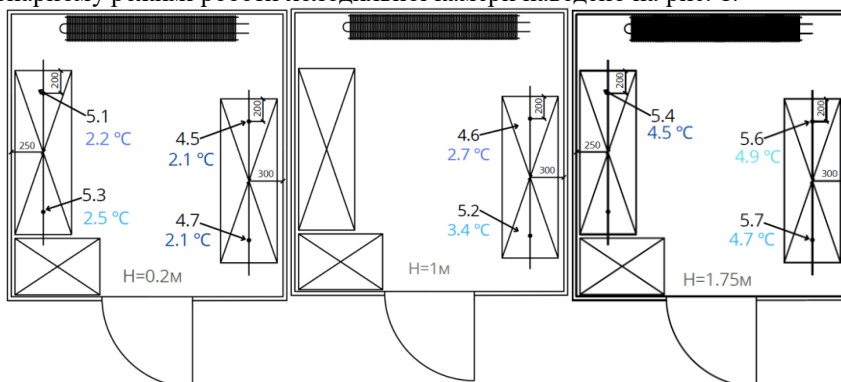


Рис. 1. Розподіл температур у охолоджувану об'ємі

Результати дослідження демонструють значний перепад температур повітря у об'ємі холодильної камери по висоті, від 2,23 °C на першому рівні до 4,7 °C на верхньому. В межах кожного рівня відхилення у показях температури знаходяться у межах похибки вимірювання. Різниця температур між першим та другим рівнями складає 0,5 К, тому найбільш доцільно проводити вимірювання температури не вище другого рівня.

Висновок. Розподіл температур у холодильних камерах з природної циркуляцією повітря є не рівномірним та має значне зростання ближче до стелі. Вимірювати температуру приладами автоматичного керування доцільно не вище 60 % від висоти камери.

14. Схемне рішення з використанням органічного циклу Ренкіна при проектуванні квартальних котельень нового будівництва

Дмитро МИХАЙЛИЧЕНКО, Олексій ПИЛИПЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглянуто варіант впровадження власної генерації електричної енергії на квартальній котельні тепловою потужністю 23,1 МВт з температурним графіком 116/70 °С.

Матеріали та методи. Аналітичний огляд інформаційних джерел. Аналіз результатів математичного моделювання проведеного за допомогою програми MatLab та модулю CoolProp.

Результати та обговорення. Розвиток будівництва в таких містах як Київ та Львів має суттєво виражений напрямок забудови по принципу «місто в місті». Така забудова вже не сприяє до влаштування на кожній будівлі дахової котельні, а передбачає приєднання або до існуючих теплових мереж міста, або будівництво власної квартальної котельні.

При влаштування власної квартальної котельні виникає питання забезпечення резервного електроживлення. Одним із альтернативних варіантів може бути використання блоку генерації електричної енергії за органічним циклом Ренкіна.

У пропонованій схемі передбачається влаштування додаткового теплообміннику-утилізатору для використання теплової енергії димових газів з температурою 228 °С після котла, без включення економайзера. При використанні блоку ORC в табл. 1 вказані параметри яких можливо досягти при утилізації теплоти з використанням зворотного теплоносія в якості охолоджувача для блоку конденсатору з температурою мережевої води 70 °С. Що збереже розрахункові технологічні параметри в температурі 72 °С на вході в водогрійний котел.

Таблиця 1. Показники використання ORC циклу на різних речовинах.

Параметр/Холодильний агент	R600a	R134a	R11	R32	R717
Температура на виході після турбіни блоку ORC, °С	182,61	196,96	95,9	211,29	103,4
Температура після випаровувача блоку ORC	72	72	72	72	72
Кількість згенерованої електричної енергії, кВт	220,25	133,29	408,2	34,98	316,37
Кількість утилізованої теплової енергії, кВт	3 147	3 147	3 147	3 147	3 147
Кількість відпущеної теплової енергії, кВт	2 782	2 922	2 480	3 075	2 628
ККД циклу, %	6,999	4,236	12,973	1,119	10,054

Як видно з табл. 1 оптимальними холодильними агентами для блоку ORC є R11 та R717. Проте, відповідно до екологічних та безпекових обмежень можливо використати R600a. Генерація електричної енергії на R600a становитиме 220 кВт, що дорівнює 86,6 % від електричної енергії власних потреб котельні (254,2 кВт).

Висновок. Впровадження електрогерегуючого блоку ORC за пропонованою схемою на одному з трьох котлів може забезпечити власні електричні потреби котельні від 86,6 % до 100 %, в залежності від обраного робочого тіла.

15. Перспективи заміщення природного газу

Денис КРАСИЛЬНИК, Наталія ІВАЩЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток ринку біометану задля посилення енергетичної незалежності – вкрай важлива задача, яка нерозривно пов'язана з вирішенням питань енергетичної безпеки країни. Країні потрібні альтернативні способи забезпечення енергетичного потенціалу.

Матеріали і методи. Аналіз наукової літератури та інформаційних електронних ресурсів щодо сучасної ситуації та перспектив розвитку заміщення природного газу біометаном.

Результати. Видобуток природного газу в Україні зростає попри повномасштабну війну, яка триває. Валовий видобуток природного газу у 2024 році становив 19,12 млрд куб і став найбільшим з 2019 року [1]. Державні компанії залишилися основним драйвером збільшення видобутку газу, в той час як приватні компанії все ще демонструють спад видобутку. Не дивлячись на гарний результат, з початку січня 2025 року Україна почала різко збільшувати імпорту газу після того, як серія російських ракетних атак зашкодила об'єктам газового сектору. По оцінкам експертів, що країні може знадобитися імпортувати близько одного мільярда кубометрів газу протягом поточного опалювального сезону.

Найбільша площа сільськогосподарських угідь у Європи, як потенціал сировини для виробництва біометану, сприятлива структура сільськогосподарських підприємств для виробництва та розвинена система газових мереж та потенціал виробництва в обсязі 35 млрд м³/рік у 2030 році робить біометан перспективним варіантом заміщення природного газу.

Розвиток біогазу/біометану в Україні (2024/2025)[2]		
Параметри	Біогаз	Біометан
Встановлена потужність, MW	140 (33 MW for LFG)	17 міл м ³ /рік
Кількість підприємств	85 (33 for LFG)	3
Довжина трубопроводів	33 400 км, 1390 газорозподільних станцій	

Враховуючи середню ціну на експортований біометан для Європи, очевидно, що виробництво біометану для внутрішнього ринку споживання не вигідно. **Вдосконалення умов в енергетиці та теплопостачанні (Закон № 4213-IX від 14.01.25) передбачає право недискримінаційного підключення до теплових мереж незалежних виробників теплової енергії, що має сприяти активному розвитку біоТЕЦ.** Це сприятиме заміщенню природного газу в теплопостачанні перенаправлення його в електроенергетику.

Висновок. Виробництво біогазу та біометану може сприяти вирішенню енергетичної кризи при використанні в теплоенергетиці.

Література

1. ExPro Consulting. URL: <https://expro.com.ua/en/tidings/ukraine-increased-natural-gas-production-by-22-to-1912-bcm-in-2024> (дата звернення: 03.03.2025).
2. Matveev Y., Vaskin R. Challenges and drivers for Ukrainian biogas sector development. <https://uabio.org/materials/biopart/> (дата звернення: 03.03.2025).

16. Роль штучного інтелекту та IoT у вдосконаленні холодильного обладнання

Коваль ЄГОР, Роман ГРИЩЕНКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Штучний інтелект та IoT удосконалюють холодильне обладнання, забезпечуючи оптимізацію енергоспоживання, автоматизацію, прогнозне обслуговування та підвищення ефективності роботи в реальному часі.

Матеріали і методи. Дослідження охоплює інтелектуальні алгоритми, IoT-сенсори та холодильне обладнання. Використано методи аналізу наукових джерел, моделювання енергоспоживання, тестування алгоритмів оптимізації, моніторинг роботи систем, а також експериментальні випробування для оцінки ефективності впроваджених технологій на основі зібраних реальних даних.

Результати. Важливість систем штучного інтелекту включає здатність вивчати функціональний зв'язок між вхідними та вихідними даними, приблизну точність неперервних функцій, прогнозувати невидимі лінійні/нелінійні дані та використовувати функції узагальнення та гнучкості точніше, ніж традиційні статистичні методи.

У результаті дослідження встановлено, що використання AI-алгоритмів та IoT-сенсорів у холодильному обладнанні знижує енергоспоживання системи на 18–25% залежно від умов експлуатації. Аналіз даних показав, що машинне керування холодильним обладнанням на основі штучного інтелекту зменшує ризик виводу його з ладу на 30%, що продовжує термін служби. Також завдяки використанню інтелектуальних алгоритмів можна адаптувати роботу компресора, зменшуючи частоту його увімкнення на 15%.

Системи штучного інтелекту моделюють і прогнозують програми розробки нелінійних часових рядів, розпізнають закономірності, класифікують і вирішують кластерні проблеми. Оптимальна температура зберігання продуктів підтримується з точністю $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ завдяки автоматизованим системам контролю, які підлаштовують необхідні параметри для кожного продукту.

Використанням IoT-сенсорів за базі штучного інтелекту дозволить передбачити поломки обладнання і уникнути псування продукції. Також завдяки IoT-системі можна контролювати показники тисків та температур в системі в реальному часі.

Висновки. Впровадження AI та IoT у холодильне обладнання знижує енергоспоживання, подовжує термін служби, оптимізує роботу системи та забезпечує точний контроль параметрів в реальному часі.

Література

1. D.S. Adelekan, O.S. Ohunakin, B.S. Paul (2022), Energy Reports, Artificial intelligence models for refrigeration, air conditioning and heat pump systems.
2. Waheeb Mukataash, Hussameddine Kabbani, Jochem Marc Massalt, Matthew Moscoso, Merari Mejia Robles, Tyler Yang, Charlie Nino (2024), Journal of Electronics Cooling and Thermal Control. Cooling High Power Dissipating Artificial Intelligence (AI) Chips Using Refrigerant

17. Розробка та дослідження роботи теплового насосу, використовуючи природний холодоагент CO₂

Дмитро ЖДАН

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні тенденції енергозбереження та зменшення негативного впливу на довкілля стимулюють розвиток теплових насосів із природними холодоагентами. CO₂ є екологічно безпечним холодоагентом із низьким потенціалом глобального потепління та високими термодинамічними характеристиками. Проте для ефективного впровадження таких систем необхідні детальні дослідження їхньої роботи в різних режимах. У цьому дослідженні розглядається можливість використання CO₂ у транскритичному циклі, що дозволяє підвищити енергоефективність систем опалення та кондиціонування і зменшити викиди парникових газів.

Матеріали та методи. Для дослідження використано аналітичний метод, математичне моделювання роботи теплового насоса та натурний експеримент. Наразі розробляється теплонасосна установка, що працюватиме в транскритичному режимі з холодоагентом CO₂. Основна увага приділена аналізу теплових характеристик випарника та газоохолоджувача.

Результати та обговорення. Проведений аналіз існуючих схем теплових насосів дозволив розробити оптимальну конструкцію установки з використанням CO₂. Очікується, що отримані експериментальні дані підтвердять ефективність роботи насоса при різних режимах. Зокрема, заплановано дослідити зміну коефіцієнта перетворення (COP) при використанні байпасу флеш-газу та рівномірний розподіл холодоагенту у випарнику. Також проводиться оптимізація параметрів роботи насоса, що дозволить мінімізувати енергетичні втрати та забезпечити стабільну роботу системи.

Висновки.

Розробка теплового насоса на основі CO₂ спрямована на створення енергоефективної та екологічно безпечної установки. Оптимізація параметрів експлуатації дозволить підвищити коефіцієнт перетворення та зменшити необоротні енергетичні втрати. Подальші дослідження включатимуть тестування експериментального зразка та розширення аналізу роботи системи за різних температурних умов.

18. Моделювання граничних гідродинамічних режимів в процесах конденсації пари на групі циліндричних струменів рідини.

Михайло КОРЧИНСЬКИЙ, Володимир БОНДАР

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведені та опрацьовані результати експериментального дослідження процесу конденсації пари з парогазової суміші на поверхнях вільностікаючих струменів рідини, які витікають через циліндричні розподільчі пристрої з метою моделювання граничних режимів руху парових та рідинних потоків.

Матеріали та методи. Досліджувався процес теплообміну при конденсації водяної пари на вільностікаючих струменях рідини, які витікають через циліндричні розподільчі пристрої в паровий простір.

Результати та обговорення. Одним із шляхів покращення експлуатаційних характеристик теплообмінних апаратів харчової промисловості та підвищення його енергоефективності є використання апаратів із безпосереднім контактом фаз. На сьогодні дослідження теплообміну для цього виду обладнання та визначення його гідродинамічних характеристик, в діапазоні змін параметрів рідинних та парових потоків, характерних для теплообмінних апаратів харчової промисловості проводилось дуже рідко, або взагалі не проводились. А сучасні методики розрахунку теплообмінних апаратів, внаслідок складності знаходження поверхні теплообміну струменів рідини, яка постійно руйнується і відхиляється від циліндричної, рекомендовано використовувати тільки для суцільних циліндричних струменів рідини. Внаслідок цього задача визначення суцільності струменів та моделювання поведінки струменів, в залежності від режимних параметрів течій досить актуальна. Проведення дослідження теплообміну під час конденсації пари на групі циліндричних вільностікаючих струменях рідини в паровий простір відбулося на кафедрі теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ. Встановлено, що зі зміною режимних параметрів потоків струменів рідини диспергувався та поверхня відрізнялась від циліндричної. Так із зміною параметрів потоків струмені коливалися, об'єднувалися між собою в пелену, далі руйнувалися та виносились з паровим потоком. Тому, на цьому етапі дослідження процесу конденсації пари на групі вільностікаючих струменів рідини, необхідно визначити межі існування суцільності рідинних потоків та спрогнозувати поведінку циліндричних потоків, в залежності від режимів руху рідини, тобто побудувати адекватну, фізично обґрунтовану модель, яка з високою точністю описує результати проведених теоретичних та експериментальних досліджень.

Висновки Отримані математичні моделі дозволять прогнозувати граничні гідродинамічні режими з врахуванням характеристик парових та рідинних потоків під час конденсації пари на групах циліндричних струменів рідини. Отримані результати моделювання необхідно враховувати під час проектування пароконтактного тепломасообмінного обладнання.

Література.

1. Теплообмін в парорідинних течіях теплообмінних апаратів харчових виробництв: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.18.12 / С.М. Василенко; Нац. ун-т харч. технологій. – К., 2003. – 38 с. – укр.
2. Василенко С. М., Шутюк В. В., Бондар В.І. Гідродинаміка окремих струменів рідини в апаратах з циліндричними розподільчими пристроями. Цукор України. – 2015. – № 11 (119).
3. Improving of thermohydraulic method for calculation of steam contact heat and mass exchange equipment//Volodymyr Bondar, Oleksandr Zaporozhets, Viktoria Sapiga/Ukrainian Journal of Food Science. 2023. Volume 11. Issue 2 – pp.122-133(Index Copernicus) DOI: 10.24263/2310-1008-2023-11-2-6

19. Дослідження процесів конденсації водяної пари з димових газів водогрійного котла при використанні теплоутилізаторів з оребренням

Богдан СОСЛЮК, Софія ОСТАПЕНКО, Володимир БОЙКО
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Додатково отримана теплота утилізації зменшує витрату природного газу на котел, а також дозволяє зменшити шкідливі викиди, які потрапляють в атмосферу після спалювання газу.

Однією із проблем, що перешкоджають розвитку утилізаційних технологій, є відмінність і складність методик розрахунку теплоутилізаторів димових газів із конденсацією водяної пари, проблема повноти використання теплоти конденсації водяних парів, а також проблема раціонального вибору типу і конструкції утилізатора..

Методи досліджень. У дослідженні були використані загальнонаукові і спеціальні методи.

Результати і обговорення. Дослідження тепломасообміну та аеродинамічного опору поверхонь з оребрених труб в умовах конденсації водяної пари з продуктів згорання планується проводити при широкому вар'юванні їх геометричних характеристик та швидкостей потоку. Для дослідження обрано теплоутилізатори, що улаштовані на основі чотирьохрядних теплообмінників, зібраної з біметалічних оребрених трубок, з несучою трубою з нержавіючої сталі зі спіральними алюмінієвими накатними ребрами. Довжина трубок у теплообміннику дорівнює від 0,66 до 1,11 м, коефіцієнт ребра $\phi = 11,79$. Трубки в пучку розташовані по вершинах рівносторонніх трикутників з поперечним кроком $s_1 = 42$ мм і поздовжнім - $s_2 = 36$ мм.

Необхідно визначити вплив на тепломасообмін та опір геометричних характеристик поверхонь та режимних факторів. Визначити кількісний зв'язок та вплив концентрації водяної пари на інтенсивність теплообміну, встановити оптимальний діапазон теплових та аеродинамічних характеристик оребрених поверхонь, що працюють в умовах крапельно-плівкової конденсації водяної пари на поверхні, розкрити механізм інтенсифікації теплообміну та характеру гідродинаміки потоку парогазової суміші при взаємодії його з високорозвиненою оребреною поверхнею.

Висновки. На базі проведених комплексних досліджень планується запропонувати нові узагальнюючі залежності для розрахунку тепломасообміну та аеродинамічного опору оребрених поверхонь, що розширює клас задач, присвячених конденсації водяної пари з продуктів згорання на теплообмінній поверхні, а їх результати є основою для розвитку сучасних методів розрахунків поверхневих конденсаційних апаратів

20. Вплив інтенсифікаторів теплообміну на хвильові процеси у парорідинному середовищі при протитечійному режимі

Михайло НІТЧЕНКО, Володимир БОЙКО

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Інтенсифікація теплообміну у парорідинних потоках є актуальною задачею для енергетичних та промислових систем. Використання інтенсифікаторів дозволяє підвищити ефективність теплопередачі, проте їх взаємодія з хвильовими процесами в парорідинному середовищі залишається недостатньо дослідженою.

Матеріали та методи. Експерименти на спеціально обладнаній установці випарного апарату з можливістю регулювання режимів теплообміну та гідродинаміки.

Чисельні методи для аналізу режимів течії та визначення впливу хвильових процесів на ефективність теплообміну при різних конфігураціях інтенсифікаторів.

Результати і обговорення. Хвильові процеси на межі поділу фаз у протитечійних кільцевих потоках істотно впливають на ефективність теплопередачі. Елементи інтенсифікації модифікують амплітуду та частоту хвиль, що може підвищувати коефіцієнт теплопередачі залежно від режимів течії. Комплексне дослідження включає аналіз локальної турбулентності, що формується внаслідок специфічної геометрії та оптимального розташування турбулізаторів потоку. Оптимізація цих параметрів дозволяє досягти суттєвого підвищення інтенсивності теплообміну при мінімальних гідравлічних втратах.

Теоретичні розрахунки:

1. **Критерій Рейнольдса** для визначення режиму течії: $Re = \frac{\rho v d}{\mu}$,
де ρ – густина середовища, кг/м³; v – швидкість потоку, м/с; d – характерний розмір інтенсифікатора, м; μ – динамічна в'язкість, Па·с.
2. **Коефіцієнт теплопередачі** визначається за формулою: $\alpha = \frac{q}{(T_w - T_f)}$,
де q – тепловий потік, Вт/м²; T_w – температура стінки, К; T_f – температура середовища, К.
3. **Число Нуссельта** для оцінки ефективності теплопередачі: $Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}$,
де α – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К); d – характерний розмір, м; λ – коефіцієнт теплопровідності середовища, Вт/(м·К).
4. **Коефіцієнт гідравлічного опору** для оцінки втрат тиску: $\xi = \frac{\Delta P \cdot d}{\rho v^2 / 2L}$,
де ΔP – перепад тиску, Па; L – довжина каналу, м; d – гідравлічний діаметр, м; ρ – густина середовища, кг/м³; v – середня швидкість потоку, м/с.

Завдання практичного дослідження: встановити кількісну залежність між геометричними параметрами інтенсифікаторів (форма, висота, крок розташування) та інтенсивністю локальної турбулентності, що визначає ефективність теплопередачі. Визначити критичні режими, за яких турбулізатори сприяють максимальному покращенню теплообміну без утворення надмірних гідродинамічних втрат.

Висновки. Отримані результати дозволять створити науково обґрунтовані рекомендації для розробки високоефективних конструкцій інтенсифікаторів теплообміну для застосування в енергетичних та промислових теплообмінних системах. Впровадження таких конструкцій потенційно підвищить продуктивність існуючих теплообмінних апаратів на 15-20% та покращить їхню енергоефективність при збереженні експлуатаційної надійності.

Prospects for using food waste as a renewable energy source

Liubov Stetsiak, Yuriy Khlibyshyn

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Introduction. Fossil fuel use is a major source of greenhouse gas emissions, increasing interest in alternative energy. Food waste has significant energy potential and can be used for biofuel production, requiring adapted technological solutions.

Materials and Methods. Analysis of scientific literature and electronic resources on food waste processing and biofuel production.

Results and Discussion. Food waste processing methods include fermentation, composting, and animal feed use. They can also be raw materials for biomaterials, bio-oil, and biofuels. Over 15 years, "green" fuel production has exceeded 60 million tons annually, with further growth expected. Bioethanol and biodiesel account for 90% of the global biofuel market, potentially reaching 10–30% of global energy consumption.

Biofuels are classified into two generations. First-generation (1G) biofuels include bioethanol from agricultural crops and biodiesel from vegetable oils, with up to 50% efficiency. Second-generation (2G) biofuels are derived from non-food raw materials, including Fischer–Tropsch GTL technology. Studies suggest their use, along with hydrogen from household waste, could cut greenhouse gas emissions by 84% by 2030.

Bioethanol (~1.5 billion L/year) is mainly produced from grains, but starchy waste such as molasses, potatoes, sweet sorghum, and Jerusalem artichoke are promising. For example, Jerusalem artichoke yields up to 83.2 L of ethanol per ton. Bioethanol production is hindered by slow processing and low yields. Acid hydrolysis at high temperatures is non-ecological, prompting the development of catalytic methods using silica gel-based catalysts for furan-2-aldehydes, levulinic acid, and alkyl glycosides.

Anaerobic biomass fermentation is an effective method to produce biogas, which can replace natural gas and serve as fertilizer feedstock. In Ukraine, biogas potential reaches billions of cubic meters annually. Anaerobic fermentation includes hydrolysis, acidogenesis, acetogenesis, dehydrogenation, and methanogenesis. Research also explores biohydrogen, liquid biofuels, biohumus, and chemicals.

Electrofermentation accelerates processes via electrocatalysis in microbial environments, overcoming redox potential limitations. Microbial fuel cells (MFCs) convert biomass into electricity using microorganisms as biocatalysts.

Conclusions. Food waste should be utilized for energy, fertilizers, biomaterials, and animal feed. Expanding electrofermentation and microbial fuel cell technologies is crucial for sustainability and resource efficiency.

References

1. Müller, M., et al. (2016). *Food waste as a renewable source of biofuels: Review of current methods and future perspectives*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 58, pp. 1569-1582.
2. Gómez, R. A., et al. (2018). *Technological advances in food waste recycling into biogas and bioethanol*. Waste Management, 74, pp. 58-68.

Leveraging Energy Models to Improve Retrofit Evaluation

Maksym Kryvosheiev, Roman Hryshchenko

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. One of the barriers to implementing various energy efficiency projects—particularly in building retrofits—is the uncertainty around measuring how effective the retrofit was and how efficient the investment proved to be. This challenge is especially relevant in the case of major modernizations, where it becomes difficult to assess improvements because the original, pre-retrofit conditions no longer exist.

Materials and Methods. The International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP®) [1] provides a standardized methodology that can reduce uncertainties in measuring energy savings. It offers a flexible framework applicable across various building types and project scopes to estimate both projected and realized energy reductions.

Results and Discussion. IPMVP® protocol outlines four approaches, labelled A, B, C and D for assessing and verifying the outcomes of energy efficiency projects [1]. The Option D involves the creation of a calibrated energy simulation model. The calibrated energy model approach enables a thorough examination of different energy conservation measures. As stated in the IPMVP®, Option D is most appropriate when: (a) the projected energy savings are substantial enough to warrant a more complex analysis such as whole energy modelling is; (b) establishing a reliable baseline using other options (A–C) proves challenging; or (c) the savings from specific energy conservation measures cannot be directly measured. The same approach is highlighted in [2] where presented in details a novel technology framework to support the estimation of the energy saving in building retrofits which is based on application of reduced order model technology. Building energy models can also be created during the design phase, not in case of retrofits only, either independently or as part of green building certification processes. However, they are sometimes developed exclusively to fulfil certification criteria, without being utilized as a practical tool for exploring optimal and energy-efficient design solutions. When such a model is used only for certification—but is developed with sufficient accuracy—it can be considered a "sleeping energy twin," ready to be activated if needed. Such needs will arise during future retrofits of buildings that are not highly energy-efficient—whether they already exist or are currently being constructed—as part of the ongoing transition toward carbon neutrality. The energy efficiency market already offers tools and services capable of reactivating these "sleeping twins," as illustrated here [3]

Conclusions. Energy models are a powerful tool for evaluating the performance of energy conservation measures in both existing—in such cases energy model should be calibrated—and newly designed buildings. These models can either be created specifically for retrofit analysis or adapted from previously developed design-stage models. Integrating these models into long-term asset management and retrofit strategies can enhance the accuracy of performance assessments, support investment decisions, and accelerate the transition toward low-carbon building stock.

References

1. EVO, 2016. Efficiency Valuation Organization, International Performance Measurement and Verification Protocol Core Concepts. Available online at: <https://evo-world.org/en/products-services-mainmenu-en/protocols/ipmvp>
2. Alessandro Piccinini, Magdalena Hajdukiewicz, Marcus M. Keane, A novel reduced order model technology framework to support the estimation of the energy savings in building retrofits, *Energy and Buildings*, Volume 244, 2021, 110896, ISSN 0378-7788, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110896>
3. IES. Awaken your Sleeping Digital Twin. <https://www.iesve.com/sleeping-digital-twin>

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. Ізволєнський

Нечітка система керування станом електротехнічного обладнання системи електрозабезпечення

Сергій Балюта, Людмила Копилова, Петро Зінкевич,

Дмитро Сінюков, Максим Жуков,

Максим Кондрашевський, Денис Жуков

Національний університет харчових технологій

Вступ. Для забезпечення надійності, гнучкості, адаптивності і економічності ефективного використання систем електрозабезпечення промислових та цивільних об'єктів застосовуються інтелектуальні автоматизовані системи керування станом електротехнічного обладнання (ІАСКСЕО).

Результати. Для забезпечення функціонування ІАСКСЕО запропоновані нечіткі моделі процесу прийняття рішень щодо стану промислового електротехнічного обладнання (ЕО), які враховують його основні параметри, показники електричної енергії, представлених різними типами даних, і методи їх обробки на різних ієрархічних рівнях системи електрозабезпечення. Нечіткі моделі надають причинно-наслідкові зв'язки між групами параметрів і інформацію щодо ситуацій прийняття рішень, повноту знань і забезпечують достовірність висновків про технічний стан ЕО.

Розроблена система ієрархічних змішаних продукційних правил на основі нечіткої логіки, що дозволяє приймати науково-обґрунтовані рішення щодо стану електротехнічного обладнання (ЕО) в умовах неповної та нечіткої інформації, підвищити компактність подання баз знань та обчислювальної ефективності системи.

При керуванні процесом експлуатації ЕО формуються сценарії використання ЕО і системи електрозабезпечення з використанням методів нечіткого ситуаційного керування [1] на основі технічного стану ЕО, що оцінюється із застосуванням методів інтелектуальної обробки, аналізу даних і прогнозування стану з використанням ШНМ. Для вибору сценарію експлуатації ЕО на основі достовірної оцінки його стану з урахуванням його фактичного (прогнозного) стану запропоновано використати метод дерев рішень та випадкового лісу.

Висновок. Запропоновані методи підтримки прийняття рішень оцінки стану ЕО систем електрозабезпечення шляхом отримання нечітких висновків методами нечіткої логіки на основі неоднорідних когнітивних моделей і системи ієрархічних змішаних продукційних правил. В результаті, підвищується оперативність персоналу у прийнятті рішень щодо оцінки технічного стану ЕО в умовах неповної та нечіткої інформації та формалізуються знання щодо технічного стану системи електрозабезпечення.

**Дворівнева автоматизована система керування зарядними станціями
для електромобілів з ФЕС та НЕ**

**Сергій Балюта, Людмила Копилова, Максим Жуков, Денис Жуков
Максим Кондрашевський, Петро Зінкевич, Дмитро Сінюков**

Національний університет харчових технологій

Вступ. Зростання кількості електромобілів в країні та потужності їх тягових акумуляторів обумовлює необхідність розвитку зарядної інфраструктури електромобілів. Великі одиничні потужності зарядних станцій (від 20 до 300 кВт) висувають великі вимоги до стійкості підключення до мережі: якщо контроль над процесами заряджання не реалізований, тоді сума максимальних потужностей усіх точок підключення транспортних засобів (електромобілів) може перевищувати допустимі значення потужності підключення сукупності (пулу) зарядних до точки мережі. Підвищення надійності та ефективності функціонування зарядної інфраструктури електромобілів може досягатися шляхом створення інтелектуальних систем керування зарядними станціями, використання фотоелектростанцій та накопичувачів енергії.

Результати. Запропонована дворівнева система керування пулом зарядних станцій, що забезпечує дотримання обмеження потужності електричної мережі у точці підключення, оптимальне оперативне керування навантаженням окремих зарядних станцій пулу зарядних станцій, ефективне використання ФЕС і НЕ. На нижньому рівні забезпечується динамічний контроль за процесом заряджання окремих транспортних засобів. На другому рівні системи керування контролюється електрична потужність, що споживається для уникання перевантажень трансформатора, визначається потужність від буферного накопичувача енергії (з урахуванням потужності від ФЕС) та визначається квота потужності для динамічного керування заряджанням зарядних станцій пулу.

Алгоритм керування заряджанням ЕМ на нижньому передбачає формування графіків зарядки ЕМ шляхом вирішення задачі оптимізації на основі значень потужності та часу зарядки, отриманих від ЕМ з урахуванням допустимих значень потужності від мережі та потужності (енергії) від НЕ. Алгоритм керування заряджанням верхнього рівня забезпечує вирішення задач ефективного використання ФЕС та мінімізації оплати за електричну енергію шляхом зарядки НЕ у часі мінімальних тарифів на ЕЕ.

Висновок Запропонована дворівнева система керування пулом зарядних станцій електромобілів, що надає можливість забезпечити ефективне використання потужності трансформатора, мінімізувати вартість електричної енергії і гарантувати пріоритетне навантаження від власних (регенеративних) систем генерації.

Система резервування енергії для об'єктів громадської інфраструктури

Довгич Олександр

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Надійність функціонування світлофорних об'єктів є критично важливою для забезпечення безпеки дорожнього руху, особливо в умовах аварійного відключення електроенергії. Традиційні джерела резервного живлення часто мають обмежений ресурс та неефективно використовують накопичену енергію. У зв'язку з цим актуальним є розроблення і встановлення системи резервування енергії на основі сучасних акумуляторних технологій та алгоритмів управління.

Матеріали і методи. У процесі розроблення системи було використано літій-залізо-фосфатні (LiFePO₄) акумулятори, які мають високу циклічну довговічність, а саме 6000 циклів, і стабільність роботи. Управління зарядом і розрядом здійснюється за допомогою інвертора з алгоритмом адаптивного регулювання енергоспоживання, що мінімізує втрати енергії. Дослідження проводилися шляхом моделювання режимів роботи світлофорів при різних рівнях навантаження та тривалості автономної роботи.

Результати та обговорення. Отримані результати демонструють, що система резервування енергії забезпечує безперебійну роботу світлофорних об'єктів протягом тривалого часу навіть у режимах високого навантаження. Інтелектуальна система управління сприяє оптимізації розподілу енергії, що позитивно впливає на загальну енергоефективність та економію ресурсів.

Впровадження системи збору даних і дистанційного контролю дозволяє мобільно реагувати на зміни у поведінці системи, коригувати параметри в режимі реального часу та запобігати можливим аварійним ситуаціям. Можливість миттєвого сповіщення у випадку критичних збоїв забезпечує додатковий рівень безпеки і дозволяє оперативно реагувати на надзвичайні ситуації, що є вирішальним фактором у підтримці безпеки міської інфраструктури.

Порівняння з традиційними методами резервного живлення свідчить про значні переваги запропонованої системи як у плані енергозбереження, так і в аспекті оперативного управління та моніторингу.

Висновки. Запропонована система резервного живлення для світлофорних об'єктів демонструє ефективність у забезпеченні безперебійної роботи міської інфраструктури в умовах знеструмлення. Використання сучасних акумуляторних технологій та оптимізованих алгоритмів управління дозволяє підвищити енергоефективність та довговічність системи. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію з відновлюваними джерелами енергії для підвищення автономності.

Література.

- 1) Petzl, M., & Danzer, M. A. (2014). "Nondestructive Detection, Characterization, and Quantification of Lithium Plating in Commercial Lithium-Ion Batteries." *Journal of Power Sources*, 254, 80-87.
- 2) Wang, J., & Sun, X. (2015). "Olivine LiFePO₄: The Remaining Challenges for Future Energy Storage." *Energy & Environmental Science*, 8, 1110-1138.
- 3) Митрофанова, О. Г., Шевченко, А. П. *Роль систем збереження енергії у стабілізації енергосистем України*. Електроенергетика та системи управління, 2021, №4, с. 5

Моделювання перехідних процесів в електроенергетичних системах

Роман Забава, Наталія Юнєєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дослідження перехідних процесів в електроенергетичних системах (ЕЕС), є необхідним для здійснення ефективного диспетчерського управління ЕЕС для забезпечення надійного електропостачання в складних умовах роботи ОЕС України.

Матеріали та методи. Найбільш точну картину електромагнітних процесів в ідеалізованій синхронній машині дають повні рівняння Парку-Горьова. Однак практичне їх застосування пов'язане з великими обчислювальними витратами, оскільки вимагає розрахунку з малим кроком, що визначається періодичною складовою струму ротора і аперіодичної складової струму статора.

Результати. Прийнята модель ЕЕС для розрахунків динамічної стійкості та довготривалих перехідних процесів передбачає, нехтування швидкопротікаючими електромагнітними процесами в електричній мережі та в ланцюгах статорів синхронних машин. Таке припущення призводить до того, що динаміка енергетичної системи описується виродженою системою.

$$\begin{aligned}\frac{dX_1}{dt} &= F_1(X_1, X_2, t), \\ F_2(X_1, X_2) &= 0\end{aligned}$$

де X_1 - вектор інтегрованих змінних, X_2 - вектор неінтегрованих змінних. Вектор-функція F_1 характеризує підсистему змінних, що визначаються чисельним інтегруванням диференціальних рівнянь, а F_2 описує квазістаціонарний електричний режим ЕЕС у кожний момент часу t . Найбільш простою моделлю синхронної машини, що враховує її динаміку при розрахунках електромеханічних перехідних процесів в ЕЕС, але не враховує у явному вигляді електромагнітні процеси та автоматичне регулювання збудження, є представлення машини постійної ЕРС $E_{см}$ за деякою реактивністю $X_{см}$. У цьому випадку перехідний процес машини описується лише рівнянням механічного руху ротора, який може бути записаний

$$\begin{aligned}\frac{ds}{dt} &= \frac{1}{T_j} \left(\dot{\delta}_i - \frac{P_y}{1+s} - k_{s0}s \right), \quad \frac{d\delta_E}{dt} = s, \text{ де} \\ P_y &= \frac{E_{см} U \sin(\delta_E - \theta)}{X_{см}}\end{aligned}$$

Тут U, θ - модуль і кут щодо осі відліку (наприклад, вектора напруги балансуєного вузла в розрахунку доаварійного режиму) вектора напруги на виводах машини; δ_E - кут ЕРС $E_{см}$ відносно тієї ж осі; k_{s0} - коефіцієнт демпфування, призначений для спрощеного врахування електромагнітних, а також інших демпферних моментів, пропорційних відхиленню абсолютної швидкості обертання ротора машини. Аналогічні члени з коефіцієнтами відповідно k_{sy} або k_s вводяться в рівняння механічного руху при розрахунку без урахування демпферних контурів або за їх урахуванням.

Висновки. Наведену модель реалізовано в програмному комплексі аналізу режимів ЕЕС, за допомогою якого здійснюється дослідження аварійних режимів ЕЕС, що є важливим для розробки подальших заходів забезпечення стійкості ОЕС України.

Моделювання електроенергетичних мереж із застосуванням програмного забезпечення Siemens PSS SINCAL

Максим Жуков, Денис Жуков, Петро Зінкевич, Людмила Копилова, Сергій Балюта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні енергетичні системи зазнають кардинальних змін, які відбуваються з високою швидкістю. Трансформується роль окремих джерел електроенергії, змінюються методи її генерації, передачі та розподілу. Децентралізація виробництва електроенергії ускладнює процес управління мережею, що вимагає використання сучасних інструментів аналізу та моделювання для забезпечення енергоефективних режимів функціонування.

Результати. Програмне забезпечення, розглянуте в цьому дослідженні, є потужним інструментом для моделювання та аналізу електромереж з метою оптимізації режимів їх роботи. Протягом 20 років програмне забезпечення PSS SINCAL, розроблене німецькою компанією Siemens, допомагає вирішувати широкий спектр завдань у сферах оптимізації розподілу, передачі та експлуатації промислових енергосистем. Програмне забезпечення PSS SINCAL широко використовується у більш ніж 100 країнах світу фахівцями з планування передачі та розподілу електроенергії, інженерами із захисту, операторами електростанцій, консультантами, IT-спеціалістами, дослідниками та іншими експертами у сфері енергетики. PSS SINCAL сприяє підвищенню надійності електропостачання, інтеграції розподілених джерел генерації, забезпечення функціонування електричних мереж і умовам невизначеності генерації електричної енергії від ВДЕ. Завдяки модульній архітектурі ця платформа підтримує всі етапи робочого процесу – від імпорту вихідних даних та моделювання мережі (з урахуванням минулих, поточних і прогнозованих станів) до проведення складних розрахунків, масштабних симуляцій та аналізу захисту в часовій і частотній областях. Функціональні можливості PSS SINCAL: аналіз усталених режимів роботи електромереж, розрахунок струмів короткого замикання, аналіз гармонік струму та напруги, оцінка стійкості енергосистеми, тестування сценаріїв аварійного відключення блоків та ліній електропередач, оптимізація компенсації реактивної потужності та планування розвитку мережі. Завдяки своїй модульній конструкції PSS SINCAL має високу гнучкість і можливість налаштування на широкий спектр функцій аналізу для планування, проектування та експлуатації енергосистем шляхом моделювання і визначення параметрів якості ЕЕ стабільності частоти напруги, взаємозв'язку розподіленої генерації, координації РЗА, відновлення потужності, економічні проектні рішення і багато іншого [1].

Висновки. Використання PSS SINCAL у проектуванні нових електроенергетичних систем або оптимізації існуючих значно підвищує ефективність моделювання та оптимізації режимів електромереж з ВДЕ. Широкий набір модулів та інструментів PSS SINCAL суттєво полегшує проведення технічних розрахунків і дозволяє значно скоротити час на їх виконання, що робить його незамінним інструментом для сучасної енергетики.

Література.

1. Шевченко, С. Ю., Д. О. Данильченко, Д. С. Кузнєцов, М. З. Кавакзех, і О. О. Мірошник. «Можливості використання програмного забезпечення PSS@SINCAL, ETAP, PowerFactory для моделювання електричних мереж». Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність, вип. 2 (5), Грудень 2022, с. 20-27, doi:10.20998/2224-0349.2022.02.09.

Моделювання автоматичних регуляторів частоти обертання турбін

Роман Кухарик, Наталія Юнєєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розрахунки динамічної стійкості та тривалих електромеханічних перехідних процесів вимагають врахування автоматичного регулювання частоти обертання (АРЧО) генераторів, тому їх адекватне моделювання є вкрай необхідним.

Матеріали та методи. АРЧО генераторів впливає на впуск у турбіну енергоносія і змінює механічний момент, що обертає, на валу агрегату. Зазвичай модель АРЧО поєднується з моделюванням турбін, а більш тривалих процесів – котлів, атомних реакторів, водоводів. Розрахунок процесів у тепловій частині енергоблока дозволяє знайти тиск пари в характерних точках структурної схеми турбоагрегату, що визначає витрату пари через циліндри турбіни і тим самим створюваний механічний момент.

Результати. Наведено найпростішу модель, що враховує динаміку АРЧО, яка може бути використана для опису регуляторів швидкості парових і гідравлічних турбін. Ця модель передбачає опис регулятора аперіодичною ланкою з еквівалентною постійною ланкою та стандартними обмеженнями на відкриття та закриття

$$\frac{d\mu}{dt} = \frac{1}{T_s} \left[-\frac{s}{\sigma} - (\mu - \mu_0) \right]$$

де T_s - еквівалентна постійна часу системи регулювання швидкості, с; σ - статизм регулятора, в.о.; s – ковзання (відхилення швидкості обертання від вихідної) агрегату, в.о.; μ - змінна, що характеризує відкриття регулюючих клапанів парових турбін або направляючого апарату гідротурбін, в.о.; μ_0 - початкове значення μ , відповідне вихідному встановленому режиму, в.о.

$$\mu_0 = \frac{P_{zo}}{P_{ном}} + M_{xx}$$

де P_{zo} – активна потужність генератора у вихідному режимі, МВт; $P_{ном}$ – номінальна потужність генератора, МВт; M_{xx} – потужність турбіни при холостому ході генератора, о.е. Залежність механічного крутного моменту, створюваного турбіною, приймається лінійною і в припущенні сталості тиску пари має вигляд:

$$M_m = (\mu - M_{xx}) \cos \varphi_{ном}$$

де $\cos \varphi_{ном}$ - номінальний коефіцієнт потужності генератора; M_m – механічний момент (в.о.), приведений до повної номінальної потужності генератора. За допомогою M_{xx} можна відобразити для парових турбін відбір пари на турбонасоси та теплофікаційні відбори, для гідротурбін – специфічний гальмівний момент, это существенно при стандартных ограничениях

$$0 \leq \mu \leq 1$$

Процес імпульсного розвантаження парових турбін через електрогідравлічний перетворювач можна змоделювати завданням функції зміни моменту турбіни у часі

Висновки. Порівняння результатів розрахунку перехідних процесів та зареєстрованих процесів зміни потужності енергоблоків при раптових небалансах активної потужності показали адекватність наведеної моделі АРЧО.

Моделювання автоматичних регуляторів збудження синхронних машин

Антон Кононенко, Наталія Юнєєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Автоматичне регулювання збудження синхронного генератора направлене на швидке гасіння коливань, що виникають після відновлення синхронної роботи електропередачі та сприяє поліпшенню стійкості режимів енергетичної системи.

Матеріали та методи. Напруга збудження, що прикладається до обмотки ротора синхронної машини, створюється системою збудження. До її складу входять: збудник (електрична машина постійного струму; електрична машина змінного струму з іонним або напівпровідниковим випрямлячем; перетворювач із трансформаторним джерелом живлення); автоматичний регулятор збудження (АРЗ); пристрої форсування збудження, розбудження та гасіння поля; пристрої захисту ротора від перенапруг та перевантажень; апаратура контролю та автоматики.

Результати. Типи систем збудження і АРЗ, що застосовуються на практиці, характеризуються великою різноманітністю. У програмі аналізу режимів складних електроенергетичних систем для моделювання АРЗ використовуються дві моделі: РБД (регулятор безперервної дії) та РФ (релейне форсування). Система АРЗ під час використання моделі РБД описується двома диференціальними рівняннями:

$$\frac{dU_f}{dt} = \frac{1}{T_g}(U_p - U_f), \quad \frac{dU_p}{dt} = \frac{1}{T_p}(U_{p.ox} - U_p)$$

де T_g - постійна часу збудника; T_p - постійна часу регулятора. У моделі РБД вхідний сигнал регулятора передбачається комбінований, що дозволяє враховувати і АРЗ сильної дії, і так зване високочастотне АРЗ (регулювання по струму ротора), і найпростіше струмове компаундування:

$$U_{p.ox} = U_{po} + b \frac{U_i - U_o}{U_{ном}} + b' \frac{U_i - U_{(i-1)}}{U_{ном} h_{пред}} + k'_{lp} \frac{I_{fi} - I_{f(i-1)}}{E_{qном} h_{пред}} + k_f s_i 50 + k' \frac{s_i - s_{(i-1)}}{h_{пред}} 50 + k_{lp} \frac{I_{fi}}{E_{qном}} + k_I \frac{I - I_o}{I_{ном}}$$

У моделі РБД передбачається врахування обмеження максимального струму ротора, яке виконують сучасні АРЗ, що може бути суттєво під час перевірки статичної стійкості динамічним методом, тобто шляхом розрахунку перехідного процесу за малих, але кінцевих збурень. Для цього обчислюється струм ротора (в масштабі ЕРС):

$$I_f = \psi_f - (x_d - x'_d)I_d$$

Модель РФ може бути врахована в моделі РБД у явному вигляді і може використовуватися самостійно як проста модель АРЗ при розрахунках динамічної стійкості. Модель РФ описується рівнянням

$$\frac{dU_f}{dt} = \frac{1}{T_{pф}}(U_{pф} - U_f)$$

Висновки. Виконані розрахунки перехідних процесів з врахуванням наведених моделей підтверджують їх адекватність, що сприяє подальшому дослідженню стійкості електроенергетичних систем при різних видах збурень.

Застосування програмного комплексу Siemens Digsì 5 для моделювання цифрових пристроїв релейного захисту SIPROTEC 5.

Максим Жуков, Денис Жуков, Петро Зінкевич, Сергій Балюта
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. За останні десятиліття релейний захист та автоматика систем електропостачання значно еволюціонували, пройшовши шлях від простих електромеханічних реле до сучасних мікропроцесорних пристроїв, які не лише виконують основні функції захисту, а й забезпечують широкий спектр автоматизованих завдань в системах керування електропостачанням та електроспоживанням.

Результати. Системи релейного захисту відіграють ключову роль у системах електропостачання діяльності енергетичних та промислових підприємств, а подальший розвиток релейного захисту спрямований на цифровізацію та інтеграцію у віртуальне середовище. Майбутнє релейного захисту пов'язане з апаратними засобами польового та станційного рівня, що є основою цифрових підстанцій нового покоління.

Одним із провідних рішень у сфері цифрового релейного захисту є пристрої серії Siprotec 5 від компанії Siemens. Ці високотехнологічні пристрої забезпечують вирішення широкого спектру завдань в електроенергетичних системах – від захисту та контролю джерел генерації електроенергії до електротехнічного обладнання передачі та розподілу електричної енергії в мережах різного класу напруги. Лінійка Siprotec 5 включає такі види захисту та керування електротехнічним обладнання: струмовий та дистанційний захист ліній; диференційний захист трансформаторів, двигунів і генераторів; управління вимикачами; пристрої синхронізації та реєстрації аварійних подій. Пристрої Siprotec 5 мають модульну архітектуру та працюють у поєднанні з потужним програмним інструментом Digsì 5.

Програмний інструмент (забезпечення) Digsì 5 надає користувачам гнучкі інструменти для підтримки всіх етапів роботи з релейним захистом – від проектування та вибору пристрою до його налаштування, введення в експлуатацію та тестування. Цей сучасний програмний комплекс дозволяє оптимізувати витрати протягом усього життєвого циклу пристрою, зберігаючи при цьому високий рівень безпеки та експлуатаційної надійності системи. Digsì 5 дозволяє моделювати топологію системи, налаштовувати апаратне забезпечення та комунікаційні мережі, встановлювати функціональні параметри релейного захисту та виконувати інші важливі завдання. Програмне забезпечення підтримує два режими роботи: 1. Офлайн-режим, у якому можна працювати з конфігурацією пристрою без фізичного підключення, редагувати налаштування та аналізувати збережені дані. 2. Онлайн-режим, що забезпечує безпосередню взаємодію з пристроєм Siprotec 5, дозволяючи завантажувати уставки та зчитувати поточні дані. Конфігурування здійснюється в офлайн-режимі, без необхідності підключення до пристрою Siprotec 5. Після налаштування всі дані можуть бути передані безпосередньо на пристрій через комунікаційну мережу. Обмін інформацією між Digsì 5 та Siprotec 5 базується на сучасних стандартах, таких як MEK 61850, та перевірених технологіях, зокрема Ethernet. Користувачі можуть працювати в обох режимах одночасно: редагувати налаштування проекту в офлайн-режимі та паралельно здійснювати моніторинг пристроїв у режимі онлайн.

Висновок. Таким чином, використання цифрових релейних систем та програмних засобів, таких як DIGSI 5, забезпечує підвищення ефективності та безпеки експлуатації, а також гнучкості електроенергетичних мереж.

АСОЕ «Енергоцентр»TM

Інна Губар, Юрій Чорний

Національний університет харчових технологій

Вступ. Автоматизовані системи комерційного обліку є комплексом технічних та програмних засобів для організації автоматичного обліку електроенергії та автоматизованим керуванням процесом електроспоживання.

Матеріали та методи. Програмне забезпечення для автоматизованого обліку енергоресурсів (АСУЕ) "Енергоцентр"TM – може використовуватися для комерційного та технічного обліку наступних ресурсів: електроенергія (промисловий та побутовий облік); вода; газ; пар; тепло; стоки; для оперативного контролю поточних параметрів споживання та віддаленого управління режимами роботи технологічного обладнання, взаємодії із системами управління підприємством та фінансовими програмами.

Система має такі можливості:

- дозволяє вести облік споживання енергоресурсів шляхом збору даних про параметри по кожній точці (групі) обліку із заданим періодом контролю (інтеграції);
- функціонує в автоматичному та ручному режимі;
- зберігає параметри обліку у базі даних;
- забезпечує багатотарифний облік споживання (відпустку) електроенергії (розбивка доби на тарифні зони);
- забезпечує контроль за дотриманням лімітів енергоспоживання;
- дозволяє вести єдиний системний час із можливістю його коригування;
- забезпечує відображення інформації про споживання енергоресурсів та моніторинг контрольованих систем на екранах комп'ютерів автоматизованих робочих місць (АРМ) у графічному вигляді та у вигляді таблиць;
- виводить розрахункові параметри на термінал та/або пристрій друку на вимогу оператора;
- забезпечує щоденний контроль працездатності засобів та приладів обліку електроенергії;
- забезпечує взаємодію з іншими подібними системами, АСКУЕ енергокомпаній та системами управління підприємством (білінгові системи, АСУ ТП, АСУ та ін.).
- наявністю WEB інтерфейсу перегляду даних та генерації звітної інформації.

Розробники також стежать за новими приладами обліку, які з'являються на ринку.

АСУЕ "ЕнергоЦентр" є багатомодульним комплексом. Така організація системи робить її більш простою та гнучкою у використанні як у великих розподілених середовищах, так і в одно користувальних версіях, а також дозволяє швидко та з мінімальними технічними витратами розширювати її функціональні можливості залежно від побажань користувачів.

Висновки. В результаті роботи системи знижується трудомісткість та вартість робіт зі збору, передачі, обробки та документування інформації; підвищується швидкість обробки інформації; досягається повнота, достовірність і оперативність інформації про різні параметри електроенергії, що відпускається і приймається; оптимізуються режими електроспоживання з урахуванням аналізу отриманих даних; знижуються комерційні втрати електроенергії.

Література.

1. https://www.asue.com.ua/page_info-2-1-0.html
2. https://www.asue.com.ua/page_info-4-1-0.html

**Аналіз типів нейронних мереж, що використовуються для прогнозування
електричного навантаження, з метою підвищення точності прогнозування**

Петро Зінкевич, Сергій Балюта

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Юлія Куєвда

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

Вступ. У цьому дослідженні здійснюється порівняльний аналіз штучних нейронних мереж з метою підвищення точності короткострокового прогнозування електроспоживання.

Результати. Штучний інтелект і нейронні мережі активно інтегруються в різні сфери життя, зокрема в енергетичну галузь. Одним із ключових напрямів підвищення ефективності промислового виробництва, забезпечення стабільності системи, управління попитом і фінансового планування є прогнозування електроспоживання, де особливу увагу приділяють короткостроковим прогнозам [1].

Можна виділити два основні підходи до прогнозування часових рядів на основі штучних нейронних мереж (ANN) – із застосуванням неглибокого і глибокого навчання нейронних мереж. До моделей, які найчастіше використовуються для неглибокого навчання (неглибокі моделі), належать багатоваріаційний перцептрон (MLP), радіально-базисна мережа (RBF), узагальнено-регресійна мережа (GRNN), а також нелінійні авторегресійні моделі (NARX, NAR). Водночас у сучасних дослідженнях усе більшу популярність здобувають моделі глибокого навчання (глибокі моделі) на основі рекурентних мереж (RNN), нейронних мереж із довгою короткостроковою пам'яттю (LSTM), згорткові мережі (CNN) та закриті рекурентні блоки (GRU).

Головна відмінність між неглибоким і глибоким навчанням полягає в кількості нелінійних трансформацій даних. Неглибокі моделі виконують лише кілька рівнів обробки, тоді як глибокі дозволяють виявляти складні закономірності та аналізувати часові ряди без необхідності ручного виділення ознак [2]. Проте, глибоке навчання потребує великої кількості даних та обчислювальних ресурсів.

Висновок. Особливістю часових рядів електроспоживання є наявність добової та тижневої періодичності, сезонних коливань, значного впливу метеорологічних, економічних та інших факторів. Проведений аналіз свідчить, що для прогнозування короткострокового електроспоживання доцільно розробити нові гібридні підходи до побудови нейронних мереж (комбінація глибоких та неглибоких моделей) [2], що дозволить врахувати особливості часових рядів, підвищити ефективність і точність прогнозу та позбутись недоліків окремих типів нейронних мереж.

Література

1. Зінкевич, П. О. Порівняльний аналіз методів короткострокового багатокрокового прогнозування електричного навантаження / П. О. Зінкевич, С. М. Балюта, Ю. В. Куєвда // Наукові праці НУХТ. – 2022. – Т. 28, №1. – С. 77-93
2. Pei, Shaoqian & Qin, Hui & Yao, Liqiang & Liu, Yongqi & Wang, Chao & Zhou, Jianzhong. (2020). Multi-Step Ahead Short-Term Load Forecasting Using Hybrid Feature Selection and Improved Long Short-Term Memory Network. *Energies*. 13. 4121. 10.3390/en13164121.

Особливості складного теплообміну через багатшарову огорожувальну конструкцію будівлі з тепловим впливом інсоляції

Володимир Мартенюк¹, Олександр Недбайло^{1, 2}

1 - National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

2 - Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Вступ. Актуальною є необхідність врахування цілорічного теплового впливу інсоляції на складний теплообмін через огорожувальні конструкції будівлі задля покращення їхніх геометричних і теплотехнічних характеристик. Значення та напрям теплового потоку через оболонку будівлі в залежності від часу доби та пори року є відповідним технологічним чинником підвищення енергоефективності будівель.

Матеріали та методи. Основним методом досліджень є математичне моделювання з розв'язаннями системи диференціальних рівнянь у частинних похідних з відповідними граничними умовами.

Результати. На основі розв'язання рівнянь математичної моделі нестационарного складного теплообміну методом прогонки для багатшарової комбінованої огорожувальної конструкції з повітряним прошарком вдалося розрахувати теплові інтегральні характеристики в залежності від орієнтації за сторонами світу та пори року [1].

Повітряний прошарок додатково призначений для підведення (відведення) теплоти, а також виконує теплоізоляційні функції (якщо він конструктивно закритий знизу та зверху). Теплофізичні властивості будівельних матеріалів кожного з шарів огорожувальної конструкції прийняті як сталі за даними виробників.

Дія інсоляції призводить до значних коливань температури зовнішньої поверхні огорожі протягом доби: від 7°C у холодний період року до 14°C у теплий період. Нехтування впливом сонячної радіації зменшує розрахункові визначальні значення температури внутрішньої та зовнішньої поверхонь, звужує прогнозний діапазон добових коливань температури зовнішньої поверхні до 1...5°C, а також спотворює кількісне теплосприйняття матеріалів. Мінімальні значення температури товщині стіни за поперечним розподілом по товщині стіни, звичайно, припадають на темний час доби. Якщо взимку вони мають свої найнижчі, в т.ч. від'ємні, значення протягом майже 12 годин на добу, то в інші години відбувається зміна знаку на протилежний протягом тривалого періоду, що призводить до накопичення теплоти в конструкції стіни.

Висновки. Якщо припустити, що зовнішня огорожувальна конструкція (з умовною висотою 3 м) є обмежувальною для об'єму внутрішнього приміщення шириною 6 - 7 м, то без урахування теплового впливу інсоляції можна розраховувати на річні питомі витрати теплоти на опалення приблизно 50 кВт·год/(м²·рік), що відповідає сучасним нормативним показникам у вітчизняному будівництві. При врахуванні річної теплоти сонячного випромінювання можна орієнтуватися на питоме споживання до 37 кВт·год/(м²·рік).

Література

4. Басок Б.І., Недбайло О.М., Божко І.К., Мартенюк В.О. Особливості аналітичного розрахунку параметрів теплопередачі через багатшарову огорожувальну конструкцію в нестационарному режимі. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. Т. 42, 2022. С. 46 – 51. DOI: 10.32347/2409-2606.2022.42.33-37

Використання покриттів з охолоджувальним ефектом в електроенергетиці

Володимир Романюк, Петро Зінкевич, Владислав Шпак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Атмосфера Землі має проміжок частот приблизно 8-13 мкм, який називають «інфрачервоним вікном». На цих частотах атмосфера не поглинає інфрачервоні промені, а пропускає їх через себе і також не випромінює теплову енергію.

Речовини, які випромінюють теплову енергію у вигляді інфрачервоного випромінювання на частотах «інфрачервоного вікна» можуть використовуватись для виготовлення покриттів. Об'єкти з таким покриттям будуть охолоджуватись нижче температури навколишнього середовища якщо поверхня об'єкта з цим покриттям буде спрямована в небо. Принцип дії таких покриттів заснований на випромінюванні теплової енергії у вигляді інфрачервоного випромінювання на частотах «інфрачервоного вікна» та на відбиванні сонячного випромінювання [1].

Такі покриття знайшли своє застосування в будівництві для нанесення на дахи та стіни будівель з метою охолодження приміщень та зменшення витрат на кондиціювання повітря всередині цих будівель. Однак вони також можуть використовуватись і в інших сферах, зокрема в електроенергетиці.

Матеріали та методи. Теоретичні методи наукових досліджень.

Результати. В наш час покриття з охолоджувальним ефектом використовуються в електроенергетиці та близьких сферах для охолодження електричних щитів та розподільчих пристроїв [2, 3].

Цю ідею можна розширити до безпосереднього використання цих покриттів на електротехнічному обладнанні, наприклад на трансформаторах та іншому обладнанні, що встановлюється на відкритих підстанціях для додаткового його охолодження, що сприятиме збільшенню надійності цього обладнання.

Іншим перспективним напрямком досліджень може бути використання покриттів з охолоджувальним ефектом на проводах повітряних ліній електропередавання (ЛЕП). Інтенсифікація процесу охолодження проводів повітряних ЛЕП дозволить збільшити допустимий струм проводів та відповідно підвищити пропускну здатність ліній.

Висновки. Покриття з охолоджувальним ефектом можуть широко застосовуватись в електроенергетиці для інтенсифікації процесу охолодження електротехнічного обладнання та проводів повітряних ЛЕП для підвищення ефективності та надійності електричних систем.

Список використаних джерел.

1. Wijewardane, S. (2022). Inventions, innovations, and new technologies: Paints and coatings for passive cooling. *Solar Compass*, 3–4, 100032. <https://doi.org/10.1016/j.solcom.2022.100032>
2. SRI INTERNATIONAL. (2025). *Self-Cooling Paint™ – A Passive Radiative Cooling Solution*. https://www.sri.com/fcd_technology/self-cooling-paint-a-passive-radiative-cooling-solution/
3. SPACECOOL INC. (2021?). Current thermal issues and solutions with SPACECOOL. <https://spacecool.jp/en/solution/outdoor-equipment/>

Аналіз факторів впливу на електромагнітну складову втрат в системах електрозабезпечення

Яків Кулініч, Олег Машенко, Володимир Шестеренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Суттєвим аспектом оптимізації модернізованої системи електрозабезпечення стане запровадження постійного контролю за рівнем втрат.

Матеріали та методи. Використовувались положення теорії автоматичного регулювання, фізичне та математичне моделювання процесів, методи багатокритеріального прийняття рішень, розроблення інформаційної моделі.

Результати та обговорення. Електромагнітна складова визначається зростанням втрат енергії та зменшенням терміну служби електрообладнання. В ЛЕП з'являються додаткові втрати енергії та напруги. В кабельних лініях прискорюється старіння ізоляції, збільшується кількість пошкоджень за рахунок зростання амплітуди напруги. В ЛЕП надвисоких напруг зростають втрати на корону. В трансформаторах збільшуються втрати в обмотках та в сталі. Скорочується термін служби ізоляції. Струми нульової послідовності, що циркулюють в обмотках, з'єднаних трикутником, можуть перевантажити ці обмотки. Дуже чутливі до вищих гармонік всі елементи системи електрозабезпечення. Вищі гармоніки призводять до збільшення втрат в статорі та роторі електромашини. Додаткові втрати потужності підвищують температуру машини, з'являються локальні місця перегрівання. Особливо чутливі до вищих гармонік двигуни з фазним ротором. В асинхронних машинах з'являються додаткові моменти на частотах вищих гармонік. Ці моменти можуть призвести до відчутних вібрацій двигуна.

Втрати в асинхронних двигунах, зумовлені ν -ою гармонікою :

$$\Delta P_{\nu} = 3 I_{\nu}^2 r_{\nu}$$

$$r_{\nu} = r_{CT\nu} + r_{POT\nu}$$

Де: $r_{CT\nu}, r_{POT\nu}$ - активний опір статора та приведений активний опір ротора на частоті ν - ої гармоніки. З урахуванням поверхневого ефекту

$$r_{cm\nu} = r_1 \sqrt{\nu}$$

$$r_{pom\nu} = r_{pom1} \sqrt{\nu \pm 1}.$$

Для струмів ν -ої гармоніки, що створює систему прямої послідовності, береться знак плюс, для зворотної послідовності – знак мінус.

Додаткові втрати в трансформаторах

$$\Delta P_{T\nu} = 3 \sum_{\nu=2}^N I_{\nu}^2 r_2 K_r$$

Де: I_{ν} - струм ν -ої гармоніки; r_2 - опір зворотної послідовності трансформатора;

K_r - коефіцієнт, що враховує поверхневий ефект.

Додаткові втрати в ЛЕП

$$\delta \Delta P_{lep} = \left(3I_1^2 + 3I_2^2 + 1.41 \sum_{\nu=2}^{\infty} \sqrt{\nu} I_{\nu}^2 \right) r - \Delta P_s$$

Де: ΔP_{lep} - втрати в ЛЕП у симетричному та синусоїдному режимі.

Висновки. Загальноприйнятим підходом до запровадження постійного контролю за рівнем втрат є нарощування інформаційної інфраструктури та поступовий перехід до концепції інтелектуальних електричних мереж *Smart Grid*.

Аналіз впливу відновлюваних джерел енергії на електричне забезпечення

комунальних будівель

Владислав Данилюк, Олександр Серьогін, Ігор Ізволєнський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

На сучасному етапі розвиток сонячної енергетики в Україні є одним із ключових напрямів реформування вітчизняного енергетичного сектору, що задекларовано в низці стратегічних документів, зокрема Національному плані дій з відновлювальної енергетики до 2030 року та Енергетичні стратегії України до 2035 року. Необхідність залучення електроенергії, згенерованої з сонячного випромінювання, до загального енергобалансу країни обумовлена дефіцитом власних викопних паливно-енергетичних ресурсів, залежністю від їх імпорту, збільшенням негативного впливу традиційної енергетики на навколишнє природне середовище, необхідністю виконання міжнародних зобов'язань в рамках членства України в Європейському Енергетичному Товаристві та Паризькій кліматичній угоді.

Основним бар'єром на шляху динамічного розвитку вітчизняного сектору сонячної енергетики залишається потреба в значних фінансових ресурсах для реалізації інвестиційних проєктів з будівництва сонячних електростанцій. Тому пошук можливих варіантів їх залучення набуває особливої актуальності.

Незважаючи на значну кількість публікацій та досліджень, присвячених проблемам відновлювальної енергетики, більшість із них спрямована на визначення загальної ситуації на ринку та технічним проблемам галузі. Дослідженням впровадження технологій енергозбереження, альтернативних джерел енергії та сонячної енергетики в Україні займалися такі вчені, як: Б.Басок, О.Башта, Є.Борщук, Б.Буркінський, В.Ільєсов, А.Касич, В.Мікловда, Д.Нестеров, С.Савчук, Л.Товажнянський, А.Фризоренко, Л.Шевчук.

Відповідно до мети наукового напрямку були поставлені такі завдання:

- дослідити теоретичні основи розвитку відновлюваних джерел енергії;
- проаналізувати сучасні тенденції розвитку сонячної енергетики у світі .
- провести аналіз нормативно-правового забезпечення, та законодавчого регулювання щодо впровадження промислової СЕС на даху адміністративної будівлі;
- оцінити потенціал використання сонячної енергетики в Україні;
- розрахувати вартість генерації електроенергії, згенерованої сонячною електростанцією, чинний рівень «зеленого» тарифу та термін окупності інвестиційного проєкту;
- дослідити економічні, екологічні та соціальні вигоди від реалізації проєкту сонячної електростанції.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в обґрунтуванні доцільності встановлення відновлюваних СЕС, що дає можливість підвищити ефективності енергозабезпечення об'єкта

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що встановлення та експлуатація дахових СЕС в структурі енергозабезпечення локального об'єкта дозволяє зменшити споживання електричної енергії та викидів CO² в атмосферу.

**Резервування потужності енергосистеми в комунальному господарстві з
відновлюваних джерел енергії.**

Олександр Селехман, Ігор Изволенський, Олександр Серьогін
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Проблема комбінованого використання відновлюваних джерел енергії в комунальному господарстві разом з акумуляторними батареями та резервним джерелом живлення стала відчутною протягом останніх двох років саме на території України. Немає одного чітко визначеного принципу підбору такого роду електричної станції, що дає поле для великої кількості різноманітних технічних рішень, які базуються на різному підґрунті.

У сучасному світі, питання використання відновлюваних джерел енергії набуває все більшого значення в контексті збереження природних ресурсів та боротьби зі зміною клімату. Два основних гравці в цій області - сонячні та вітрові електростанції, представляють собою потужний рушій у напрямку створення сталого та екологічно чистого енергетичного майбутнього.

Метою даної наукової роботи є встановлення параметрів комплексної електростанції для забезпечення власних потреб споживача на основі відновлюваних джерел енергії. Науковий напрямок забезпечується перетворенням енергії відновлюваних джерел в комплексній системі з блоком накопичення та резервним джерелом. Режимні параметри комплексної системи з блоком накопичувачем та резервним джерелом дозволяють створити автономну систему енергозабезпечення.

Методи дослідження дозволили створити програми розрахунку балансу потужностей в програмному забезпеченні MATLAB та робота з отриманим балансом з урахуванням вартості ключових елементів системи, що розраховується.

Нашими дослідженнями удосконалено метод енергетичного узгодження обладнання та устаткування для реалізації комбінованих систем за рахунок врахування специфіки покриття навантаження різними відновлюваними джерелами.

Практичне значення нашої наукової роботи дозволило отримати програмний продукт дослідження енергетичного балансу системи на основі графіків покриття споживання та генерації даної системи та надання чіткого співвідношення різних джерел енергії в одній системі з урахуванням їх технічних та економічних особливостей.

**Оцінювання впливу відновлюваних джерел енергії малої потужності з
накопичувачами енергії на формування балансів електричної енергії в
комунальному господарстві**

Михайло Кузнецов, Ігор Ізволєнський, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Електроенергетична система України - це сукупність електростанцій-генераторів та споживачів що з'єднані між собою мережами та загальним режимом роботи. Графіки добового споживання і генерації електроенергії Об'єднаної Енергосистеми (ОЕС) України є досить нерівномірними. В той же час існує дефіцит так званих «маневрених» генеруючих потужностей, що можуть працювати в діапазоні потужностей тим самим приймаючи участь у регулюванні частоти енергосистеми так як з точки зору собівартості електроенергії «базові» блоки атомних електростанцій (АЕС) як правило працюють на одному стабільному рівні (технологічно складно, небезпечно та економічно недоцільно змінювати виробіток в часі). Загалом рівень маневреної генерації не перевищує 9%. В той же час економічні стимули для будівництва домашніх і промислових вітрових електростанцій (ВЕС) та сонячних електростанцій (СЕС) в Україні є одними з найпривабливіших у світі, що на фоні стійкої тенденції зниження вартості енергії, одержуваної від поновлюваних джерел, забезпечило їх бурхливе будівництво і проектування. Головною ж особливістю роботи ВЕС та СЕС є погана прогнозованість їх потужності навіть в короткостроковій перспективі та стохастичний режим роботи з можливістю швидких змін потужності, а також значні відмінності графіків виробництва ними електроенергії у різні, навіть суміжні розрахункові періоди.

Метою наукового дослідження є оцінювання впливу відновлюваних джерел енергії на структуру генерації в загальному балансі ОЕС України.

Для досягнення цієї мети вирішувалися наступні завдання:

- проведення аналізу нормативно-правового забезпечення, щодо формування балансів потужності;
- аналіз режимів генерації ВЕС та СЕС, визначення ефективності їх роботи;
- розробка прогнозних добових балансів потужності на 2020 рік, з врахуванням розвитку ВДЕ;
- визначення граничних умов інтеграції ВДЕ до балансу потужності на 2020 рік
- удосконалення методу формування прогнозних балансів потужності в розрізі доби із врахуванням встановлених закономірностей розвитку ВДЕ.

Практичне значення нашої наукової роботи було визначення прогнозних рівнів розвантаження АЕС за умови використання в добових балансах потужності максимальної прогнозовної величини встановленої потужності ВЕС та СЕС дозволить завчасно вжити можливих заходів щодо коригування річних графіків ремонтів та паливних компаній для блоків АЕС.

Визначення прогнозних граничних величин встановленої потужності ВЕС та СЕС, що забезпечить максимально можливу генерацію АЕС та прогнозних величин погодинного гарячого резерву для в умовах повної прогнозовної генерації АЕС, ВЕС та СЕС дозволить реально оцінювати довгострокові можливості ОЕС України щодо інтеграції до структури своєї генерації ВДЕ та завчасно вжити всіх необхідних заходів задля її успішності.

Оцінка ефективності використання геліосистем для підвищення рівня екологічної безпеки.

Андрій Титаренко, Олександр Серьогін, Ігор Изволенький, Юрій Чорний

Основним джерелом для виробництва теплової та електричної енергії в теперішній час є органічне паливо, використання якого передбачає викиди у атмосферу продуктів згорання, які викликають небезпечні глобальні екологічні наслідки (наприклад, парниковий ефект). З урахуванням дефіциту паливно-енергетичних ресурсів, який гостро відчувається в усьому світі, а також у зв'язку зі зростанням вартості виробництва електроенергії на теплових та атомних електричних станціях, та посиленням вимог екологічного та соціального характеру, актуальною залишається проблема вдосконалення енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Крім того, енергетичні об'єкти є систематичним джерелом забруднення атмосферного повітря, що стимулює дослідження спрямовані на розробку прогресивних екологічно безпечних енерготехнологій.

Метою нашого наукового дослідження є пошук шляхів зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище за рахунок підвищення ефективності роботи геліосистем в системах гарячого водопостачання та опалення.

Відповідно до поставленої мети було вирішено такі наукові напрямки=

- провести аналіз сучасного стану екологічних проблем в енергетичній галузі та шляхів їх вирішення;
- провести оцінку перспективності використання геліосистем в системах гарячого водопостачання та опалення;
- провести порівняльний аналіз наявних технологічних рішень реалізації геліосистем;
- проаналізувати вплив різних факторів на ефективність роботи геліосистем в системах гарячого водопостачання та опалення;
- запропонувати напрямки підвищення ефективності роботи геліосистеми через удосконалення наявних і створення нових конструкцій геліосистем.

Предметом нашого дослідження були методи та засоби підвищення ефективності діючих геліосистем в системах гарячого водопостачання та опалення. В результаті розроблені процеси отримання теплової енергії в системах гарячого водопостачання та опалення з використанням відновлюваних джерел. В наукових дослідженнях використано статистичні методи обробки і зведення статистичних даних та математичні методи розрахунку показників ефективності роботи геліосистем.

Основні положення та висновки нашого дослідження і результати роботи доповідалися на Науково-технічній конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій «Сучасні технології у промисловому виробництві».

Modeling of power system regime disturbances

Maksym Mastrukov, Nataliia Yunieieva

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Accidents simulation helps to evaluate the effectiveness of the developed algorithms, and also provides an opportunity to conduct repeated experiments with different parameters to improve the emergency control algorithms.

Materials and methods. The software package provides disturbances modeling that are taken into account when calculating dynamic stability and can set the conditions for triggering emergency automation (EA) using a certain coding protocol. First, the type of disturbance is selected (short circuit, shutdown of generators, load, power lines), then the time of its implementation, and at a given time point, the necessary changes in electrical parameters are made (through the disturbance processing software block according to the features). It is possible to create sequences of disturbances that correspond to different scenarios of the development of accidents for modeling the action of emergency automation, and write them to the library. The possibility to combine the disturbance file and the file of the given automation model is provided for convenience when calculating the transient mode of the electric power system. The following algorithms for specifying (Fig. 1) and implementing (Fig. 2) disturbances and EA to take them into account when calculating the transient mode are proposed

Conclusions. Disturbance modeling contributes to the creation of adequate models of electric power systems for the study of transient regimes that arise in various emergency situations for the subsequent prompt elimination of their consequences.

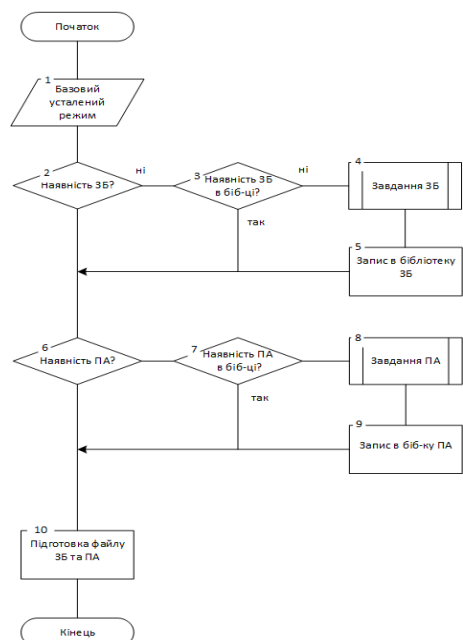


Fig. 1. Algorithm for specifying disturbances and EA

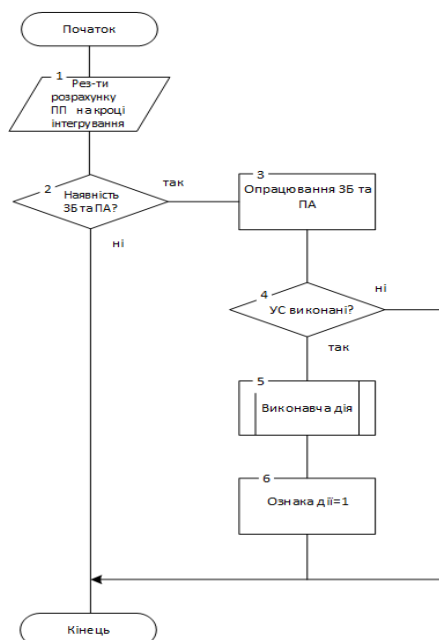


Fig. 2. Algorithm of the action of disturbances and EA

18.3.

Electrical engineering and electrical systems

Chairperson – professor Oleksandr Mazurenko

Secretary – Дмитро Коломієць

18.3.

Електротехніка і електричні системи

Голова – професор Олександр Мазуренко

Секретар – Dmytro Kolomiets

1. Доцільність прогнозування генерації електроенергії мереживними СЕС на сучасному етапі функціонування систем електропостачання

Микола Маслій, Микола Федоренко, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових технологій

Вступ. Об'єктом дослідження були обрані методи прогнозування генерації електричної енергії сонячними електростанціями. Обґрунтовано доцільність якісного та своєчасного точного прогнозування генерації електроенергії мереживними СЕС на сучасному етапі функціонування систем електропостачання.

Матеріали та методи. Оскільки перетворення сонячної енергії у фотоелектричних перетворювачах залежить від багатьох факторів, то предметом дослідження було обрано порівняння точності прогнозування генерації електричної енергії сонячними електростанціями з урахуванням впливу різних факторів на результат прогнозування. Для досягнення результатів прогнозування були використані наступні методи дослідження:

1. Аналіз вже існуючих рішень та методів прогнозування генерації електричної енергії СЕС.

2. Аналіз переваг та недоліків існуючих методів прогнозування генерації електричної енергії СЕС.

3. Аналіз різних бібліотек, призначених для реалізації обраних методів.

Результати. Забезпеченню стабільної роботи енергосистеми наразі важливе місце відводиться прогнозуванню виробництва електроенергії за рахунок альтернативних джерел. Через нестабільний характер генерації електроенергії на сонячних електростанціях точне передбачення їх продуктивності наперед дозволяє підвищити ефективність використання таких джерел і зменшити витрати на виробництво електроенергії. Ґрунтовний аналіз і дослідження проблематики прогнозування генерації електроенергії з альтернативних джерел показав, що основною метою досліджень має бути створення ефективних моделей прогнозування та оцінка їхньої точності. Для цього використовувалися сучасні методи аналізу даних, зокрема машинне навчання. На основі даних про генерацію електроенергії були побудовані прогностичні моделі, включаючи нейронні мережі ANN NARX, ANN NAR і три моделі на основі ANFIS.

Результати показали, що модель ANFIS із Grid Partitioning (з 2 термами) виявилася найбільш точною, демонструючи значення RMSE 0.2257 % для тестових даних. Залучення додаткових параметрів, таких як дані про генерацію попереднього дня ($t-n$), дозволяє підвищити точність цієї моделі. Для моделей ANN NARX і ANN NAR також виявлено, що збільшення обсягу вхідних даних (наприклад, включення даних за останні два роки) покращує якість прогнозування. Отримані результати підкреслюють важливість використання альтернативних джерел енергії в сучасному світі, а запропоновані моделі сприяють оптимізації виробництва та зменшенню залежності від традиційних джерел.

Дослідження також висвітлює перспективи подальших робіт, зокрема вдосконалення моделей для врахування додаткових факторів, які впливають на генерацію електроенергії. Загалом, розроблені моделі прогнозування є ефективними інструментами для оптимізації енергетичних процесів і сприяють сталому розвитку.

Висновок. Результати цієї роботи роблять вагомий внесок у вирішення питань енергетичної безпеки та можуть слугувати основою для подальших досліджень у цій галузі.

2. Державне регулювання використання СЕС в системах електропостачання в умовах сьогодення

Андрій Дорошенко, Дмитро Юрченко, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових технологій

Вступ. В умовах повномасштабної агресії використання в системах електропостачання джерел відновлювальної енергетики стало особливо актуальним, а їх впровадження потребує невідкладних законодавчих змін.

Матеріали та методи. Наразі порядок дій учасників ринку електричної енергії та постачальників послуг комерційного обліку під час продажу та обліку електричної енергії, виробленої генеруючими установками активних споживачів, і розрахунків за неї регламентується Постановою від 29 12 2023 р. N 2651 зі змінами і доповненнями, внесеними постановою Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики і комунальних послуг, від 26 11 2024 р. N 1993. [1]

Результати. За результатами моніторингу роботи сучасної СЕС в системах електропостачання розглянуто актуальні питання продажу та обліку електричної енергії, виробленої активними споживачами, та розрахунків за неї. Постанова від 05.10.2022 № 1272 «Про затвердження Змін до Правил роздрібного ринку електричної енергії» змінила правила функціонування домашніх СЕС за «зеленим» тарифом. [2]. До набрання чинності цією постановою на одному домогосподарстві можна було встановлювати СЕС потужністю до 30 kW, причому в однієї фізичної особи могло бути декілька таких об'єктів генерації. Після ухвалення даної постанови було запроваджено нове обмеження - сумарна потужність усіх СЕС на одну фізичну особу не може перевищувати 30 kW. Таке рішення спричинило низку проблем для активних споживачів, поділивши їх, «де факто», на дві категорії:

I – власники, які ще до 24.02.2022 почали будівництво другої СЕС, але із-за війни воно затягнулося, і господарі не встигли ввести об'єкт в експлуатацію до 05.10.2022 року. У такій ситуації багатьом власникам СЕС довелося переобладнати цю станцію під власне споживання;

II – господарі-спадкоємці, які вже мали у власності одну СЕС, але оформлювали ще одну станцію передану у їм спадок. Спочатку вони чекали завершення процедури вступу в спадщину, потім переоформлювали договір із постачальником універсальних послуг (ПУП), і, зрештою, зіткнулися з тим, що держава більше не викупує «зелену» електроенергію в споживачів такої категорії.

У подальшому відбулася реформа "зеленої" енергетики - було прийнято Закон щодо стимулювання розвитку енергоринку [3]. 30 червня 2023 р. Верховна Рада ухвалила Закон про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та зеленої трансформації енергетичної системи України, який, серед іншого, передбачає створення механізму самовиробництва, що дає змогу споживачам встановлювати генерацію для власних потреб, а решту неспожитої електроенергії продавати своєму постачальнику [4]. Постановою від 29 грудня 2023 року № 2651 НКРЕКП затвердила Порядок продажу та обліку електричної енергії, виробленої активними споживачами, та розрахунків за неї [5].

Відповідно, з 1 січня 2024 року з'явилася можливість підключити другу СЕС за механізмом «самовиробництво». Приватні домогосподарства та малі не побутові споживачі можуть продавати відпущену електроенергію своєму ПУП за ціною, що склалася на ринку «на добу наперед» у розрахунковому періоді (годині), якщо не використовуються установки зберігання енергії. Якщо ж приватне домогосподарство,

яке працює за механізмом самовиробництва, застосовує УЗЕ, то відпуск електроенергії, виробленої та/або накопиченої в цих установках, здійснюється також за ціною, що склалася на ринку «на добу наперед», але не вище тарифу, за яким постачальник універсальних послуг продає електроенергію побутовим споживачам.

Постановою № 632 від 31.05.2024 року Кабінет Міністрів України встановив для всіх жителів України єдину фіксовану ціну на електроенергію - 4,32 УАН/(kW·h) незалежно від обсягу споживання. За наявності двозонних лічильників з 23:00 до 7:00 - 2,16 УАН/(kW·h) [6]. Тобто, якщо домогосподарство використовує УЗЕ, тоді тариф РДН обмежується рівнем 3,60 УАН/(kW·h), що з урахуванням 20 % ПДВ відповідає відпускному тарифу для населення 4,32 УАН/(kW·h).

Актуальні ціни ринку «на добу наперед» (РДН) публікує «Оператор ринку» [7]. Наприклад, на 10.03.2025 року вони були такими (табл.1):

Таблиця 1. Ціни ринку «на добу наперед» (РДН) проягом дня 10.03.2025 року

Час доби, h	6–7	7–8	8–9	9–10	10–11	11–12
Ціна за 1 MW×h, УАН	5600	6900	6900	4100	3450	1878
Час доби, h	12–13	13–14	14–15	15–16	16–17	17–19
Ціна за 1 MW×h, УАН	350	450	2350	3000	5600	9000

Більшу частину року, починаючи з 17:00, СЕС практично не виробляє електроенергію. Саме в цей час настає піковий період споживання, коли ціна на РДН спершу зростає до 5600 УАН, а потім — до 9000 УАН. Цікаво, що якщо СЕС не обладнана УЗЕ, то з 16:00 вона ще може реалізувати електроенергію за 5600 грн, хоча й недовго, адже захід сонця 10.03.2025 припадає на 17:54. При ціні РДН у 9000 УАН СЕС уже не встигає нічого виробити. Також із 7:00 до 9:00 спостерігається суттєва генерація, і в цей ранковий піковий період можна продавати електроенергію за 6900 УАН. Натомість, якщо встановлено дорогу установку зберігання енергії (УЗЕ), то з 8:00 до 9:00 вже не вдасться продавати електроенергію за 6900 УАН, а після 16:00 — за 5600 УАН, оскільки її вартість обмежуватиметься рівнем 3600 УАН/(MW·h).

Висновок. Звідси випливає певний парадокс та відсутність відповідальності з боку посадових осіб: у період, коли енергосистема переживає пікове навантаження і споживачі могли б допомогти балансувати мережу за допомогою власних УЗЕ, їхню ціну продажу штучно обмежують ціною 3600 УАН. Тобто без УЗЕ в ранковий та вечірній піковий період можна принаймні трохи продати електроенергію дорожче, тоді як у полудень доводиться віддавати все за безцінь. А з УЗЕ з одної сторони існує можливість заряджати АКБ опівдні, не віддаючи електроенергію за копійки, щоб потім продати її в пік, але з іншої сторони, якщо є УЗЕ, - змусять продавати також за 3600 УАН, а не за ринковою ціною.

Список літератури

1. <https://ips.ligazakon.net/document/gk55676>
2. <https://www.nerc.gov.ua/decisions/rishennya-nkrekp-za-05-zhovtnya-2022-roku>
3. https://biz.ligazakon.net/news/220617_reforma-zeleno-energetiki-priynyato-zakon-shchodo-stimulyuvannya-rozvitku-energorinku
4. https://biz.ligazakon.net/news/224697_mekhanizm-samovirobnitstva-elektroenerg-zatverdzheno-poryadok-prodazhu-ta-obliku-elektroenerg-virobleno-aktivnimi-spozhyvachami
5. <https://ips.ligazakon.net/document/gk55676>
6. <https://mev.gov.ua/storinka/taryfy-ta-tsiny>
7. https://www.oree.com.ua/index.php/control/results_mo/DAM

3. Особливості функціонування СЕС при роботі сучасних МРРТ-контролерів у паралельному режимі

Андрій Дорошенко, Олександр Серьогін, Дмитро Коломієць
 Національний університет харчових технологій

Вступ. Подаються результати експериментальної перевірки гіпотези про виникнення нерівномірного навантаження панелей при паралельній роботі кількох МРРТ-контролерів у складі сучасних фотоелектричних систем (ФЕС).

Матеріали та методи. Дослідження виконано з використанням двох різних експериментальних установок: мережевий інвертор Fronius Symo 15 з двома МРРТ-трекерами (54 панелі потужністю по 540 W: МРРТ1 – 36 pcs., МРРТ2 – 18 pcs.) та автономна система Victron Energy: RS 48/6000/100 (18 панелей потужністю по 545 W) і МРРТ RS450/100 з 18 панелями, розподіленими на два МРРТ по 9 панелей. Сонячні панелі кожної установки мають однакову стаціонарну орієнтацію (розташовані на одному скаті даху). Збір даних здійснювався за допомогою багатоканального моніторингу (Victron Energy VRM, Fronius Solar.web) з частотою з 60 s.

Результати та обговорення. Експериментально встановлено, що при недостатньому рівні сонячної генерації всі МРРТ-контролери працюють у оптимальному режимі та рівномірно навантажують сонячні панелі (рис. 1).

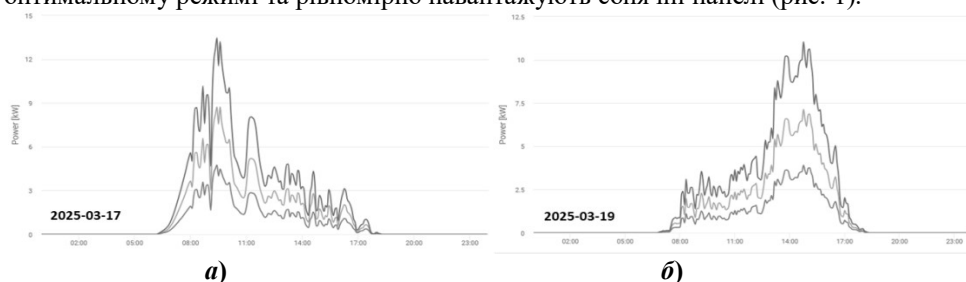


Рис.1. Fronius. Генерація за погодних умов 17.03.25 (а) і 19.03.25 (б): нижній графік - МРРТ2, середній - МРРТ1, верхній – сумарна генерація.

На рис. 2 наведені експериментальні дані при симетричній роботі МРРТ-контролерів RS48/6000/100 і МРРТ RS450/100 при низькій генерації за погодних умов 15.02.2025 р. Акумуляторна батарея заряджена не повністю.

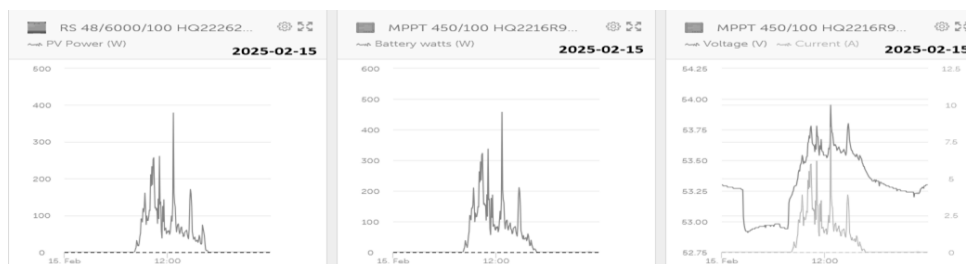


Рис.2. Victron Energy. Генерація за погодних умов 15.02.2025

В одночас при досягненні номінальної потужності мережевого інвертора або повного заряду акумуляторних батарей у автономній системі спостерігається суттєве нерівномірне навантаження панелей (рис. 3). Так Fronius, контролер МРРТ2, починає

суттєво обмежувати або навіть повністю припиняти генерацію, тоді як MPPT1 продовжує працювати у режимі максимальної генерації. Обмеження MPPT2 при виході на номінальну потужність інвертора. Коли потужність на MPPT1 зростає - відбувається обмеження MPPT2 (спадання на графіку при збільшенні MPPT1)



Рис.3. Fronius. Генерація за погодних умов 14.03.25 (а) і 18.03.25 (б)

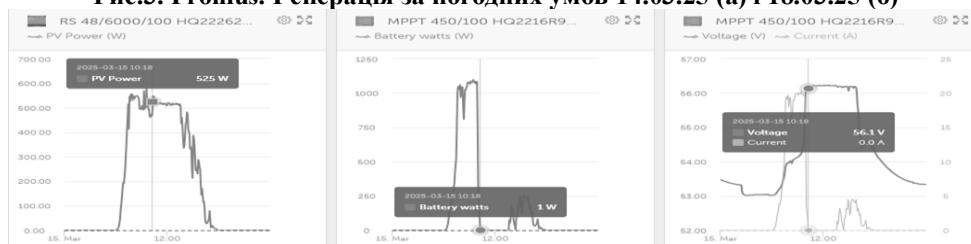


Рис.4. Victron Energy. Графіки потужності, заряду батареї, напруги та струму за погодних умов 15.03 2025

Аналогічний характер роботи прослідковується також в обладнанні Victron Energy (рис.4). Повне обмеження генерації MPPT RS450/100 після завершення заряду АКБ (момент часу – 10:18). Контролер RS48/6000/100 - без суттєвих змін потужності. Така нерівномірна генерація може спричиняти значний перегрів панелей, які знаходяться в режимі холостого ходу, порівняно з панелями, що працюють під навантаженням - поглинають однакову кількість енергії, але при генерації частина енергії відводиться від панелі. Це потенційно призводить до прискореної деградації фотомодулів, погіршення їх характеристик та скорочення терміну служби.

При симетричному (рівномірному) режимі роботи MPPT-контролерів, у разі раптового зниження сонячної активності (наприклад, через появу хмарності), генерація панелей може знизитися до рівня, нижчого за встановлене обмеження потужності контролерів. У такому випадку контролери, що вже працюють поблизу оптимальних точок, майже миттєво переходять в точку роботи з максимальною доступною потужністю. У разі збільшення сонячної активності симетричний режим також дозволяє контролерам швидко стабілізувати генерацію на заданому рівні (просто зменшуючи струм), не допускаючи перевищення встановлених обмежень. Таким чином, симетричний режим забезпечує більш оперативну й ефективну адаптацію системи до змін погодних умов, порівняно з асиметричним, та дозволяє мінімізувати втрати генерації під час пошуку оптимальної точки.

Висновок. Експериментально підтверджено виникнення режиму нерівномірного навантаження панелей при паралельному використанні сучасних MPPT-контролерів. Для підвищення швидкості адаптації до зміни сонячної активності та уникнення негативних наслідків, зокрема перегріву та прискореного старіння фотоелектричних панелей, рекомендовано розробити та впровадити алгоритми керування MPPT-контролерами, які забезпечать рівномірний розподіл навантаження між усіма стрінгами сонячних панелей у системі.

4. Досвід використання контактора Hager ESC463S у складі мережевої СЕС на базі обладнання Fronius та Victron Energy

Андрій Дорошенко, Олександр Серьогін, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових технологій

Вступ. За даними використання сучасних систем моніторингу параметрів роботи наведено результати аналізу причин відмови безшумного контактора ESC463S в реальних умовах експлуатації.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – контактор безшумний ESC463S (Hager, 63A, 4НО, 230 V), що комутує два мережеві інвертори Fronius Symo 15 загальною потужністю 30 kW. Конструктивна особливість безшумного контактора (електронне керування з вбудованим варистором) зумовлює його підвищену чутливість до короткочасних перенапруг навіть у межах допустимих значень. Використано VRM систему багатоканального моніторингу Victron Energy (лічильник VM-3P75CT, трансформатори струму KEMET C/CT-0810) та Fronius Solar.web (лічильник Fronius Smart Meter TS 5kA-3, трансформатори струму TAIBB 50/5A, d=21 mm, кл.1=1,25 VA). Періодичність збору даних – 60 s.

Результати. Щоденний контроль параметрів роботи електромережі за допомогою VRM системи багатоканального моніторингу Victron Energy та Fronius Solar.web дає можливість регулярно фіксувати потужність джерела (рис.1, а), фазну генерацію (рис.1, б), напругу і струм (рис. 1, в-д) мережі. Дана система моніторингу корисна й тим, що допомагає визначати початок та динаміку розвитку виходу з ладу окремих елементів системи. Наприклад, дані моніторингу від 30.01.2025 р. (рис.1, а-д) дають можливість не тільки виявити збій у роботі безшумного контактора ESC463S, а й прослідкувати процес виходу з ладу та встановити час його остаточного виходу з ладу - 10:55 годин. З наведених даних, зафіксованих мереживим вимірювачем напруги та струму VM-3P75CT HQ2419GVKNF, бачимо, що перед виходом з ладу контактора ESC463S фазні напруги L1 (рис.1, в), L2 (рис.1, г) та L3 (рис.1, д) напруги стрибкоподібно зросли вище номінальних.





Рис.1. Багатоканалний моніторинг параметрів електромережі СЕС:
а - генерація в мережу Fronius Symo (моніторинг solar web); б - генерація в
мережу Fronius Symo (моніторинг VRM); в, з, д – фазні напруга та струм фаз
відповідно L1, L2 та L3

Оскільки візуальні ознаки пошкодження контактора були відсутні, то за результатами об'єктивного розслідування, проведеного спільного з представниками постачальника, контактор ESC463S був замінений за гарантією.

Отже, використання багатоканалного моніторингу параметрів електромережі дозволяє ефективно визначати причини позаштатних ситуацій та обґрунтовано звертатись за гарантійною підтримкою.

Висновок. Рекомендовано використовувати класичні контактори для систем з підвищеною ймовірністю постійних перенапруг. Використання безшумних контакторів актуальне завдяки низькому рівню шуму та зменшенню споживання електроенергії. Запропонований підхід сприяє підвищенню надійності систем, зменшенню часу простоїв обладнання та дозволяє оперативно приймати рішення щодо заміни або модернізації обладнання.

5. Термоелектричний пристрій для дослідження коефіцієнту теплообміну в тонкому шарі матеріалів при сушінні

Ольга Духота¹, Сергій Іванов², Олександр Мазуренко¹

1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 – Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ, Україна

Вступ. Надаються результати розробки та створення засобу для визначення коефіцієнтів теплообміну тонкого шару матеріалу з середовищем безпосередньо в процесі сушіння, що дозволить підвищити ефективність сушіння матеріалів.

Матеріали та методи. Досліджуваний зразок висушуваного матеріалу наносився тонким шаром на робочу частину сенсорної платформи приладу (рис 1, а), та розміщувався в повітряному потоці сушильної камери (рис 1, б). Для визначення зміни локальних коефіцієнтів теплообміну зразка із середовищем протягом сушіння реєструвалась температура повітря T_{air} та на поверхні сенсорів T_i , а також щільності теплових потоків, що проходять через сенсори та зразок при сушінні q_i .

Результати. Для реалізації вимірювань локальних коефіцієнтів теплообміну було запропоновано пристрій, зовнішній вигляд та структурна схема якого зображено на рис. 1.

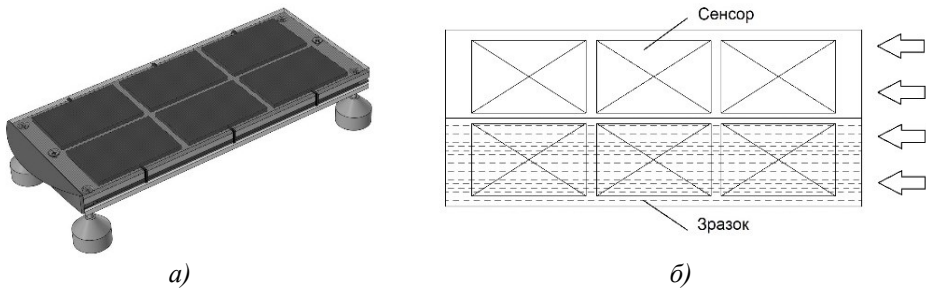


Рис. 1. Зовнішній вигляд (а) та структурна схема (б) пристрою для дослідження коефіцієнту теплообміну в тонкому шарі матеріалів при сушінні

Пристрій складається з шести ідентичних термоелектричних сенсорів теплового потоку, що оснащені термопарами та об'єднані в єдину сенсорну платформу, яка розташована на теплоірівнювальній металевій пластині. На одну половину пристрою тонким шаром наноситься досліджуваний зразок, після чого пристрій встановлюється в сушильній камері та орієнтується симетрично до набігаючого потоку повітря. Для калібрування сенсорів під температуровирівнювальною пластиною вмонтовано електронагрівник, а для зменшення турбулентних потоків над сенсорами в передній частині пристрою встановлено розсікач повітря з термопарою для контролю температури повітря. Коефіцієнт теплообміну для кожного сенсора визначався за формулою:

$$\alpha_i = q_i / (T_i - T_{air}), i = 1-6$$

Висновок. Розроблено пристрій, що дозволяє отримати локальні значення коефіцієнту теплообміну в тонкому шарі матеріалу при сушінні, що дозволить отримати більш детальну інформацію про кінетику сушіння конкретного матеріалу та підвищити ефективність його сушіння.

6. Актуальність вимірювання температури точки роси

Валентина Власова, Олександр Мазуренко, Світлана Літвинчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглянуті проблеми вимірювання температури точки роси та заходи щодо підвищення точності її вимірювання.

Матеріали та методи. Точка роси (ТР) – це температура повітря, нижче якої водяна пара, що міститься в повітрі чи газоподібному середовищі, насичується і, як наслідок, конденсується на поверхнях, де ця температура досягнута. Процес конденсації проводиться за рахунок охолодження контактної поверхні.

Результати. Відомо, що значення температури точки роси (ТТР) повітря залежить від температури та його відносної вологості (ВВ). Чим вище відносна вологість, тим ТТР ближче до фактичної температури повітря а чим вона нижча, тим ТТР нижче від фактичної температури повітря.

Точні результати вимірювання температури точки роси необхідні у багатьох галузях, зокрема у метеорології (для прогнозування утворення туману та опадів), промисловості (для контролю вологості повітря робочого середовища та запобігання корозії обладнання), будівництві (для контролю вологості пористих будівельних матеріалів), сільському господарстві (для визначення оптимальних умов для посіву, збору врожаю, зберігання зернових тощо), електроенергетиці (для прогнозування льодоутворення, запобігання коротких замикань, організації електробезпечних умов роботи електрообладнання, як у закритих приміщеннях, так і на відкритих ділянках).

У загальному випадку визначення ТТР зводиться до визначення температури, до якої (при сталому тиску повітря) потрібно охолодити парогазову суміш, щоб довести її до стану насичення. Для цього потрібно, не змінюючи парціальний тиск пари в суміші, привести його у стан рівноваги з рідиною, визначити парціальний тиск пари, виміряти температуру розподілу фаз. Встановлено, що підтримання стану рівноваги між паром і конденсатом та вимірювання температури поверхні розділу фаз, має певні технічні труднощі. Тому вимірюючи температуру робочої поверхні дзеркала його спочатку охолоджують поки на ньому не утвориться плівка конденсату, а потім нагрівають, до зникнення конденсату.

Температурою стану рівноваги вважають середньоарифметичне значення між температурами появи і зникнення конденсату. Вибір середньоарифметичного значення температури, як такого, що відповідає стану рівноваги, пов'язаний з припущенням, що процес конденсації йде при температурах нижче, а процес випарювання – вище температури стану рівноваги. Крім того, оскільки парціальний тиск насиченого пару над поверхнею переохолодженої рідини вище, ніж над льодом, то при вимірюваннях температури дзеркала необхідно достовірно знати фазовий стан конденсату, що складно, особливо в області температур точки роси, які близькі до криоскопічної температури. Ці фактори вносять невизначеність у результати вимірювань. Значно вплинути на результат вимірювання температури точки роси може також наявність жирних речовин на дзеркальній поверхні приладу. Крім того, результати виміру температури точки роси агресивних, хімічно активних середовищ, можуть значно відрізнятися від розрахункових значень тому що ці середовища можуть взаємодіяти з поверхнями випадання роси, викликаючи їх корозію.

Висновок. Враховуючи складність точного визначення температури точки роси, необхідно удосконалювати як методи, так і засоби її вимірювання.

7. Термоелектричний гігрометр для вимірювання температури точки роси

Остапів Іван, Гудан Віталій, Олександр Мазуренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглянуті особливості вимірювання точки роси за допомогою розроблених сучасних гігрометрів на базі термоелектричних перетворювачів.

Матеріали та методи. Термоелектричні перетворювачі температури - термопара L (хромель-копель), яка в діапазоні температур від -10 до +90 °C генерує найбільшу термо-ЕРС. Термоелектричні перетворювачі теплового потоку типу ПТП, що працюють за принципом допоміжної стінки. Універсальний термоелектричний генератор (Thermoelectric Cooler, тип елемента Пельтьє - TEC1 12706)

Результати. Загалом, гігрометр - це прилад, який використовується для визначення вологості газоподібного середовища. Існує багато приладів даного типу, однак найбільш поширеними наразі є:

1) волосяні — традиційний, найдавніший тип гігрометрів. Конструкція пристрою заснована на специфічних властивостях людського або кінського волосу. В даний час також використовуються синтетичні або бавовняні волокна. Ці волокна під впливом вологи змінюють свою довжину. Стрілка, що показує на градуванні покази, з'єднується з волоском або волокном і реагує на зміну його довжини (аналог – крутильні ваги Кулона). Безперечною перевагою гігрометра цього типу є проста і дешева конструкція, яка, крім того, стійка до пошкоджень. Ці гігрометри характеризуються досить великою похибкою, яка може досягати до 7%.

2) психрометри - конструкція пристроїв даного типу заснована на використанні двох термометрів: так званих, "сухого" і "вологого". Вологий термометр має резервуар для ртуті, покритий матеріалом, що легко вбирає вологу. Тут використовує явище гальмування процесу випаровування вологим повітрям і його прискорення сухим повітрям. Чим вище вологість повітря, тим нижче температура, зазначена вологим термометром. Сухий термометр показує температуру навколишнього середовища. Використовуючи спеціальні таблиці, за різницею температур розраховують вологість повітря.

3) конденсаційні - гігрометри цього типу мають форму металевої або скляної посудини. Ця посудина охолоджується. Вологість повітря в конденсаційних гігрометрах розраховується, виходячи з температури, при якій водяна пара конденсується на елементах приладу. Маючи дані про температуру точки роси, атмосферному тиску і використовуючи таблицю, можна розрахувати вологість повітря. Наразі для розрахунків використовують спеціально створені онлайн калькулятори.

4) електролітичні - пристрої на основі спеціального ємнісного або резистивного датчика, який вловлює відповідно зміни провідності або опору вологого середовища. Електролітичні гігрометри точні та прості у використанні, тому вони в даний час найбільш часто використовуються для вимірювання вологості у всіх видах зволожувачів, систем опалення та кондиціонування повітря.

Сучасні гігрометри часто є електронними приладами, які також вимірюють температуру, тиск або температуру точки роси. Основними видами гігрометрів, які використовуються для вимірювання ТТР газів, є: *психрометр* – механічний гігрометр, заснований на використанні «сухого» та «вологого» термометрів; *електрохімічний*

гігрометр – використовує принцип роботи сенсорів, які реагують на зміни вологості; *гігрометр заснований на зміні ємності конденсатора* за зміни вологості повітря; *гігрограф* – використовується для безперервної реєстрації змін у часі вологості повітря.

Чутливий елемент гігрометрів, який контактує з повітрям та на якому відбувається конденсація вологи (далі — дзеркало) має вбудований датчик температури. Наявність конденсату на поверхні дзеркала, що охолоджується, заснована на використанні ефекту повного заломлення лазерного променя. Тому дзеркало, необхідно охолоджувати і фіксувати температуру, за якої починається випадання вологи (роси). З метою підвищення точності визначення ТТР у розробленій конструкції приладу вимірювання ТТР повітря (рис.1) в якості чутливого елемента гігрометра використано термоелектричний перетворювач теплового потоку (ТЕПТП), на робочій поверхні якого розташований термоелектричний перетворювач температури у вигляді тонкого паралелепіпеда (40х40х1,5 mm). Ці перетворювачі розташовані на «холодній» стороні елемента Пельтьє (рис.1, б) і дозволяють вимірювати ТТР повітря (газу) за теплою конденсації вологи. Структурна схема приладу автоматичного вимірювання ТТР у вологому газовому середовищі наведена на рис. 1 а).

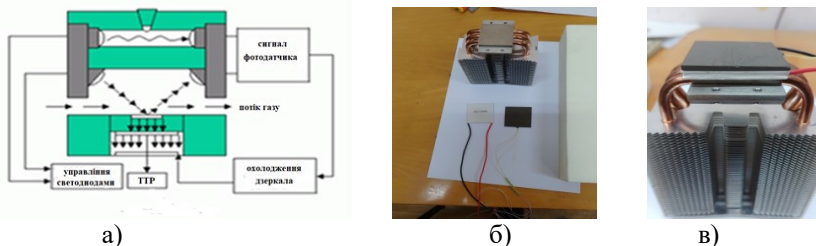


Рис.1. Прилад для автоматичного вимірювання ТТР повітря

Відведення теплоти від системи відбувається через радіатор з тепловими трубками (рис1. в), на який встановлено елемент Пельтьє «гарячою» стороною. Конструкція з радіатора, елемента Пельтьє з первинними вимірювальними приладами встановлена на аналітичних вагах для контролю маси вологи, що конденсується на поверхні ПТП при зниженні її температури шляхом зміни сили струму живлення на елементу Пельтьє. Для запобігання впливу зовнішніх факторів та для здійснення віддаленого моніторингу процесу, навколо ПТП з термопарами побудовано термостатовану камеру з органічного скла та теплоізоляційного матеріалу, у верхній кришці якої розміщується мікроскоп (камера) з функцією запису, що сфокусована на контрастній поверхні ПТП, де і відбувається конденсація (рис.1, б). Сигнальні та силові провідники від ПТП та елемента Пельтьє а також термостатована камера закріплені на окремому штативі таким чином, щоб максимально зменшити їх вплив на покази аналітичних ваг. Оскільки крім вимірювання ТТР вологого повітря планується дослідження процесу конденсації вологи на горизонтально та на вертикально розташованих поверхнях, передбачена можливість зміни положення приладу з розташуваннями його на «холодній» стороні кількох ПТП з термопарами.

Висновок. Система розробленого приладу разом з визначенням ТТР вологого повітря дозволяє реєструвати температуру навколишнього повітря та поверхні ПТП, зміну маси радіатора Пельтьє, ПТП з конденсатом, а також теплоту конденсації вологи, що розтягнута у часі залежно від ТТР, тобто практично всі характеристики вологого повітря.

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

Optimization of Vehicle Communication Systems through Wireless Technologies

Denys Doshchynskyi

National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine

Introduction. Currently, the main communication channels between vehicle electronic systems rely on wired technologies such as CAN bus, LIN bus, and others. However, with the increasing complexity of automotive networks, there is a need to explore new communication approaches. This study proposes the implementation of a wireless protocol as a means of data transmission in vehicle systems.

Materials and methods. The study was conducted by analyzing existing automotive network communication protocols and wireless technologies already applied in related industries. The focus was on comparing wired (CAN, LIN, FlexRay) and wireless technologies (Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, UWB), analyzing wireless communication characteristics such as interference resistance, power consumption, transmission delays, and security, as well as developing a conceptual protocol that ensures efficient and reliable communication between vehicle systems without the need for physical connections.

Results and discussion. The analysis showed that wireless technologies have significant potential in automotive communication. They eliminate the need for physical connections, optimizing the spatial organization of electronic units. Additionally, reducing the number of wires positively impacts the overall weight of the vehicle, thereby improving its efficiency. However, wireless technologies also present challenges, including increased sensitivity to electromagnetic interference, which can negatively affect connection stability. Therefore, in the initial stage, wireless networks are proposed for information-based systems. Particular attention should be given to the use of wireless communications in driver condition monitoring systems and response mechanisms to physiological state changes. Such systems must ensure fast and reliable real-time data transmission to detect signs of fatigue, reduced attention, or other hazardous conditions. The optimal characteristics for such a protocol include minimal transmission delay (no more than 10 ms), high interference resistance, guaranteed bandwidth within 1-10 Mbps, and encrypted communication channels for data protection. Considering these requirements, it is advisable to implement low-power technologies such as Bluetooth Low Energy (BLE) or Ultra-Wideband (UWB), which provide high transmission accuracy and minimal delays. To mitigate the mentioned drawbacks, the use of adaptive modulation and frequency hopping techniques is proposed to enhance resistance to interference.

Conclusions. The proposed concept of wireless communication simplifies the vehicle's electronic architecture, increasing its efficiency and adaptability. Future research should focus on developing energy-efficient, fast, and secure communication protocols.

Формування цілей в задачах керування технологічними комплексами

Ігор Андріюк, Василь Кишенько

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Технологічні комплекси харчових виробництв, в тому числі і спиртової промисловості, за всіма ознаками відносять до скланих об'єктів керування [1]. Характерною особливістю систем керування технологічними комплексами є наявність багатьох цілей, які носять різні аспекти, в багатьох випадках мають конфліктний характер. Звідси виникає нагальна потреба у розробці ефективної системи цілей керування, їх верифікації та упорядкуванні.

Методи досліджень. Дослідження проводились методами семантичного аналізу ситуацій на підпрємстві та узгодження критеріїв керування з використанням їх згорток за системою Парето..

Результати і обговорення. При використанні комп'ютерних систем для формування мети та стратегії її досягнення можливі, три ситуації:

1. Розробник хоче вибрати одну з множини стандартних у цій ситуації цілей. Наприклад, максимально підвищити прибуток, що отримується від діяльності підприємства. У цьому випадку завдання комп'ютерної системи полягає у наданні розробнику наявного в базі даних списку цілей, визначення можливості їх реалізації та пошуку кращих стратегій досягнення мети.

2. Розробник хоче вибрати кілька цілей із множини, стандартних у цій ситуації, наприклад: одночасно підвищити прибуток, збільшити частку ринку, поліпшити якість продукції, що випускається.. У цьому випадку комп'ютерна система допомагає керівнику визначити можливість реалізації перерахованих цілей, можливі комбінації параметрів їх виконання, і знайти найкращі стратегії досягнення цілей.

3. Розробник хоче отримати від системи мотивований інтелектуальний вибір мети, що не зводиться до вибору однієї з декількох апіорі передбачених та добре формалізованих цілей.

Як правило, мета ставиться не одна, а в групі з багатьма іншими. (система цілей). Відповідно виникає проблема їх взаємодії на одному рівні (горизонтальні зв'язки) та за ієрархією (вертикальні зв'язки.). Таким чином, комп'ютерна система, використовуючи свою базу даних та пропозиції персоналу, складає списки можливих цілей. Тепер кожну мету, що увійшла до списку, треба оцінити, проранжувати цілі та вибрати ті, які дадуть найкращий ефект. Ранжування цілей можна здійснити шляхом узгодження важливості будь-яких непрямих показників та їх оцінки. У цьому випадку розробнику заздалегідь визначити, як буде проранжовано цілі набагато складніше. Крім того, він буде змушений детальніше розглядати вплив на поставлену мету різних факторів. Такими показниками зазвичай є критерії.

Порівняння за Парето при багатокритеріальних оцінках дозволяє впорядковувати об'єкти нелінійно, а по групах, вважаючи, що це елементи всередині групи рівноцінні, тобто. перейти від лінійного упорядкування до групового. При цьому перевага встановлюється не між окремими об'єктами, а між їх рівноцінними групами. Такий підхід не дає жодних переваг, якщо упорядкування проводиться за одним показником, але відкриває нові можливості, якщо таких показників кілька.

Висновки. Представлен методика формування цілей дозволяє встановити весь спектр цілей керування, а також оцінити їх взаємозв'язки, що забезпечить організацію ефективних стратегій керування в умовах невизначеності та конфліктності.

Система автоматизації мікроклімату з модулем усунення невизначеностей у регулюванні вологості та температури на основі технологій машинного навчання

Ілля Величко, Віктор Сідлецький

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Контроль мікроклімату в системах вентиляції та кондиціонування є важливим завданням для забезпечення енергоефективності та комфорту. Традиційні методи регулювання вологості та температури, зокрема PID-регулятори, мають обмеження через статичність налаштувань. Дослідження спрямоване на розробку адаптивної системи керування, що враховує змінні умови експлуатації..

Матеріали та методи. У роботі використано методи математичного моделювання, машинного навчання (Function Fitting Neural Network) та прогнозного керування (Model Predictive Control). Досліджено алгоритм адаптивного регулювання температури та вологості в приміщеннях. Аналіз ефективності виконано шляхом симуляційних експериментів у MATLAB. Для навчання нейронної мережі використовувалися реальні дані температури та вологості, отримані з датчиків у тестовому середовищі. Було проведено порівняльний аналіз роботи традиційних PID-регуляторів та запропонованої системи керування. Оцінку ефективності алгоритму здійснено на основі середньоквадратичної помилки прогнозування та споживання енергії.

Результати та обговорення. Розроблена система автоматичного керування забезпечує стабільність температурного режиму та мінімізує енергетичні витрати. Впровадження MPC у поєднанні з нейромережним прогнозуванням дозволило зменшити температурні коливання на 30% та знизити витрати енергії на 15-20% у порівнянні з PID-регуляторами. Дослідження показало, що запропонований алгоритм керування дозволяє швидше реагувати на зміни умов середовища, що особливо важливо для динамічних процесів у великих приміщеннях. Завдяки прогнозованому керуванню система ефективно адаптується до змін теплових навантажень та регулює вологість у межах оптимальних параметрів.

Додатково вдалося компенсувати невизначеності у змінах вологості та навантаження на систему. Отримані результати підтверджують доцільність впровадження інтелектуального регулювання в HVAC-системах.

Для подальшого розвитку дослідження планується випробування системи в реальних умовах експлуатації та оптимізація її роботи з урахуванням змінних зовнішніх факторів.

Висновки. Запропонований метод адаптивного регулювання на основі MPC та FFNN дозволяє покращити стабільність мікроклімату та зменшити енергоспоживання. Впровадження технологій машинного навчання у системи контролю мікроклімату відкриває перспективи для підвищення ефективності промислових HVAC-систем.

Література.

1. І.В. Величко, В.М.Сідлецький. Система автоматизації мікроклімату в закладах громадського харчування з модулем усунення невизначеностей в регулюванні температури за допомогою машинного навчання. «Міжнародний науково-технічний журнал «Проблеми керування та інформатики». Вип 69, № 4, ст.46-58, 2024р. DOI: 10.34229/1028-0979-2024-4-3

Визначення параметрів автоматизованої системи інтелектуального контролю якості друкованої продукції

Вадим Герасимчук

Національний університет «Львівська Політехніка», Львів, Україна

Вступ. Традиційні методи контролю якості замовлення в оперативній поліграфії, що базуються на вибірковій перевірці або візуальному аналізі оператором, не завжди здатні забезпечити необхідний рівень точності [1]. Тому актуальною є потреба у впровадженні інтелектуальних систем автоматизації перевірки друкованої продукції.

Матеріали і методи. На етапі аналізу та формування вимог до системи застосовано методи комп'ютерного зору та машинного навчання [2]. Це дозволило визначити оптимальні архітектури нейронних мереж та алгоритми для розпізнавання дефектів друку. На етапі експериментальної перевірки застосовано методику отримання та анутовання вибірки зображень відбитків, що містять різні типи дефектів.

Результати. Контроль якості у широкоформатному цифровому друці базується на аналізі зображень друкованої продукції за допомогою комп'ютерного зору та машинного навчання. Основними критеріями оцінки є відхилення кольору, розмитість зображення, рівномірність нанесення чорнила та наявність артефактів друку. Для подальшого проєктування інтелектуальної системи визначені основні параметри:

- узагальнений показник якості друку (0 – брак, 1 – ідеальний відбиток);
- колірне відхилення у просторі CIEDE2000;
- функція модуляційного переносу, що характеризує чіткість;
- рівномірність нанесення фарби у точці (x, y);
- густина чорнила (оптична щільність);
- ймовірність появи дефекту.

В результаті було встановлено, що при колірному відхиленні $\Delta E > 2.5$ помітна різниця кольорів, а при $\Delta E > 5$ відбиток вважається браком. Таким чином оптимальний діапазон для комерційного друку в проєктованій інтелектуальній системі контролю якості є $\Delta E \leq 2$. Отримані результати в подальшому планується використати для побудови математичної моделі контролю якості як аналітичного апарату глибокого машинного навчання.

Оцінювання ефективності проєктованої системи здійснювалося на основі стандартних метрик комп'ютерного зору (точність, повнота, F1-міра), а також порівняльного аналізу з традиційними методами контролю якості у поліграфічному виробництві.

Висновок. Впровадження інтелектуальних систем контролю якості в інфраструктуру оперативної поліграфії дозволить здійснювати автоматизований аналіз поліграфічних замовлень у режимі реального часу, виявляючи навіть мінімальні відхилення від технологічних стандартів, що забезпечить їхню подальшу інтеграцію у концепцію Розумного виробництва та Індустрії 4.0.

Література:

1. Нерода Т. Обумовлення безпекових механізмів при опрацюванні корпоративних потоків даних в мережах оперативної поліграфії. Інформаційні технології і автоматизація, №17, 2024. С. 203-205.
2. Герасимчук В. Розбір дослідження Apollo Research. [Електронний ресурс] – Режим доступу: youtu.be/ZjwTfrTI4M4

Використання силікон-карбідних (SiC) та галій-нітридних (GaN) напівпровідників у автоматизованих системах керування живленням

Ігор Гончаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний розвиток енергозберігаючих технологій та впровадження концепції Індустрії 4.0 стимулюють активний пошук ефективніших напівпровідникових матеріалів. Особливу увагу привертають силікон-карбід (SiC) та галій-нітрид (GaN), які перевершують традиційний кремній (Si) за такими параметрами, як енергетичні втрати, частота комутації та термічна стабільність. Ці матеріали активно застосовуються у автоматизованих системах керування живленням, електротранспорті, промисловій автоматизації та відновлюваній енергетиці.

Матеріали та методи. Дослідження базується на порівняльному аналізі характеристик SiC- та GaN- транзисторів із кремнієвими аналогами. Для моделювання роботи автоматизованих систем керування живленням використані програмні середовища LTspice та MATLAB/Simulink. Досліди проводилися на SiC MOSFET- та GaN HEMT- транзисторах у схемах інверторів та DC-DC перетворювачів, що застосовуються в автономних системах енергопостачання та високочастотних імпульсних джерелах живлення.

Результати та обговорення. Результати моделювання та експериментального тестування показали, що використання SiC-транзисторів у високовольтних застосуваннях (від 600 V до 3,3 kV) дає змогу зменшити втрати на перемикання на 30-50% порівняно з традиційними IGBT-транзисторами. GaN HEMT-транзистори, завдяки високій частоті комутації (до 10 MHz), показали суттєве зменшення розмірів та ваги імпульсних джерел живлення при збереженні високої енергоефективності.

У системах автоматизованого електроприводу впровадження SiC MOSFET сприяло зниженню енергоспоживання на 15-20% та підвищенню коефіцієнта корисної дії на 5-8%. GaN HEMT-транзистори продемонстрували високу продуктивність у схемах резонансних перетворювачів, що є критично важливими для швидкодіючих систем керування.

Висновки. Застосування SiC- та GaN-напівпровідників у системах керування живленням забезпечує суттєве зменшення втрат електроенергії та підвищення надійності електронних пристроїв. Використання цих матеріалів у промисловій автоматизації, електротранспорті та альтернативній енергетиці сприяє створенню компактніших та ефективніших систем. Подальші дослідження можуть бути зосереджені на оптимізації топологій силових перетворювачів з урахуванням особливостей SiC- та GaN-технологій.

Література

- Baliga, B. J. (2019). *Fundamentals of Power Semiconductor Devices*, Springer, 1118 p.
- Millan, J., Godignon, P., Perpin, X., Perez-Tomas, A., Rebollo, J. (2013). *A Survey of Wide Bandgap Power Semiconductor Devices*. IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 29 (Issue 5), pp. 2155–2163.
- Rohm Semiconductor. (2023). Advantages of SiC and GaN in Power Electronics. <https://www.rohm.com>

Аналіз сингулярного спектру в автоматизованій системі керування технологічного процесу цукрового заводу

А.С. Горпинченко, В.Д. Кишенько

Національний університет харчових технологій

Аналіз сингулярного спектру, також знаний як метод «Гусениця», включає перетворення одновимірного часового ряду в багатовимірний та подальший сингулярний розклад. При правильному застосуванні цей метод дозволяє виділити з часового ряду тренд, періодичні компоненти і шум. [1]

Метод "Гусениця" в нелінійній динаміці, застосовуваний у цукровому виробництві, є інструментом для вивчення складних, нелінійних процесів та пошуку ефективних шляхів оптимізації виробничих процесів

Головна ідея базується на перетворенні одновимірного часового ряду в багатовимірний простір шляхом побудови матриці траєкторій, після чого застосовується сингулярний розклад для виокремлення основних складових.

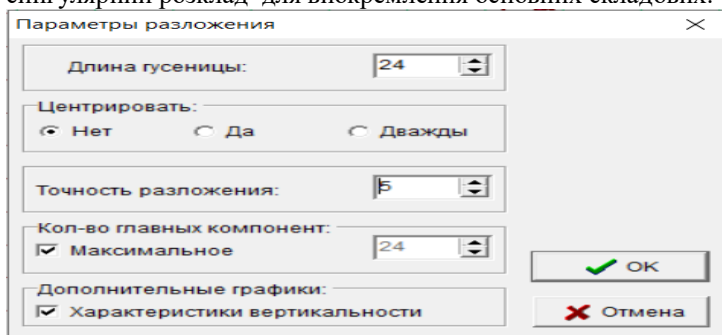


Рис.1. Параметри розпаду часового ряду

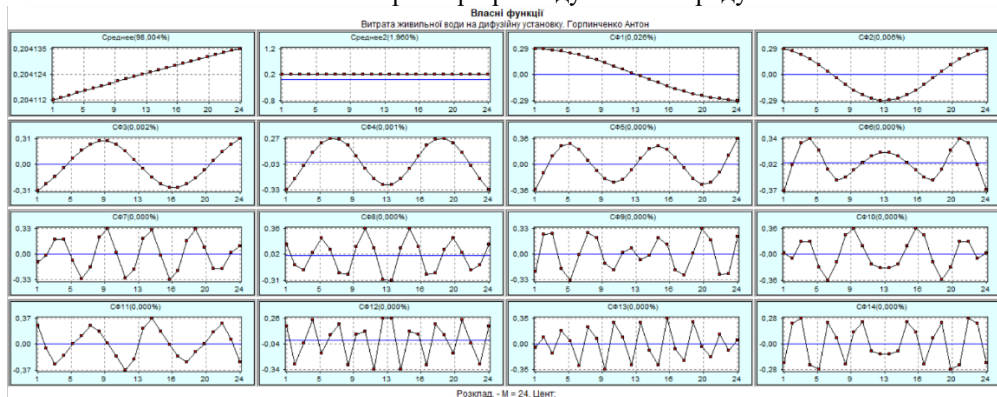


Рис.2. Власні функції. . Витрати живильної води на дифузійну установку

Література

1. Данькевич О.Г. Перспективи бурякоцукрового виробництва в Україні // Збірник наукових праць НУХТ. Економіка. №23, 2007. – Київ: НУХТ, 2007. - 155с. (с.13–16).
2. Hochreiter, Sepp (1991). Untersuchungen zu dynamischen neuronalen Netzen (PDF) (diploma thesis). Technical University Munich, Institute of Computer.

Адаптивна сегментація сигналів і часових рядів за допомогою Long Short-Term Memory в автоматизованій системі керування технологічного процесу цукрового заводу

А.С. Горпинчеко, В.Д. Кишенько

Національний університет харчових технологій

LSTM (Long Short-Term Memory) використовуються для захоплення довгострокових залежностей. Сегментація часових рядів у технологічному процесі цукрового заводу дозволяє автоматично визначати зміну робочих станів обладнання, виявляти аномалії та оптимізувати контроль процесу.

Основна ідея полягає в тому, щоб алгоритм сам "підлаштовувався" під особливості даних, визначаючи точки розриву (зміни) без жорстко заданих параметрів.

LSTM використовує три основні гейти для керування потоком інформації: гейт забування, гейт запису, гейт виходу

Переваги LSTM:

- Зберігає довготривалі залежності;
- Уникає проблеми зникнення градієнта;
- Гнучко керує інформацією через механізм гейтів.
- Модель працює у реальному часі, допомагаючи автоматизувати керування технологічним процесом;
- Інтеграція у SCADA-систему покращує контроль за якістю дифузійного соку та ефективність виробництва.



Рис.1. Модель LSTM дифузійної установки температури °C

Індекси аномалій: [6]

Значення температури в аномальних точках: [87.49]

Література

1. Данькевич О.Г. Перспективи бурякоцукрового виробництва в Україні // Збірник наукових праць НУХТ. Економіка. №23, 2007. – Київ: НУХТ, 2007. - 155с. (с.13-16).
2. Hochreiter, Sepp (1991). Untersuchungen zu dynamischen neuronalen Netzen (PDF) (diploma thesis). Technical University Munich, Institute of Computer Science.

Аналіз динаміки роботи вакуум-апарату цукрового заводу на основі статистичного аналізу

Юрій Гудзь
Наталія Луцька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Цукрова галузь України стикається з викликами, але має перспективи розвитку через модернізацію та експорт. Автоматизація та машинне навчання підвищують ефективність і якість виробництва, сприяючи конкурентоспроможності.

Матеріали і методи. Для аналізу динаміки роботи вакуум-апарату використано статистичні методи обробки даних та візуалізації. Дослідження базується на аналізі технологічних графіків процесу варки, що відображають зміну ключових параметрів (температура, тиск, концентрація сухих речовин) у часі. Результати аналізу дозволяють оцінити ефективність роботи вакуум-апарату та ідентифікувати потенційні проблеми у процесі кристалізації.

Результати. Статистичний аналіз показав закономірності змін основних параметрів варки у вакуум-апараті, що дозволило оцінити стабільність процесу та ідентифікувати можливі відхилення. Визначено середні значення, медіани та дисперсії, які дають уявлення про варіативність параметрів та їхній вплив на якість кінцевого продукту. Кореляційний аналіз виявив тісні зв'язки між температурою, тиском, концентрацією, рівнем рідини та іншими технологічними параметрами, що свідчить про взаємозалежність процесів кристалізації.

Аналіз графіка змін параметрів процесу (Рис.1.) підтвердив наявність стабільних і перехідних режимів, а також відзначив можливі аномалії на фінальних етапах варки. Червоні пунктирні лінії на графіку позначають ключові стадії процесу, що допомагає візуалізувати основні зміни та ідентифікувати потенційні проблемні ділянки.

Оцінено критичні фактори, що впливають на стабільність процесу, серед яких найбільший вплив мають температура та тиск у вакуум-апараті.

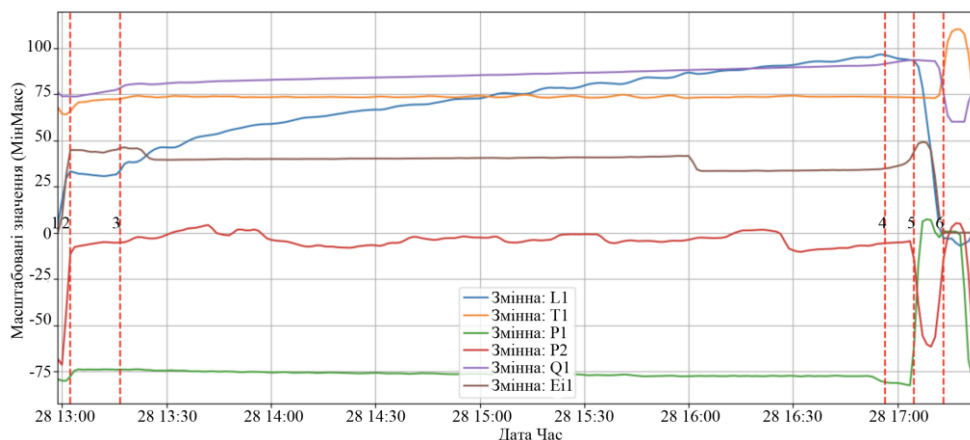


Рис.1. Масштабовані графіки змінних відносно часу (між стадіями)

Висновки. Оцінено критичні фактори, що впливають на стабільність процесу, серед яких найбільший вплив мають температура та тиск у вакуум-апараті. На основі отриманих результатів запропоновано рекомендації щодо оптимізації технологічних режимів.

Моделювання невизначеності вимірювань міцності захисних покриттів

Наталія Зубрецька, Степан Лавриненко

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Поняття «невизначеності» у вимірюваннях, як кількісно визначеної характеристики точності вимірювань, є відносно новим порівняно з терміном «похибка», який широко використовуються в практичній метрології, його вичерпною характеристикою є повний опис закону розподілу її імовірності.

Матеріали і методи. Методи оцінки якості захисних покриттів, методи оцінювання невизначеності вимірювань та їх нормативне забезпечення, експериментальні дослідження стандартних зразків з покриттями, методи опрацювання вимірювальної інформації з використанням системи статистичного аналізу даних STATISTICA 10 і системи математичного моделювання MathCAD.

Результати. Розглянуто алгоритм перерахунку характеристик похибки в характеристики невизначеності. Показано, що процес оцінювання вимірювальної величини і відповідної їй невизначеності, можна представити у вигляді етапів: опис вимірювання та складання його моделі, оцінювання значень і стандартних невизначеностей вхідних величин, аналіз кореляцій, складання бюджету невизначеності, розрахунки оцінки вихідної величини, розрахунки стандартної та розширеної невизначеності, представлення кінцевого результату вимірювань.

Встановлено, що при оцінюванні стандартної невизначеності по типу В наявну інформацію про величини необхідно правильно описати за допомогою функції розподілу ймовірностей, щоб потім визначити оцінки величин та їх стандартні відхилення.

Показано, що бюджет невизначеності служить для узагальнення й наочного представлення всієї отриманої й проаналізованої раніше інформації в кількісній формі про вхідні величини з метою полегшення безпосередніх розрахунків значення стандартної невизначеності вихідною величиною.

Бюджет невизначеності представляється у виді таблиці, що містить наступну інформацію:

- список усіх джерел невизначеності, тобто вхідних величин x_i із прийнятими в моделі позначеннями;
- отримані значення оцінок вхідних величин x_i і пов'язані з ними значення стандартної невизначеності $u(x_i)$;
- коефіцієнти чутливості c_i ;
- внески невизначеності кожної вхідної величини $u_i(y)$.

За результатами руйнівних випробувань міцності стандартних плоских зразків з покриттями MgAl_2O_4 і Al_2O_3 , які нанесені методом газополум'яного і плазмового напилювання, виконано моделювання даних експериментального дослідження – з використанням системи статистичного аналізу STATISTICA 10 і системи математичного моделювання MathCAD виконано розрахунок невизначеності вимірювань міцності.

Висновки. Визначено бюджет невизначеності вимірювань міцності стандартних зразків із різними покриттями, який свідчить, що розширена невизначеність вимірювань міцності зразків із покриттям MgAl_2O_4 , яке нанесене методом газополум'яного напилювання, у приблизно 1,16 рази менша за розширену невизначеність зразків із покриттям Al_2O_3 , яке нанесене методом плазмового напилювання.

Комп'ютерно-інтегровані технології контролю гальмівної системи автомобіля

Наталія Зубрецька, Карен Вартазарян

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Комп'ютерно-інтегровані технології (КІТ) контролю гальмівної системи автомобіля включають використання електроніки і програмного забезпечення. Їх розвиток обумовлений вдосконаленням всіх складових, інтеграцією з сучасними автомобільними системами та інформаційними технологіями.

Матеріали і методи. Аналіз, систематизація та узагальнення публікацій, електронних ресурсів, практичного досвіду технічного регулювання автомобільного ринку та автосервісу дали можливість визначити основні компоненти КІТ контролю гальмівної системи, обґрунтувати переваги їх впровадження в роботу і діагностику гальмівних систем автомобіля, зазначити перспективи їх розвитку.

Результати. Основними електронними компонентами гальмівної системи є:

- ABS (Антиблокувальна система гальм) запобігає блокуванню коліс під час різкого гальмування, що допомагає зберегти керованість автомобіля;
- EBD (Електронний розподіл гальмівної сили) оптимізує розподіл гальмівної сили між передніми та задніми колесами залежно від навантаження;
- ESP (Електронна система стабілізації) підтримує стабільність автомобіля при маневруванні, коригуючи роботу гальм та двигуна;
- ACC (Система адаптивного круїз-контролю) автоматично регулює швидкість автомобіля, підтримуючи безпечну дистанцію до інших транспортних засобів.

Інтелектуальні системи включають:

- камери і датчики, які використовуються для моніторингу дорожньої ситуації, виявлення перешкод і активного контролю за безпекою руху;
- системи попередження про зіткнення, що заздалегідь сигналізують водію про можливість зіткнення й можуть активувати автоматичне гальмування.

Сучасні програмні рішення автоматизації контролю засновані на використанні:

- алгоритмів контролю, що використовують дані про швидкість, навантаження та умови руху для оптимізації роботи гальмівних систем;
- системи діагностики, які дозволяють виявляти і запобігати несправностям, забезпечуючи безперебійну роботу гальм.

Переваги впровадження КІТ визначаються такими критеріями:

- підвищення безпеки – зменшення ризику ДТП завдяки покращеній контрольованості та миттєвій реакції системи;
- комфорт водіння – автоматизація процесів гальмування знижує стрес і підвищує комфорт при управлінні автомобілем;
- ефективність – оптимізація роботи із застосуванням алгоритмів для EBD дозволяє адаптувати гальмівну систему залежно від навантаження та умов руху, зниження енерговитрат через ефективне управління гальмами і економію пального;
- діагностика та моніторинг – раннє виявлення несправностей, автоматизовані системи діагностики можуть рекомендувати профілактичні заходи

Висновки. Аналіз складових КІТ контролю гальмівної системи автомобіля, переваг їх впровадження і перспектив розвитку дозволив визначити тенденції, що пов'язані з удосконаленням технологій автономного водіння, підвищенням керованості автомобіля у складних умовах за рахунок адаптації системи гальмування до динамічних умов навколишнього середовища.

Моніторинг і контроль pH та ЕС для аквапонної системи

Роман Залозний, Наталія Заєць

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Моніторинг і контроль pH та електропровідності (ЕС) є критичними аспектами в управлінні аквапонічною системою, оскільки ці параметри безпосередньо впливають на здоров'я як риб, так і рослин. В аквапоніці, де риби, рослини та біофільтри взаємодіють у замкнутому циклі, підтримання оптимальних значень pH і ЕС є важливим для стабільності екосистеми.

Матеріали і методи. pH води в аквапонічній системі визначає кислотно-лужну реакцію середовища і є ключовим для багатьох біохімічних процесів. Нормальний діапазон pH для аквапоніки зазвичай складає від 6,0 до 7,5.

Електропровідність води є індикатором концентрації розчинених солей та інших іонів у воді, що визначає загальну кількість доступних поживних речовин для рослин.

Результати і обговорення. Якщо pH виходить за ці межі, це може вплинути на здоров'я риб і знижувати ефективність поглинання рослинами поживних речовин: занадто низький pH (<6,0) може призвести до токсичності для риб, а також ускладнити поглинання кальцію та інших поживних елементів рослинами; занадто високий pH (>7,5) може зашкодити риbam, а також обмежити засвоєння мікроелементів рослинами, таких як залізо, що негативно позначається на рості рослин.

Для підтримки pH в оптимальному діапазоні використовують систему автоматичного регулювання або ручні автоматизовані процедури: додавання кислот: якщо pH підвищується, додають кислоту (наприклад, сірчану або лимонну) для зниження рівня pH; додавання лугів: якщо pH знижується, застосовують лужні речовини (наприклад, кальцієвий гідроксид) для підвищення рівня pH.

У нормальних умовах для аквапонічної системи діапазон ЕС складає від 1,2 до 2,5 мСм/см: низька ЕС (менше 1,2 мСм/см) може вказувати на дефіцит поживних речовин у воді, що обмежує ріст рослин; висока ЕС (більше 2,5 мСм/см) може призвести до осмотичного стресу у рослин і риб, що негативно впливає на їхнє здоров'я.

Для підтримки нормального рівня ЕС в аквапонічних системах використовують автоматичні системи або автоматизовані ручні процедури внесення добрив або зміни води:

Додавання добрив: якщо ЕС занадто низька, додаються водорозчинні добрива або органічні речовини, що підвищують кількість доступних іонів.

Зміна води: якщо ЕС занадто висока, рекомендується часткова заміна води для зменшення концентрації іонів.

Висновки. Для забезпечення стабільності аквапонічної системи використовують автоматизовані системи моніторингу, що включають, як мінімум, датчики pH та ЕС, що постійно вимірюють значення цих параметрів. Вибір між використанням ручних процедур та автоматизованих систем для моніторингу і контролю pH та електропровідності (ЕС) в аквапонічній системі залежить від ряду факторів, включаючи масштаб системи, доступний бюджет, рівень технічної підготовки оператора, а також вимоги до стабільності і точності умов.

Література

Hager, J., Bright, L. A., Tidwell, J. H., & Dusci, J. (2021). A practical handbook for growers: Aquaponics production manual. Retrieved November 10, 2024, from https://www.researchgate.net/publication/355972997_A_Practical_Handbook_for_Growers_AQUAPONICS_Production_Manual

Сучасні підходи до автоматизації птахофабрик

Владислав Кузьменко, Олександр Зігунов

Відокремлений структурний підрозділ «Сумський фаховий коледж Національного університету харчових технологій»

Вступ. Сучасне сільське господарство стрімко розвивається, і однією із ключових галузей виробництва, що зазнає значних змін, є птахівництво. Вирощування птиці потребує точного контролю умов утримання, раціонального використання всіх ресурсів, зниження впливу людини на вирощування. Автоматизація виробничих процесів дає змогу досягти високої ефективності, забезпечуючи оптимальний мікроклімат, автоматизоване годування та напування, моніторинг стану поголів'я.

Матеріали та методи. Матеріалом досліджень є система автоматизації пташника філії "Переробний комплекс" ТОВ "Вінницька птахофабрика". Пташник містить в собі такі компоненти: лінії подачі води, лінії годування та обладнання для підтримки мікроклімату. Система автоматизації побудована на базі сучасних вітчизняних технічних засобів автоматизації.

Результати.

Першочерговим завданням системи автоматизації пташника є створення сприятливого мікроклімату. Від даного чинника залежать не тільки обсяг і якість продукції, але і здоров'я птахів, а це в свою чергу впливає на кількість поголів'я.

До складу автоматизованої системи керування мікроклімату входить PLC АКУТЕК та перетворювачі температури, вологості, тиску та загазованості приміщення. Вищезазначені параметри мають значний вплив на комфорт птиці, що відображується на збереженні поголів'я до фінальних днів вирощування. Основним обладнанням для підтримки оптимальних умов повітряного середовища є теплонагрівачі та тепловідники, що відповідно нагрівають і охолоджують повітря в пташнику. Щоб охолоджувати пташник можна використати тепло відвідники які б витягували тепле повітря і тим самим охолоджували пташник.

Вагомим фактором є освітлення. При нестачі природного світла використовується світло люмінесцентних ламп. Автоматизована система освіти дозволяє регулювати рівень освіти залежно від часу доби, віку птиці та природного освітлення, що сприяє оптимальному розвитку та збереженню птиці.

Не менш важливою складовою системи автоматизації є забезпечення своєчасної та дозованої подачі корму та контроль за його наявністю в годівницях. Цю частину можна реалізувати за допомогою шнеків та індуктивного сенсора корму. Якщо контакти сенсора знаходиться в розімкненому положенні, то сигнал з PLC надходить на двигун, що обертає живильний шнек і, відповідно, наповнює кормом у годівниці. Необхідно врахувати те, що індуктивний сенсор повинен бути розташованим в останній годівниці біля двигуна - це важливо для того, щоб всі годівниці були заповнені.

Для реалізації автоматичної подачі води на лінії напування встановлені спеціальні поїлки, що наливають воду коли пташка торкається головою до носика поїлки. Також передбачено наявність електромагнітного клапана води яким, в разі аварії, автоматично перекривається подачу води в пташник.

Висновки. Впровадження сучасних технологій та ефективної системи автоматизації забезпечують оптимальний мікроклімат та освітлення, вчасну подачу корму та води. Все це сприяє збереженню поголів'я, зниженню та дозволяє покращити якість вирощування птиці.

**Застосування штучного інтелекту в складі системи автоматизації
твердопаливного енергетичного котла для прогнозування якості процесу
горіння при спектральному моніторингу топки**

Роман Карпенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Одним із перспективних рішень в автоматизації твердопаливних котлів є застосування штучного інтелекту (ШІ). Алгоритми машинного навчання в поєднанні з спектральним моніторингом дозволяють прогнозувати якість горіння палива в топці та автоматично коригувати робочі параметри.

Матеріали та методи. Пропонується застосувати наступні матеріали та методи:

- Датчики та сенсори для спектрального моніторингу: оптичні спектрометри, ІЧ-камери (тепловізори), фотодетектори та ПЗЗ-матриці (CCD/CMOS-камери), лазерні газоаналізатори;
- Обчислювальне обладнання: промислові контролери та комп'ютери (PLC, SCADA), сервери для обчислень (GPU, TPU), керуючі модулі ШІ;
- Обробка спектральних даних за допомогою ШІ, глибоке навчання (Deep Learning, CNN, LSTM);
- Прогнозування змін у процесі горіння – ШІ використовує історичні дані.

Результати. Дані, отримані в результаті спектрального моніторингу, використовуються для навчання моделі штучного інтелекту з метою прогнозування змін у процесі горіння. Штучний інтелект застосовується для обробки великого обсягу даних, отриманих із датчиків моніторингу. Основні етапи аналізу включають:

1. *Збір даних:* інформація з тепловізійних камер, датчиків газового аналізу, спектрометрів та SCADA-систем агрегується в єдиній базі даних;
2. *Попередня обробка:* алгоритми усувають шум, аномальні відхилення;
3. *Навчання нейромереж:* використання глибоких нейромереж (CNN, LSTM) для побудови моделей прогнозування температурних коливань та нерівномірності горіння;
4. *Прогнозування:* ШІ-алгоритми прогнозують зміну параметрів горіння на основі історичних даних та поточних вимірювань;
5. *Автоматичне коригування:* впровадження адаптивних алгоритмів регулювання подачі палива та повітря в системі автоматизації котла. Нерівномірний розподіл кисню може призводити до утворення чадного газу (CO), холодні зони свідчать про недостатню подачу палива або його погане розподілення, надто гарячі зони можуть означати локальне перегрівання та прискорене згорання. Області надмірного перегріву сприяють утворенню шлакових налипань;
6. *Візуалізація та звітність* – оператори отримують аналітичну інформацію про стан горіння та прогнози змін.

Висновки. Поєднання спектрального моніторингу топки та ШІ-алгоритмів забезпечить точний аналіз процесу, передбачить можливі відхилення та автоматично зкоригує параметри роботи котла, сприятиме запобіганню перегріву конструктивних елементів котла, знизить шкідливі викиди та утворення шлакових відкладень.

Література

1. Fan, X., Li, X. (2023). "Application of infrared thermography in combustion monitoring" Journal of Thermal Science and Engineering Applications, 11(4), 1-14.
2. Zhou, H., Wu, C., & Li, J. (2022). "Integration of III-based techniques for optimizing fuel combustion in industrial boilers." Applied Energy, 285, 116380.

Впровадження ШІ в автоматизованих та робототехнічних комплексах

В.В.Кузьменко

Відокремлений структурний підрозділ «Сумський фаховий коледж Національного університету харчових технологій»

В.І.Зайка

Відокремлений структурний підрозділ «Сумський фаховий коледж Національного університету харчових технологій»

У сучасних реаліях важко уявити велике підприємство без автоматизованих систем для різних технологічних процесів. Вони можуть варіювати від простих сенсорів клімат-контролю до складних комплексів, що включають широкий спектр датчиків, програмованих логічних контролерів (ПЛК) та виконавчих механізмів.

Однією з ключових тенденцій Індустрії 4.0 є активне впровадження штучного інтелекту в різні сфери промисловості та повсякденного життя. Сфери застосування ШІ майже безмежні — він може бути інтегрований у будь-яку галузь, забезпечуючи оптимізацію процесів, підвищення продуктивності та створення нових можливостей. Ще вчора штучний інтелект допомагав прокладати найкоротші маршрути в Google Maps, а вже сьогодні може генерувати відео, створювати музику, писати тексти та навіть знімати повноцінні фільми. Ймовірно, найближчим часом ми побачимо ще глибшу інтеграцію ШІ в охорону здоров'я, освіти, виробництва та наукових досліджень.

Наприклад, у медицині він може покращити діагностику захворювань та персоналізувати лікування, а в промисловості — зробити виробничі процеси ще більш автоматизованими та ефективними. Зважаючи на поточні тенденції, майбутнє штучного інтелекту виглядає досить перспективним, і його вплив на світ буде лише зростати. [1]

Поєднання роботизованих маніпуляторів та штучного інтелекту відкриває широкі можливості для автоматизації виробничих процесів. Це питання особливо актуальне при аналізі ринку засобів автоматизації та робототехніки. Таке поєднання може стати ключовим фактором підвищення продуктивності та ефекту від впровадження, а технології ШІ можуть значно покращити умови праці, замінюючи людей у небезпечних або монотонних завданнях, зменшуючи ризики травматизму та підвищуючи якість виконаних робіт.

Очевидно, що результатом стане універсальний продукт, здатний адаптуватися до різних умов роботи, самостійно навчатися та оптимізувати виконання завдань. Роботи маніпулятори зі штучним інтелектом зможуть не лише повторювати запрограмовані дії, а й аналізувати середовище, приймати рішення в реальному часі та реагувати на зміни в умовах роботи.

Ключовим підходом, який дозволяє поєднати, на перший погляд, непоеднувані речі є принцип Reinforcement Learning. Reinforcement Learning (навчання з підкріпленням). Цей підхід базується на постійному удосконаленні дій маніпулятора на основі власного досвіду. Робот отримує зворотний зв'язок про свої дії, аналізує їх ефективність і самостійно вчиться оптимальним рішенням. Чим більше спроб він робить, тим точніше виконує завдання, знаходячи найкращі стратегії роботи в різних умовах. [2] Маніпулятор зможе сам себе навчати та ставати досконалішим під час виконання наступних операцій та завдань.

З огляду на це, не менш важливим є застосування для самонавчання генетичних алгоритмів. Генетичні алгоритми відповідатимуть за вибір оптимальних

параметрів роботи в режимі Reinforcement Learning. Reinforcement Learning. До прикладу, система сама зможе визначати оптимальну траєкторію та швидкість руху, що в результаті дозволить прискорити процес, оптимізувати роботу та зменшити ризики колізій при сумісному використанні великої кількості роботів в одній робочій зоні.

Важливим фактором є індивідуальні налаштування робота маніпулятора, адже це впливає на його коректну та безаварійну роботу, а також можливість виконувати складні послідовності операцій.

Для розпізнавання об'єктів використовуються оптичні сенсори за для коректного зчитування габаритів та форми об'єктів обробки. На цьому етапі використання алгоритмів ШІ є безмежним.

ШІ дозволяє не тільки ідентифікувати об'єкти, а й аналізувати їх характеристики в режимі реального часу. В результаті взаємодії ШІ та оптичних сенсорів можна отримати точне вимірювання та аналіз роботи маніпулятора, якість обробки та виявити недоліки, що в кінцевому результаті вплине на якісне виконання функцій та кінцевого продукту виробництва.

Впроваджуючи технології ШІ важливо також визначити коло потенційних замовників та інтеграторів, які здатні бути першими в цьому кластері. На сьогодні такими замовниками вже є великі компанії, до прикладу: Amazon, холдинг Alibaba, Тесла, Boston Dynamics, IBM Watson Health та багато інших. [3] Якщо ж говорити про вітчизняний ринок, то це Data Science UA, Lemberg Solutions, Master of Code Global - компанії що займаються розробкою технологій ШІ та Rozetka, Нова Пошта, Укрпошта - що є користувачами алгоритмів ШІ в системах автоматизації.

Вітчизняний ринок автоматизованих систем з використанням ШІ лише починає свій розвиток. Також в Україні активно розвивається кластер Military-tech, де використання штучного інтелекту в безпілотних системах є актуальним та перспективним.

Література

1. Діамандіс П., Котлер С. Майбутнє ближче, ніж здається. Як технології змінюють бізнес, промисловість і наше життя. 2-ге вид. / пер. Д. Кожедуб. Київ: Лабораторія, 2022 — 256 с.
2. Plaata A. Deep Reinforcement Learning. Cham: Springer, 2022 — 373 с.
3. Кошель С. Проектування промислових роботів та маніпуляторів / С. Кошель, Ю. А. Ковальов, О. П. Манойленко - Київ: КМ Академія, 2016 — 320 с.

Актуальність інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень на основі аналізу струмових параметрів у потоково-транспортних системах.

Володимир Левицький, Олег Клименко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розробка інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (ІСППР) для потоково-транспортних систем (ПТС) є актуальним напрямом досліджень, що має як прикладне, так і фундаментальне значення. Зростаючі вимоги до оптимізації промислових процесів, зниження аварійності, енерговитрат та впровадження предиктивного обслуговування обумовлюють необхідність розширення існуючих підходів до моніторингу та аналізу технічного стану ПТС.

Матеріали і методи. У роботі здійснено аналіз наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів щодо впровадження ІСППР у ПТС, що транспортують сипучі матеріали. Досліджено можливість застосування аналізу струмових параметрів електродвигунів як індикатора технічного стану обладнання. Використано такі методи аналізу: критичний, порівняльний, контент-аналіз та метод експертної оцінки.

Результати дослідження. Встановлено, що ПТС являють собою сукупність електромеханічного обладнання та технологічних процесів, що забезпечують безперервний або контрольований рух матеріалів у межах промислових об'єктів. Вони є невід'ємною складовою підприємств харчової, аграрної, гірничодобувної, хімічної та інших галузей промисловості. Більшість існуючих ІСППР для ПТС базуються на моніторингу температурних, вагових параметрів, вологості та запиленості, тоді як аналіз струмових параметрів залишається недостатньо дослідженим.

Визначено, що моніторинг та аналіз струму холостого ходу та струму навантаження дозволяють виявляти аномалії в роботі системи. Зокрема, теоретичний аналіз засвідчив, що струм холостого ходу відображає стан механічних компонентів обладнання, таких як підшипники та редуктори. Відхилення цього параметра від нормативних значень може свідчити про підвищений механічний опір, спричинений зносом, забрудненням або недостатнім обслуговуванням обладнання. Натомість струм навантаження корелює з ефективністю транспортування матеріалу: його аномальні коливання можуть свідчити про перевантаження лінії або прослизання транспортної стрічки.

Для обробки даних струмових параметрів запропоновано використання комплексного підходу, що включає: пороговий аналіз для виявлення критичних відхилень; аналіз трендів для ідентифікації поступових змін у роботі обладнання; спектральний аналіз струмів для виявлення частотних характеристик аномалій; алгоритми машинного навчання, зокрема Isolation Forest для класифікації викидів та LSTM (Long Short-Term Memory) для прогнозування часових рядів.

Висновки. Запропонований підхід до аналізу струмових параметрів у потоково-транспортних системах дозволить значно підвищити ефективність виявлення нештатних ситуацій та впровадити предиктивне обслуговування. Інтеграція цих методів у ІСППР сприятиме покращенню надійності промислових процесів, зменшенню аварійності та оптимізації експлуатаційних витрат.

Прогнозування вологості жому на виході з барабану жомосушильного комплексу на основі моделі машинного навчання

Олексій Міркевич

Національний університет харчових технологій

Вступ. Метою дослідження є побудова моделі прогнозування вологості жому на виході з жомосушильного комплексу, що дозволить підвищити ефективність керування процесом сушіння. Завдання є актуальним у зв'язку з необхідністю економії енергоносіїв і стабілізації якості продукції.

Матеріали та методи. Використано дані про температуру на виході з барабана, вміст сухих речовин в пресованому жомі на вході в барабан, температуру в камері завантаження, швидкість подачі жому, тиск третинного повітря та швидкість обертання барабана. Модель побудована за допомогою алгоритму Random Forest з бібліотеки scikit-learn. Виконано попередню обробку даних, включно з очищенням, нормалізацією та емпіричним розрахунком вологості на виході при її відсутності.

Результати та обговорення. Модель була навчена на 8608 прикладах, з яких 20% виділено для тестування. Значення середньоквадратичної помилки (MSE) для тестової вибірки склало 0.00113, а для тренувальної — 0.00015, що свідчить про високу точність моделі та її здатність до узагальнення.

Середнє значення вологості на виході склало 12.89%. Було виявлено, що найсуттєвіший вплив на вологість на виході з барабану мають температура на вході в камеру завантаження та вміст сухих речовин. Візуалізація результатів у вигляді графіків розсіяння та 3D-графіків дозволила виявити стабільні зони сушіння при температурі на виході з барабану 114–116°C та сухих речовин пресованого жому на вході в барабан 23–24%. Такі умови забезпечують досягнення вологості на виході в межах 12.2–12.6%.

Кореляційний аналіз підтвердив наявність сильного зв'язку між параметрами процесу та вологості. Отримані результати демонструють, що модель може використовуватись для оперативного прогнозування вологості в умовах виробництва. Особливо цінним є те, що модель дозволяє виявити небажані режими роботи, які можуть призводити до пересушування або недостатнього сушіння продукту. Це дає можливість не лише реагувати на зміну умов, але й прогнозувати їх на кілька кроків вперед, використовуючи поточні значення параметрів процесу.

Висновки. Розроблена модель машинного навчання забезпечує високоточне прогнозування вологості на виході з жомосушильного комплексу. Результати дослідження можуть бути використані для реалізації автоматизованих систем керування технологічним процесом з метою підвищення енергоефективності.

Моніторинг кібербезпеки в АСУТП на основі Honeypot та SIEM

Андрій Михалюк, Роман Міркевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні АСУТП стають більш вразливими до кібератак та потребують ефективних механізмів захисту. У роботі пропонується підхід до розробки підсистеми моніторингу кібербезпеки АСУТП з використанням технологій Honeypot та SIEM.

Матеріали і методи. Аналіз існуючих рішень для захисту АСУТП включає розгляд проєктів SCADA Honeynet та Digital Bond. У рамках дослідження розроблено архітектуру мережевого Honeypot, який здатний імітувати поведінку реальних пристроїв, таких як ПЛК та RTU. Також запропоновано інтеграцію з системою SIEM, що дозволяє аналізувати події безпеки та автоматично реагувати на можливі загрози. Також використано протокол Modbus для відтворення роботи промислових пристроїв.

Результати. Результати. Використання honeypot дозволяє відстежувати атаки на різних рівнях мережевої архітектури АСУТП, сприяючи ранньому виявленню загроз та запобіганню можливим компрометаціям системи. Було визначено три рівні розміщення приманок: операційні мережі (SCADA/HMI), де honeypot імітує роботу диспетчерських станцій та інтерфейсів людина-машина; польові мережі (RTU/PLC), що дозволяє відстежувати атаки на промислові контролери та виконавчі механізми; а також корпоративні мережі (сервери, ІКТ), які є критичним сегментом зберігання даних і управління бізнес-процесами.

Запропонована модульна структура honeypot включає емулятор Modbus API, що імітує роботу промислових контролерів, а також сервіси FTP та SNMP для відтворення типових мережевих взаємодій. Це дозволяє створювати реалістичне середовище для зловмисників, спонукаючи їх до активної взаємодії, що значно підвищує ефективність збору інформації про атаки.

Дані, отримані в результаті взаємодії атакуючих з honeypot, автоматично передаються в систему управління інформаційною безпекою SIEM для глибокого аналізу. Це дає змогу не лише виявляти аномальну активність, а й корелювати отримані події з відомими шаблонами атак. Дослідження показало, що поєднання honeypot і SIEM дозволяє значно підвищити рівень кіберзахисту АСУТП, знижуючи ймовірність успішного вторгнення та мінімізуючи ризики компрометації критичних інфраструктурних систем. **Висновки.** Використання технологій Honeypot та SIEM дозволяє забезпечити комплексний підхід до захисту промислових систем. Інтеграція honeypot у систему моніторингу кібербезпеки АСУТП дозволяє ефективно ідентифікувати загрози, аналізувати вектор атак та покращувати загальний рівень безпеки. Подальші дослідження зосереджені на розширенні підтримки інших протоколів SCADA та автоматизації аналізу загроз.

Література:

1. Alakbarov, R., & Hashimov, M. (2023). Development of Security Mechanisms in Cloud Based SCADA Systems. In Proceedings of the 2023 5th International Conference on Problems of Cybernetics and Informatics.
2. Mesbah, M., Elsayed, M.S., Jurcut, A.D., & Azer, M. (2023). Analysis of ICS and SCADA Systems Attacks Using Honey pots. Future Internet, 15, 241.
3. Михалюк А. П., Міркевич Р. М. (2024). Сучасний стан та аналіз кібербезпеки автоматизованих систем керування технологічними процесами. Наукові праці НУХТ, 30(4), 30

Прогнозування технічного стану трубопроводу на основі аналізу вібрації та температури з використанням LightGBM і технологій доповненої реальності

Володимир Полупан, Павло Новаковський
Національний університет харчових технологій, Київ Україна

Вступ. Метою роботи є прогнозування дефектів харчових трубопроводів за вібраційними та температурними параметрами із застосуванням алгоритму LightGBM і технологій доповненої реальності (AR).

Матеріали та методи. Об'єкт досліджень – трубопровід для молочної сировини (AISI 304, Ø 50–100 мм). Вібрацію реєстрували акселерометром Analog Devices ADXL345, температуру – сенсором Maxim Integrated DS18B20. Сигнали аналізували методом FFT, температуру – статистично. Для прогнозування дефектів (ущільнення, мікротріщини, перегрів) застосували LightGBM. Результати інтегрували у мобільний AR-додаток (ARCore).

Результати і обговорення. FFT-аналіз вібраційного сигналу виявив частотні піки (~60 та 120 Гц), що вказують на дефекти трубопроводу (послаблення з'єднань, мікротріщини). RMS-значення сигналу характеризує інтенсивність вібрації. Періодичні перевищення температури за контрольну межу свідчать про локальні перегріви. Ймовірність дефекту визначали логістичною моделлю на основі цих параметрів за формулою:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

де z – параметри моделі LightGBM. Результати прогнозу інтегровано в мобільний AR-додаток, що накладає віртуальні мітки на реальний об'єкт. Це дозволяє оператору бачити проблемні ділянки в режимі реального часу, швидко реагувати на дефекти й оптимізувати профілактичні роботи.

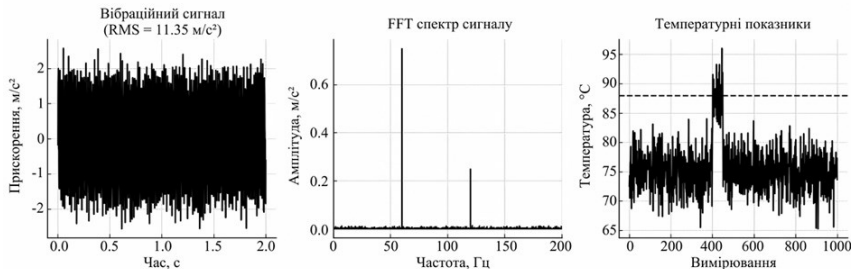


Рис. 1. FFT-спектр, вібраційний сигнал (RMS) та температурні показники трубопроводу.

Висновок. Поєднання вібраційно-температурного моніторингу, LightGBM та AR-технологій дає змогу оператору своєчасно виявляти дефекти, запобігаючи аварійним зупинкам і оптимізуючи профілактичне обслуговування.

Література

1. Lee, J., Kao, H., & Yang, S. (2023). Integration of Machine Learning and Augmented Reality for Predictive Maintenance in Food Processing. *Computers in Industry*, 152, 103902.
2. Rossi E., Conti M. (2023). Augmented Reality Applications for Maintenance and Inspection of Food Industry Equipment. *Applied Sciences*, 13(5), 3182.

Імітаційне моделювання ефективності автоматизованих транспортних систем на підприємствах харчової промисловості

Володимир Полупан, Ігор Гончаренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Харчова промисловість в контексті Індустрії 4.0 активно впроваджує автоматизовані транспортні системи (АТС) з метою підвищення продуктивності та ефективності виробничих процесів. Важливим етапом розроблення таких систем є імітаційне моделювання, яке дає змогу провести оцінювання продуктивності АТС, виявити в них вузькі місця та оптимізувати транспортні потоки.

Матеріали і методи. Для моделювання використане спеціалізоване програмне забезпечення FlexSim та AnyLogic, яке дає змогу здійснювати відтворення функціонування АТС у виробничому середовищі. Були змодельовані декілька сценаріїв експлуатації АТС, які враховували такі параметри, як кількість транспортних одиниць; завантаженість конвеєрних ліній; ефективність маршрутів автоматично керованих транспортних засобів (АКТЗ) та час циклу обробки продукції.

Результати та обговорення. За результатами моделювання встановлено, що оптимізацію кількості транспортних одиниць необхідно здійснювати з урахуванням особливостей виробничих процесів. Збільшення кількості транспортних одиниць без урахування обмежень пропускної спроможності системи може спричинити затримки у вузлах перетину маршрутів та зниження загальної ефективності АТС. Вузькими місцями системи, зокрема, є завантажувальні майданчики та ділянки обробки продукції.

Виявлено, що оптимізація маршрутів руху АКТЗ є ключовим чинником покращення показників ефективності функціонування АТС. Впровадження алгоритмів динамічного розподілу завдань з урахуванням поточного стану системи дало змогу зменшити середній час доставки продукції на 15-20%. Це вказує на високий потенціал таких алгоритмів у покращенні організації транспортних потоків, особливо в умовах змінного виробничого навантаження.

Також встановлено, що аналіз часу циклу обробки продукції надає цінну інформацію для ухвалення управлінських рішень. Зменшення часу циклу обробки продукції на 10% не лише підвищує продуктивність АТС, але й знижує експлуатаційні витрати за рахунок скорочення періодів простою та раціонального використання ресурсів.

Висновки. Імітаційне моделювання підтвердило ефективність впровадження АТС на підприємствах харчової промисловості. Застосування АКТЗ та оптимізація маршрутів руху сприяють скороченню витрат часу та підвищенню продуктивності виробництва. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію нейромережевих алгоритмів для адаптивного керування транспортними потоками.

Література

1. Banks J., Nicol D., Carson J., Nelson B. (2013) *Discrete-Event System Simulation*, Pearson, 568 p.
2. AnyLogic Simulation Software: <https://www.anylogic.com>
3. FlexSim Simulation Software: <https://www.flexsim.com>

Сегментація часового ряду при пошуку прецедентів з використанням топологічного аналізу

Євген Проскурка

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для управління технологічним процесом сатурації на цукровому заводі за допомогою прецедентного керування необхідно в рядах технологічних змінних знайти прецеденти. Прецеденти знаходяться з використанням топологічного аналізу.

Матеріали і методи. Використання топологічного аналізу дозволяє закодувати часові ряди технологічних змінних за допомогою топологічних кодів, з яких складаються топологічні фігури нижнього рівня. З топологічних фігур нижнього рівня створюються топологічні фігури верхнього рівня, що розбивають часовий ряд на сегменти. В часовому ряді ведеться пошук топологічних фігур верхнього рівня з однаковими топологічними кодами [1], які представляють собою прецеденти.

Результати. Кодування топологічними кодами часових рядів технологічних змінних для створення топологічних фігур нижнього рівня, а з них створюються топологічні фігури верхнього рівня з своїми кодами дозволяє створювати сегменти часового ряду та проводити процес сегментації часового ряду. Створені сегменти мають свої топологічні коди. Пошук однакових сегментів відбувається по топологічному коду.

Приклад знайдених топологічних фігур верхнього рівня з однаковим топологічним кодом $TU^1=1234567$ представлено на рис. 1.

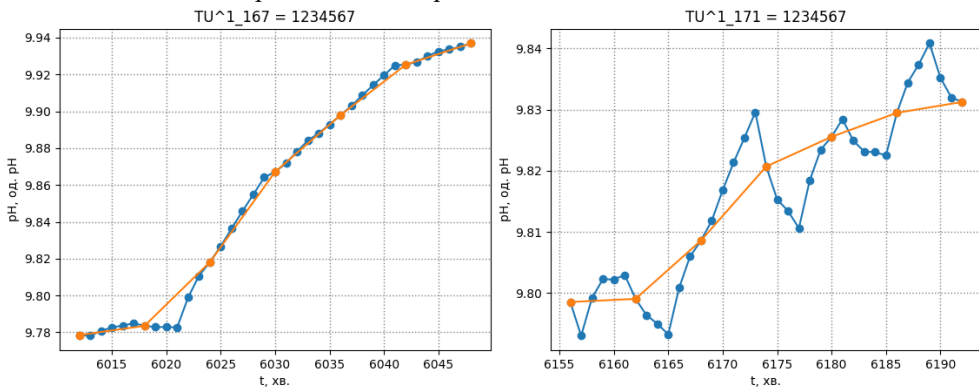


Рис. 1. Знайдені сегменти з однаковими топологічним кодом $TU^1=1234567$.

Висновки. Сегментація часового ряду технологічних змінних та виділення з сегментів прецедентів дозволить сформувати та занести прецеденти в базу прецедентів для подальшої кластеризації прецедентів в базі прецедентів.

Література

1. Проскурка Є.С. (2024) Пошук топологічних фігур в часових рядах технологічних змінних, *Матеріали XI Міжнародної науково-технічної Internet-конференція «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами»*, НУХТ, С. 98.

Дослідження динаміки ферментації пива за допомогою сенсорів типу "електронний ніс"

М.С. Романов

Національний університет харчових технологій

Бродіння суслу і доброджування молодого пива це останній акорд на етапі формування готового товарного продукту. Перша стадія бродіння характеризується інтенсивним зброджуванням цукрів сусла з отриманням молодого пива. Завершення цієї стадії визначають за динамікою зниження екстрактивних речовин (збродженого екстракту). Молоде (мутне) пиво, яке має своєрідний смак і аромат ще непридатне до споживання і вміст летких компонентів не контролюється, хіба за специфічним дріжджовим ароматом у цеху. Вміст останніх дуже важливий, адже впливає на подальше формування тіла пива.

При доброджуванні цукри, що ще залишилися, повільно зброджуються, пиво набуває характерних органолептичних властивостей, освітлюється та насичується діоксидом вуглецю, тобто відбувається дозрівання і пиво перетворюється в товарний продукт. Кінець доброджування визначають на вмістом діацетилу – віцінальний дікетон, що впливає на органолептичні показники пива (визначають на газовому хроматографі). Нема даних про контроль інших летких сполук, лише на етапі наукових досліджень ентузіастів. Леткі речовини хмелю, ацетальдегід, вищі спирти, леткі меркаптани, діоксид сірки – це не весь перелік сполук, які бажано контролювати під час ферментації.

Найбільший вплив на процес бродіння мають температура і кількість дріжджів. Пивне сусло зброджують при надлишковому тиску протягом 8 діб. При доброджуванні контролюють тиск у апараті, органолептичні показники сенсорно та ступінь освітлення пива. Тривалість доброджування залежить від сорту пива. Під час дегустації за допомогою органів відчуття (зору, нюху, смаку) об'єктивно та узагальнено оцінюються прозорість, колір, смак, аромат, хмелева гіркота, насиченість діоксидом вуглецю, піноутворення і піностійкість пива. Найважливішими показниками пива – є органолептичні, вони формуються остаточно при ферментації, тож контроль летких сполук на етапах стадій бродіння і доброджування є дуже актуальним.

Моніторинг вмісту летких органічних сполук під час ферментації пива в реальному часі забезпечить контроль якості продукту та зменшить ризик дефектів. Одним із перспективних інструментів для цього є сенсори типу "електронний ніс". Такі сенсори здатні проводити аналіз у реальному часі, відстежуючи леткі органічні сполуки, які утворюються під час бродіння і доброджування. Це дозволить достеменно визначати стадії процесу та оптимізувати режими ферментації для досягнення бажаних характеристик готового пива.

Література

1. Khorramifar, Ali & Rasekh, Mansour & Karami, Hamed. (2020). A review of the application of electronic nose in food industry.
2. Santos, José & Lozano, Jesús & Aleixandre, Manuel. (2017). Electronic Noses Applications in Beer Technology. 10.5772/intechopen.68822.

УДК 004.67:005.94

Автоматизована система керування комплексом крафтового пивоваріння на базі цифрових двійників
Романов Максим Олександрович

Національний університет харчових технологій. Київ, Україна

Вступ. Сучасним вектором трансформації систем керування промисловими підприємствами є впровадження принципів Індустрії 5.0, зокрема акценту на людиноцентричне виробництво. У сфері крафтового пивоваріння цей принцип лежить в основі діяльності підприємства, Ключовою конкурентною перевагою продукції крафтової броварні є компетенції пивовара не тільки у сенсі знань та досвіду, а також у спроможності до реалізації креативних рішень.

Матеріали та методи. Моделювання та впровадження у систему керування якісних характеристик продукту пов'язане із практиками його використання. Якщо за одиницю спостереження вибрати атомарний епізод використання, один бокал, то в кожному окремому випадку можливо оцінити мотиви споживача та культурні практики споживання. Спостереження зручно автоматизувати за рахунок використання спеціалізованих соціальних мереж.

Результати та обговорення. Моделювання та впровадження у систему керування якісних характеристик продукту пов'язане із практиками його використання. Зібрані дані дозволяють побудувати вектор задіяних практик як оцінку мотивації споживача. Зміна цього вектору у часі дозволяє розглянути динаміку як процес здобування споживацької компетенції. Попит і пропозиція можуть бути представлені як вектори якісних характеристик продукту, що змінюються у часі за різними сценаріями та узагальнюються щодо окремої особи чи групи осіб нелінійним ймовірнісним чином. Узагальнені на великій виборці епізодів у достатньому проміжку часу ці вектори якісних характеристик не є непередбачуваними. Найбільш вірогідною є S-образна форма кривої накопичення досвіду щодо кожного елементу вектору, можливо допустити інші форми перехідного процесу, але в цілому перехід від новизни до насичення по кожному елементу вектору є закономірним. Характерною особливістю запропонованого підходу є погляд на вимоги споживача як на компетенції – складну нелінійну структуру, і ймовірнісним характером оцінок та ефектами накопичення. Таким чином завданням дослідження є розглянути методи та способи оптимізації планування виробництва на базі не тільки ресурсів сталої структури із деякою варіабельністю параметрів, як то обладнання чи матеріальні ресурси, а також з урахуванням ресурсів змінної у часі структури із ймовірнісним характером застосування – компетенції пивовара чи споживача.

Висновки. Підсумовуючи вимоги до архітектури системи керування можемо описати її як неієрархічну шину даних та набір мікро сервісів що працюють з нею. Сервіс-орієнтована архітектура, де окремі системи автоматизації існують незалежно та ізолювано одна від одної, обмінюючись даними через доступ до загального сховища даних організації, що фактично містить цифровий двійник підприємства. Важливою є узгоджена онтологічна визначеність даних у загальному сховищі.

Література

1. ISO 23247-1 First edition 2021-10 Automation systems and integration — Digital twin framework for manufacturing — Part 1: Overview and general principles.
2. IEC 62264-1 Edition 2.0 2013-05 Enterprise-control system integration – Part 1: Models and terminology.

Загальна архітектура системи аналізу даних в Industry 4.0 з використанням SysML

Юлія Самойленко¹, Юлія Костюк²

1 - Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 - Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

Вступ. Архітектура системи аналізу даних є основою для інтеграції та оптимізації виробничих процесів в рамках концепції Industry 4.0. Важливим аспектом є створення ефективної та гнучкої архітектури, здатної обробляти великі обсяги даних, отримані від різноманітних пристроїв і сенсорів, та перетворювати їх на цінну інформацію для прийняття рішень.

Матеріали і методи. Архітектура системи аналізу даних в Industry 4.0 є складною і багатокомпонентною. Правильне використання інструментів моделювання, таких як SysML, допомагає створити надійні, масштабовані та ефективні системи для обробки і аналізу великих обсягів даних. Завдяки своїй здатності зображати як технічні аспекти (апаратне забезпечення, мережі, програмне забезпечення), так і динамічні процеси (обробка та аналіз даних, прийняття рішень), SysML забезпечує високий рівень зрозумілості та інтеграції для розробників, інженерів та аналітиків.

Результати. Система аналізу даних в Industry 4.0 має на меті збір і обробку великих обсягів даних з різних сенсорів, пристроїв і систем в реальному часі. Вона повинна бути здатною до: інтеграції даних з різних джерел (пристроїв IoT, виробничих систем, ERP, SCADA); обробки даних для отримання аналітичної інформації, яка допомагає приймати рішення; використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування та оптимізації процесів; забезпечення високої надійності, безпеки та масштабованості.

Загальна архітектура системи аналізу даних складається із трьох частин: промислового обладнання, Big Data/Analytics в хмарних обчисленнях, дашбورد інтерфейсу користувача. Big Data забезпечує збір даних із PLC, які розгорнуті на лініях, і відправлення їх для зберігання у хмарі. Така система містить як поточні дані, так і історію вже зібраних даних для використання в аналізі. Analytics забезпечує обробку даних, оптимізацію, використання штучного інтелекту та допомагає в підтримці прийняття рішень. В якості серверної системи додатків використовується API, яка буде працювати на сервері та забезпечувати зберігання, безпеку та доступ до даних користувача і результатів Analytics і служб сповіщень через мобільні додатки. Дашбورد інтерфейсу користувача реалізується через зовнішню систему додатків, який буде доступний користувачам через Інтернет з будь-якого браузера.

Висновки. Архітектура системи аналізу даних в Industry 4.0 є складною і багатокомпонентною, тому правильне використання інструментів моделювання, таких як SysML, допомагає створити надійні, масштабовані та ефективні системи для обробки і аналізу великих обсягів даних.

Література

1. Arantes Márcio, Bonnard Renan, Mattei André-Pierre, Saqui-Sannes Pierre de (2018), General Architecture for Data Analysis in Industry 4.0 using SysML and Model Based System Engineering. The 12th Annual IEEE International Systems Conference (SysCon 2018).

Керування камерними сушарками на основі вимірювань ваги завантаженої сировини

Володимир Мельник, Ярослав Смітюх

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сушіння є одним із найпоширеніших технологічних процесів у харчовій промисловості. Удосконалення керування сушінням є важливою задачею для зростання ефективності виробництва та забезпечення високої якості продукції.

Методи досліджень. Проводилися експериментальні дослідження сушіння фруктів і м'ясних сніків в камерній конвективній сушарці періодичної дії із контролем і наступним аналізом кінетики процесу сушіння.

Результати і обговорення. На практиці автоматичне керування процесом сушіння харчових продуктів в камерних конвективних сушарках здійснюється на основі вимірювань всього одного технологічного параметра – температури в камері сушарки. Це пояснюється простотою технічної реалізації вимірювань температури в камері сушарки. Регулювання температури здійснюються двопозиційними, або ПД-регуляторами. Завдання для регулятора температури найчастіше є постійним на протязі всього часу сушіння, або змінюється через визначені проміжки часу. Зміни завдання температури переважно здійснюються оператором по визначеній технологічній карті, проте використовуються також програмні регулятори температури. Технологічні карти, що складаються технологами на основі проведених експериментальних сушок, є жорсткими програмами для оператора без прив'язки до фактичного стану ходу процесу сушіння. Однак сировина, що надходить, може бути з різною початковою вологістю, з різними властивостями, можуть змінюватися виробничі умови, що може бути причиною зниження якості продукції і неефективності виробництва.

Процес сушіння зазвичай відбувається у три періоди: період підігріву, період постійної швидкості сушіння, період падаючої швидкості сушіння. Під час цих періодів і при переходах між ними відбуваються певні характерні зміни швидкості сушіння, тобто зміни швидкості відведення вологи із сировини, а отже і зміни ваги завантаженої сировини.

На сьогоднішній день автоматичне вимірювання ваги завантаженої сировини є досить простим і дешевим в технічній реалізації і, що важливо на практиці, не створює складнощів і не потребує якихось фахових вмінь від оператора для їх підготовки.

Використання автоматичних вимірювань ваги завантаженої сировини в інтелектуальних системах керування процесом сушіння дозволить:

- проводити ідентифікацію періодів процесу сушіння і переходів між ними;
- здійснювати зміну завдань для регулятора температури в камері, наприклад по заданому зниженні швидкості сушіння на третьому етапі чи взагалі здійснювати керування швидкістю сушіння тощо;
- здійснювати зміну настроювань регулятора температури відповідно до етапу процесу сушіння для підвищення якості регулювання;
- точно визначати момент закінчення процесу сушіння;
- об'єктивно проводити контроль і оцінку ефективності ведення процесу;

Висновки. Вимірювання ваги завантаженої сировини протягом процесу сушіння дозволить застосувати більш інтелектуальні і, відповідно, більш ефективні алгоритми керування процесом сушіння в камерних сушарках періодичної дії.

CIELAB color space as a basic model for prepress processes in image preparation

Roman Tyndyk

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Introduction. The CIELAB model is the standard in colourimetry and is widely used in the printing industry for accurate colour determination. It allows for the correction of colour differences between the input digital image and the final print reproduction. Using this model as the basis for prepress processes ensures a high level of colour matching between different printing technologies and materials.

Materials and methods. The study used spectrophotometric analysis to measure the colour characteristics of printed prints, as well as ICC profiles to calibrate printing equipment. The main mathematical tool was the CIELAB model, which was used to analyse colour differences using the ΔE metric. The experimental part was carried out on large-format inkjet printers.

Results. The colour matching analysis showed that the use of the CIELAB model in prepress processes significantly improves colour accuracy. The calculation of the ΔE values between the digital image and the printed print showed that without correction, the deviations could exceed 5-7 units, which is noticeable to the human eye. After calibrating the equipment and applying LUT correction, the average ΔE dropped to 1.8-2.5, which is an acceptable level for high-quality printing [1].

The use of ICC profiles and colour gamut compression techniques helped to minimise colour distortion, especially in the saturated hue area. The greatest improvements were seen in the prints printed on eco-solvent printers, where ink and material instability caused significant differences. The optimised system allowed us to standardise prepress processes, improve colour reproduction and reduce the need for manual adjustments.

In addition, testing was carried out on different types of media (glossy, matte paper, banner materials). It was found that adapting the colour palette through CIELAB improves the reproduction of gradients and fine details. It was also noticed that the use of LUT tables for colour correction provides stable results even when changing batches of printing materials and inks. This confirms the effectiveness of the proposed methods in real production conditions.

Conclusion. The CIELAB model is an effective tool for standardising colour reproduction in prepress processes. It ensures colour consistency between digital images and printed prints, minimises colour deviations and adapts to different printing technologies. This allows for consistent print quality regardless of the material and ink type.

References:

1. Tyndyk R.S. *Аналіз впливу ключових елементів профілювання на якісне кольоровідтворення в широкоформатному струменевому друці. 24-та Міжнародна науково-технічна конференція студентів і аспірантів "Друкарство молоде". Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, 11 April 2024. pp. 106-109.*

Когнітивні цифрові двійники та федеративне навчання. Переваги використання

Шевченко Родіон

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В епоху цифрової трансформації відбувається активний розвиток наступного покоління цифрових двійників – когнітивні цифрові двійники, які являють собою наступний етап розвитку цифровізації.

Матеріали та методи. Аналітика технологічних даних, імітаційне моделювання процесів, онтологічний аналіз для формування взаємозв'язків.

Результати та обговорення. Когнітивні цифрові двійники [1] дозволяють інтегрувати різнотипні системи, використовуючи онтологічні зв'язки між моделями, визначаючи зони впливу та взаємовідносини між ними. У цукровій промисловості цей підхід сприяє підвищенню ефективності взаємодії між відділеннями та виробничими системами. Онтологічні зв'язки та база знань, насичені контекстними даними, забезпечують повне розуміння зон впливу між системами під час синтезу моделей цифрових двійників. Когнітивні цифрові двійники підвищують ефективність процесів завдяки повному опису взаємопов'язаних параметрів. Це сприяє зниженню витрат, оскільки враховуються не лише технологічні системи, а й суміжні слабкозв'язані підсистеми. Даний підхід призводить до зменшення витрат енергоносіїв у процесах, які неможливо проаналізувати без побудови онтологічних зв'язків між об'єктами та технологічними параметрами. Застосування федеративного навчання, основи якого висвітлено в [2], за рахунок використання глобальної моделі та агрегування даних на централізованому сервері, дозволяють ефективно використовувати розподілені когнітивні цифрові двійники навіть на менш потужному та економічному обладнанні за рахунок пом'якшення вимог до обчислювальних потужностей, окрім того, розподілене навчання збільшує надійність обробки даних.

Висновки. Використання когнітивних цифрових двійників дозволяє інтегрувати різнотипні виробничі системи, що сприяє зниженню витрат на енергоносії та підвищенню ефективності виробництва. Застосування федеративного навчання дає змогу оптимізувати використання ресурсів та адаптувати моделі до змін без різкого збільшення витрат на обчислювальні потужності.

Література.

1. Jinzhi, L., Zhaorui, Y., Xiaochen, Z., Jian, W. and Dimitris, K. (2022). Exploring the concept of Cognitive Digital Twin from model-based systems engineering perspective. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 121(9-10), pp.5835–5854. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-022-09610-5> [електронний ресурс]
2. Nguyen, D.C., Ding, M., Pathirana, P.N., Seneviratne, A., Li, J. and Poor, H.V. (2021). Federated Learning for Internet of Things: A Comprehensive Survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 23(3), pp.1–1. doi: <https://doi.org/10.1109/comst.2021.3075439> [електронний ресурс]

Використання ПОТ для вирішення проблем енерговтрат на промислових об'єктах

Павло Юшук, Віктор Сідлецький

Національний університет харчових технологій

Вступ. Промислові об'єкти часто стикаються з проблемами неефективного використання енергії, що призводить до значних фінансових втрат і підвищеного екологічного навантаження. Однією з ключових проблем є недостатній контроль за енергоспоживанням окремих систем, що ускладнює виявлення зон із надмірними втратами енергії.

Матеріали та методи. Дослідження проводилися на базі класичних промислових об'єктів. Як матеріали для аналізу використовувалися дані про енергоспоживання систем отримані за допомогою датчиків ПоТ, встановлених на ключовому обладнанні, інтегровані з хмарними платформами для обробки даних. Аналіз ефективності енергоспоживання та виявлення втрат проводилися з використанням алгоритмів машинного навчання та порівняльного аналізу з еталонними показниками енергоефективності аналогічних систем.

Результати та обговорення. Розглянемо типову ситуацію на промисловому об'єкті, де система стисненого повітря є однією з найбільш енергоємних. Через витоки в трубопроводах або неефективну роботу компресорів до 30% енергії може втрачатися, але без детального моніторингу ці втрати залишаються невидимими. Аналогічна проблема виникає з системами опалення, де через низьку ізоляцію або неправильне регулювання температури значна частина тепла втрачається. Такі ситуації призводять до зростання витрат на енергоресурси, зниження конкурентоспроможності підприємства та збільшення викидів парникових газів.

Іншою проблемою є непередбачувані простої обладнання через поломки, які виникають через відсутність своєчасного обслуговування. ПоТ дозволяє вирішити зазначені проблеми завдяки автоматизованому збору та аналізу даних. Наприклад:

- Виявлення витоків у системі: Датчики, підключені до ПоТ, можуть постійно відстежувати параметри роботи системи. Якщо система виявляє зниження параметру, яке не відповідає очікуваним показникам, вона автоматично сигналізує про можливий витік. Це дозволяє швидко локалізувати проблему та усунути її, зменшивши втрати енергії.

- Прогнозне обслуговування: Аналіз вібрації, температури та інших параметрів насосів або компресорів дозволяє передбачати їх поломки. Наприклад, якщо датчики фіксують підвищену вібрацію насоса, система ПоТ може спрогнозувати його вихід з ладу за кілька тижнів до цього. Це дає змогу запланувати технічне обслуговування, уникнувши простоїв і додаткових витрат.

Висновок. ПоТ є потужним інструментом для вирішення конкретних проблем енергетичних втрат на промислових об'єктах. Завдяки автоматизованому моніторингу та аналізу даних підприємства можуть виявляти неефективні системи, зменшувати витоки енергії та уникати простоїв обладнання. Практичні приклади показують, що впровадження ПоТ дозволяє не лише знизити витрати, але й досягти цілей сталого розвитку. Однак успішне використання ПоТ вимагає комплексного підходу, включаючи інвестиції в технології, навчання персоналу та забезпечення кібербезпеки.

Цифрові двійники в системах керування очисними спорудами.

Олександр Янов, Олег Клименко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Зростаючі вимоги до якості очищення стічних вод та дефіцит водних ресурсів спонукає до мінімізації їх споживання та повторного використання, що потребує оптимізації та підвищення ефективності роботи очисних споруд.

Матеріали і методи. У дослідженні було використано інформацію з наукових публікацій, нормативних документів та інших джерел інформації з теми впровадження цифрових двійників в цілому для автоматизації виробництв та окремо проаналізовано потребу впровадження цифрових двійників для автоматизації та управління очисними спорудами.

Результати. Аналіз джерел інформації показав, що впровадження цифрових двійників для автоматизації виробництва має позитивний ефект.

По-перше, цифрові двійники можуть знизити загальні виробничі витрати на 10-20% завдяки оптимізації процесів, зменшенню відходів та підвищенню ефективності використання ресурсів. Економія енергії досягає 15%, що означає суттєве скорочення витрат в енергоємних галузях.

По-друге, цифрові двійники можуть знизити витрати на технічне обслуговування до 30%, передбачаючи поломки обладнання та оптимізуючи графіки ремонту. Це дає змогу уникати дорогих незапланованих простоїв. Також зменшення відсотка браку та економія, пов'язана з дефектами, може сягати 20% завдяки ранньому виявленню проблем у виробництві.

По-третє, деякі компанії скоротили цикли розробки продуктів до 50% за допомогою цифрових двійників для віртуального тестування, що опосередковано зменшує витрати на дослідження та розробку, мінімізуючи потребу у фізичних прототипах.

Зростання вимог до якості очищення стічних вод зумовлене кількома факторами. Насамперед, екологічні стандарти щодо скидання стічних вод стають жорсткішими, що вимагає використання сучасних технологій очищення. Крім того, нестача водних ресурсів стимулює зменшення водоспоживання та повторне використання води, для чого необхідно вдосконалювати роботу очисних споруд. Також у промислових зонах зростає обсяг стічних вод, що створює додаткові завдання для систем очищення. Водночас підвищення екологічної свідомості суспільства посилює увагу до якості очищеної води та її впливу на природу. Щоб відповідати цим викликам, для очисних споруд слід впроваджувати новітні технології, такі як цифрові двійники.

Цифрові двійники відіграють ключову роль у підвищенні безпеки очисних споруд. Завдяки здатності моделювати різноманітні робочі сценарії, зокрема аварійні, вони дозволяють заздалегідь виявляти можливі ризики та запобігати нештатним ситуаціям. Наприклад, можна симулювати витоки, переповнення резервуарів, поломки обладнання чи інші збої. Окрім того, технологія підтримує навчання персоналу та підготовку до дій у кризових ситуаціях.

Висновки. Розробка та впровадження систем автоматизованого керування очисними спорудами на основі цифрових двійників є актуальним завданням, яке має значний економічний та екологічний ефект. Це сприятиме збереженню водних ресурсів і захисту довкілля.

Алгоритм технології реалізації реабілітаційних заходів для військових та цивільного населення після поранень чи травм

Ярослав Гладкий, Мирослава Гладка

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Вступ. Дослідження спрямоване на розробку інтелектуальної інформаційної технології, яка забезпечить комплексний підхід до реабілітації військових та цивільного населення після поранень та травм.

Методи досліджень. Метою цього дослідження є розробка інтелектуальної інформаційної технології для реалізації реабілітаційних заходів, яка базуватиметься на використанні штучного інтелекту та комп'ютерного зору.

Результати і обговорення. Для реалізації технології розробимо алгоритм, що буде включати основні функції з реабілітації (рисунк 1).

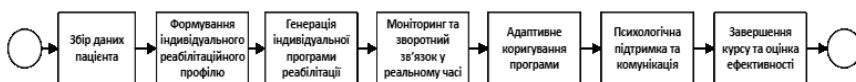


Рис. 1. Алгоритм реалізації технології

Представимо більш детальний опис кожного блоку алгоритму.

1. Збір даних пацієнта: ідентифікація пацієнта; медичні дані: діагноз, тип травми, історія хвороб; антропометричні дані та біометричні показники.

2. Формування індивідуального реабілітаційного профілю: автоматичний аналіз вхідних даних; визначення ступеня пошкодження та прогноз часу відновлення; вибір рекомендованих видів терапії; формування адаптивного плану реабілітації.

3. Генерація індивідуальної програми реабілітації: розклад занять, фізичних вправ, психотерапевтичних сесій; автоматичний підбір навчальних матеріалів; рекомендації щодо харчування, сну та відновлення.

4. Моніторинг та зворотний зв'язок у реальному часі: збір показників із носимих пристроїв (пульс, тиск, активність, якість сну); оцінка прогресу за допомогою регулярних тестів і опитувань; аналіз відхилень та тривожних сигналів.

5. Адаптивне коригування програми: автоматичне коригування навантаження та методів лікування; рекомендації лікарям і можливість ручного втручання фахівців.

6. Психологічна підтримка та комунікація: віртуальний асистент для відповіді на запитання пацієнта; чат або відеозв'язок із психологом або лікарем.

7. Завершення курсу та оцінка ефективності: фінальна діагностика.

Висновок. Використання інтелектуальної інформаційної технології дозволить забезпечити ефективний та автоматизований процес реабілітації військових та цивільного населення після поранень і травм.

Література

Hladkyi, Y., Gladka, M., Kostikov, M., Lisnevskyi, R. (2021). An IoT Solution: A Fitness Trainer. Information Technology and Implementation 2021. Selected Papers of the VIII International Scientific Conference "Information Technology and Implementation" (IT&I-2021), Kyiv, Ukraine, 215-226. Available at: CEUR-WS.org.

Tensor Analysis for Enhanced Control in Vacuum Pan Sugar Crystallization

Viktor Sidletskyi

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. Sugar crystallization in vacuum pans is a complex, nonlinear process, posing significant challenges for automated control systems. Precise control relies heavily on indirectly measured parameters due to the lack of instruments for direct measurement.

Materials and methods. This study applies tensor analysis based on deformation gradients derived from solids content and temperature data. These tensors characterize changes in crystallization dynamics and inform automated control system settings.

Results. Analyses revealed deformation gradients that significantly correlate with critical sugar crystallization parameters, including solids content, temperature, and their distribution. Divergence of deformation tensors, volume changes, velocity, and acceleration were computed. These parameters serve as amplification factors essential for tuning control loops and ensuring crystallization stability. The divergence of the deformation tensor effectively indicated internal state changes, facilitating real-time adjustments for optimal conditions. To investigate the impact of concentration variations on the crystallization process, the vacuum apparatus was studied under initial loadings of 25% and final loadings of 35%. This approach enabled comprehensive analysis over a wide concentration range, crucial for determining optimal crystallization conditions.

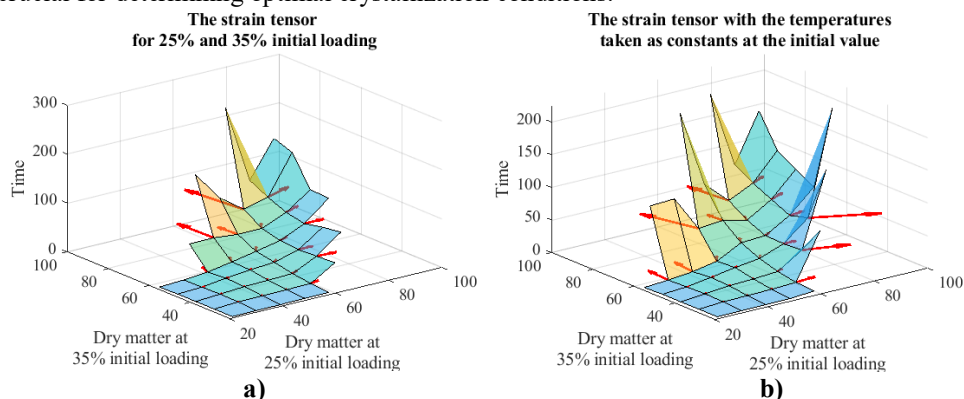


Fig. 1. The strain tensors constructed at 25% and 35% initial loadings of the apparatus.

Surfaces representing deformation gradients of the crystallization process were constructed in spatial coordinates. For analytical purposes, data were presented as follows (Fig. 1): (a) surfaces constructed at 25% and 35% initial apparatus loading under actual conditions; (b) surfaces constructed at 25% and 35% initial apparatus loading, assuming temperature as constant and equal to its initial value.

Conclusions. Strain gradients derived from vectors containing dry matter content and temperature data provide a comprehensive characterization of the sugar crystallization process in vacuum pans.

References. Sidletskyi V., Kukhar O. (2024), Change of crystallization process attributes in a vacuum pan of automation systems, *Ukrainian Food Journal*, 13(2), pp. 366–384, <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2024-13-2-12>

Синтез цифрового оптимального регулятора для об'єктів керування (ОК) зі складними взаємозв'язками

Дмитро Тюляков

Наталія Луцька

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. До найбільш складних МІМО ОК належать такі, що мають сильні взаємні зв'язки. В загальному вигляді такі об'єкти можуть бути описані рівнянням:

$$Y(s) = W(s)U(s) + L(s)Y(s)$$

де $W(s)$ - матрична передавальна функція відношення вихід-вхід, $L(s)$ - матрична передавальна функція зв'язків між виходами. Дане рівняння може бути спрощено до канонічного вигляду: $Y(s) = \tilde{W}(s)U(s)$. Але це доволі рутинний процес, який веде до втрати структури ОК.

Матеріали і методи. Для аналізу динаміки ОК запропоновано використовувати модель в просторі станів:

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx + Du \end{cases}$$

В якості прикладу розглянута модель четвертого порядку, що представлена на рис.1. Структура моделі залишається за рахунок блочного представлення матриці системи A та матриці керування B . Для даного ОК $y = x$, $D = 0$. Для компенсації статичної помилки по виходам x_2 , x_4 обрано дискретний інтегральний закон керування. Для цього зроблений перехід до розширеного простору станів, який включає два додаткових стани інтеграторів. Надалі використаний метод LQR для розрахунку оптимальних коефіцієнтів матриці зворотного зв'язку $K = [K_x, K_i]$, де $K_x \in \mathcal{R}^{2 \times 4}$ - зворотний зв'язок по виміряним станам ОК, $K_i \in \mathcal{R}^{2 \times 2}$ - матриця інтегральних коефіцієнтів (зворотний зв'язок по розширеним станам).

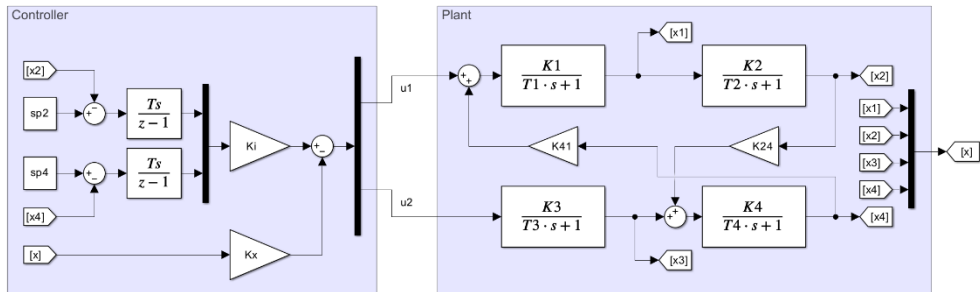


Рис.1. Блок-схема МІМО ОК з регулятором

Результати. При малому (відносно постійних часу ОК) періоді дискретизації допустимо використовувати неперервну модель. Але в даному випадку отримується результат наближений до оптимального, що підтверджено в результаті виконання роботи. З ростом періоду дискретизації дискретний регулятор з неперервними коефіцієнтами втрачає стійкість. В той же час перехід до дискретної моделі ОК з використанням дискретного LQR дозволило знайти значення матриць K_x , K_i для побудови оптимального регулятора з кращими показниками якості.

Висновки. Сучасні методи синтезу дозволяють відносно легко вирішувати задачі синтезу оптимальних регуляторів для складних МІМО об'єктів керування, але при переході до дискретної форми потрібно враховувати час дискретизації.

19.2.

Information technology

Chairperson – professor Serhii Hrybkov

Secretary – associate professor Mykhailo Hrama

19.2.

Інформаційні технології

Голова – проф. Сергій Грибков

Секретар – Михайло Грама

Розроблення та впровадження вебзастосунку для гри «Камінь, ножиці, папір»

Рімма Бердо, Катерина Хотінь

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Розвиток клієнт-серверних архітектур і засобів обробки даних реального часу сприяли зростанню популярності веб-ігор. Однією з класичних ігор із простими, але цікавими правилами та багатокористувацькою взаємодією, є «Камінь, ножиці, папір». Попри свою простоту, вона має аспекти ймовірності та стратегічного аналізу, що робить її цікавою для досліджень. Розроблення вебдодатків для інтерактивних ігор включає вибір архітектури, швидкий обмін даними між клієнтом і сервером, оптимізацію алгоритмів обробки ігрової логіки та проєктування зручних інтерфейсів.

Матеріали і методи. У дослідженні використано сучасні веб-технології (HTML, CSS, JavaScript) для клієнтської частини, Flask (Python) для серверної, а також SQL для збереження даних.

Результати. Розроблений застосунок використовує сучасні веб-технології для забезпечення динамічного та адаптивного інтерфейсу користувача, реалізованого за допомогою HTML, CSS та JavaScript. Для його розроблення необхідно було розв'язати такі завдання.

1. Проаналізувати сучасні підходи до розроблення клієнт-серверних веб-застосунків для онлайн-ігор.

2. Спроєктувати архітектуру веб-застосунку, включаючи клієнтську, серверну частини та базу даних.

3. Реалізувати алгоритми логіки гри, включаючи механізм автоматичного підбору суперників.

4. Здійснити тестування застосунку для оцінки його продуктивності та зручності використання.

Серверна частина побудована на Python із використанням фреймворків Flask, що забезпечує ефективне опрацювання запитів, керування ігровими сесіями та збереження даних у SQL-БД для надійного зберігання інформації про користувачів в усі матчі. Для персоналізації та ведення рейтингової системи реалізовано автентифікацію та керування обліковими записами. Архітектура застосунку є клієнт-серверною: клієнтська частина відповідає за взаємодію з користувачем, а серверна — за обробку запитів, управління матчами та збереження даних. Для мінімальної затримки при обміні даними між гравцями використано асинхронну взаємодію.

Розроблений веб-застосунок «Камінь, ножиці, папір» являє собою повноцінний інтерактивний сервіс, що підтримує багатокористувацьку взаємодію. В ході розроблення було визначено оптимальні технології для створення веб-застосунків у сфері онлайн-ігор, а також реалізовано гнучку архітектуру, яка забезпечує легке масштабування системи та можливість додавання нових функцій. У застосунку впроваджено механізми автентифікації користувачів, збереження їхньої ігрової статистики та автоматичного розподілу гравців у іграх. Проведене тестування підтвердило стабільну роботу системи та її повну відповідність усім функціональним вимогам.

Висновки. Перспективи подальшого розвитку застосунку включають розширення його функціоналу шляхом інтеграції штучного інтелекту для аналізу стратегій гравців, додавання можливості командних змагань та розроблення мобільної версії гри.

Безпека даних в епоху штучного інтелекту: виклики та рішення

Максим Богуславський, Віталій Ісаєнко, Вікторія Волосождар
Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. У сучасному світі стрімкий розвиток штучного інтелекту (ШІ) кардинально змінює підходи до обробки, аналізу та використання даних. Завдяки алгоритмам машинного навчання та глибокого аналізу інформації автоматизуються бізнес-процеси, покращується якість обслуговування, а також зростає ефективність прийняття рішень. Однак разом із цими перевагами зростають і ризики, пов'язані з безпекою та конфіденційністю даних.

Матеріали і методи. Для дослідження проблем безпеки даних у контексті штучного інтелекту використано комплексний підхід, що включає аналіз наукової літератури, вивчення сучасних методів захисту інформації та практичне моделювання загроз.

Результати. ШІ-системи потребують великих обсягів даних для навчання, що створює загрози витоку, маніпуляції або несанкціонованого використання інформації. Крім того, алгоритми можуть мати вразливості, які дозволяють зловмисникам впливати на результати їхньої роботи. Ці виклики потребують нових підходів до забезпечення безпеки даних та розроблення ефективних механізмів захисту. В ході дослідження виявлено основні загрози безпеці даних в системах штучного інтелекту та оцінено ефективність сучасних методів захисту.

1. Ключові загрози безпеці даних в ШІ:

Атаки на навчальні дані: дослідження показало, що методи «отруєння даних» (data poisoning) можуть значно впливати на точність моделей, спричиняючи неправильні прогнози.

Атаки на конфіденційність: моделі машинного навчання можуть зберігати чутливу інформацію, що дозволяє відновлювати вихідні дані (наприклад, атаки з відновленням членства — *membership inference attacks*).

Атаки на цілісність моделей: досліджено можливість маніпуляції вхідними даними (adversarial attacks), що може призвести до некоректних рішень у критичних сферах, таких як медицина або фінанси.

2. Ефективність методів захисту

Диференційна конфіденційність: використання цього підходу зменшило ризик відновлення приватних даних, але призвело до незначного зниження точності моделі.

Гомоморфне шифрування: забезпечує безпечну обробку даних без їх розшифрування, проте вимагає значних обчислювальних ресурсів.

Розширене навчання без розголошення даних (Federated Learning): дозволяє навчати моделі без централізованого зберігання даних, що покращує конфіденційність, але має ризики пов'язані з передачею оновлених ваг моделі.

Висновки. Дослідження показало, що розвиток штучного інтелекту супроводжується зростанням загроз для безпеки даних. Основними ризиками є атаки на навчальні набори, витік конфіденційної інформації та маніпуляції вхідними даними, що може суттєво впливати на результати роботи ШІ-систем.

Для підвищення рівня безпеки було проаналізовано сучасні методи захисту, серед яких диференційна конфіденційність, гомоморфне шифрування та федеративне навчання. Вони демонструють високу ефективність у забезпеченні конфіденційності, але мають певні обмеження, такі як підвищені обчислювальні витрати або зниження точності моделей.

Моделювання фактичного контакту шорстких поверхонь матеріалів

Євгеній Бондар

Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, Київ, Україна

Віталій Поляков

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Для виробництва харчової продукції в харчовій промисловості використовують агрегати, вузли, механізми машин, обладнання. Шорсткість поверхні працюючих механізмів машин визначає головну роль споживання електричної енергії в результаті тертя, для передачі або відводу теплової енергії між робочими поверхнями, що впливає на довговічність роботи обладнання.

Матеріали і методи. Математичні розрахунки і моделювання проводили в середовищі програмного пакету Origin Lab.

Зображення поверхні, в цій роботі — поверхні алюмінію марки АД0, отримували на оптичному профілометрі.

Результати. Дві поверхні завжди контактують на окремих малих площах — фактичній площі контакту, яка складає приблизно 0,1–10% (частіше 0,5–2,5%) від номінальної поверхні контакту [1].

Якщо розглядати контактну область поверхні матеріалу в рамках статистичного розподілу висотних параметрів (ординат) шорсткої поверхні, то вона починається від значень більших за значення середнього квадратичного відхилення S_q .

Метою наведеного дослідження було побудувати залежність (розподіл) кількості висот (вершин) шорсткої поверхні матеріалу, вище рівня S_q від довжини хвилі шорсткості.

Площа досліджуваної поверхні становила 100 x 75 мкм. При цифровій обробці аналогового зображення поверхні отримали матрицю висот шорсткої поверхні розміром 640 x 480 пікселів. Кожному пікселю співставляються висотні параметри шорсткої поверхні в мкм, отримані по відтінкам сірого.

За допомогою аналізу Фур'є шорстка поверхня розглядається як набір синусоїдальних компонентів різних частот (довжин хвиль).

За теоремою Найквіста, якщо збільшувати інтервал дискретизації ми зменшуємо просторову частоту фіксації нерівностей і таким чином можемо прослідкувати вклад кожної із просторових частот в формування нерівностей поверхні. Якщо взяти похідну отриманих нерівностей поверхні, то отримаємо шукані висоти вершини, які беруть участь в контактних взаємодіях.

Залежність кількості висот (вершин) шорсткої поверхні матеріалу, вище рівня S_q від довжини хвилі шорсткості є параболічною.

Висновки. Дві поверхні з рівними середніми квадратичними (арифметичними) шорсткостями, але з різними кількостями довжин хвиль шорсткості в спектральному діапазоні мають різну фактичну контактну площу, що впливає на провідність тепла, зношення механізмів машин обладнання.

Література

1. Сіренко Г. О., Солтис Л. М. (2010) Моделі нанометричної та мікрометричної шорсткості поверхні твердих тіл (Огляд), *Фізика і хімія твердого тіла*, т. 11, № 2, с. 423–446.

Розвиток iOS: від App Store до штучного інтелекту

Дмитрій Вдовенко, Ольга Сєдих

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток iOS визначає технологічний прогрес мобільних пристроїв, впливаючи на безпеку, продуктивність та взаємодію користувачів із цифровим середовищем. Впровадження новітніх технологій у систему iOS — сприяє розширенню її можливостей та адаптації до сучасних потреб.

Матеріали і методи. Дослідження базується на аналізі основних версій iOS, випущених із 2007 по 2024, а також їхнього впливу на екосистему мобільних пристроїв. Використані джерела включають офіційні документи Apple, технічні звіти, аналітичні статті та історичні огляди розвитку мобільних операційних систем. Основний метод — порівняльний аналіз функціональних змін, спрямованих на вдосконалення продуктивності, безпеки та інтеграції новітніх технологій у мобільну платформу. Особлива увага приділена впровадженню ключових інновацій, таких як App Store, Siri, ARKit, Live Activities та інтеграції штучного інтелекту у iOS 18. Також оцінено їхній вплив на зручність використання, розширення можливостей розробників і загальну взаємодію користувачів із пристроями [1].

Результати. Впровадження App Store у 2008 стало ключовою подією, що сформувала нову економічну модель розповсюдження програмного забезпечення для мобільних пристроїв, надавши незалежним розробникам доступ до глобальної аудиторії. Відтоді кількість доступних застосунків зросла з кількох тисяч до кількох мільйонів, що вплинуло на зростання популярності iOS. Вихід iOS 7 у 2013 ознаменував перехід до мінімалістичного дизайну інтерфейсу, відмову від скевоморфізму та впровадження нових анімацій, що покращили сприйняття візуальних елементів. iOS 10 (2016) запропонувала розширені можливості для Siri, відкривши її для сторонніх розробників через SiriKit, що дозволило інтегрувати голосове управління у застосунки. У 2017 Apple презентувала ARKit, що зробило можливим масове використання доповненої реальності у мобільних додатках, сприяючи розвитку освітніх, ігрових і комерційних рішень. iOS 14 (2020) принесла нові можливості персоналізації пристрою, зокрема віджети на головному екрані та App Library, що вперше надало користувачам альтернативний спосіб організації додатків. Важливим кроком у напрямку підвищення конфіденційності стала iOS 15 (2021), яка впровадила App Tracking Transparency, що зобов'язує застосунки отримувати дозвіл на відстеження активності користувача. Останній етап розвитку — iOS 18 (2024), яка інтегрувала штучний інтелект для генерації текстів, зображень та автоматизації процесів у Siri. Додано функцію Tap to Cash, що полегшує фінансові транзакції без необхідності використання банківських застосунків [2].

Висновки. Еволюція iOS демонструє стратегію Apple щодо інтеграції передових технологій для підвищення продуктивності та безпеки мобільних пристроїв. Впровадження штучного інтелекту відкриває нові перспективи для автоматизації та персоналізації мобільного середовища.

Література

1. Apple iOS — все, що потрібно знати (2024) *GSMhub.com.ua* [online]. URL : <https://gsmhub.com.ua/glossary/apple-ios>.
2. The History of iOS, from Version 1.0 to 18.0 (2024) *Lifewire* [online]. URL : <https://www.lifewire.com/ios-versions-4147730>.

Інформаційні технології як інструмент підвищення економічної ефективності

Максим Зубенко, Інна Ющук, Володимир Овчарук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Досягнення економічного ефекту в бізнесі значною мірою залежить від ефективного використання інформаційних технологій, які сприяють оптимізації процесів управління, зниженню витрат та підвищенню продуктивності.

Матеріали і методи. Дослідження засноване на сучасних наукових підходах до оптимізації бізнес-процесів таких, як теорія управління бізнес-процесами (Business Process Management, BPM), методи аналізу великих даних (Big Data Analytics), концепція «розумного виробництва» (*Smart Manufacturing*), Інтернету речей (IoT) та теорія цифрової трансформації бізнесу.

Результати. Одним із ключових методів оптимізації є впровадження аналітичних систем, які базуються на технологіях великих даних (Big Data) та штучного інтелекту. Використання таких систем дозволяє глибоко аналізувати ринкові тенденції, прогнозувати зміни в попиті та автоматизувати прийняття управлінських рішень. Все перераховане знижує ризики та підвищує конкурентоспроможність бізнесу.

Автоматизація бізнес-процесів є напрямом оптимізації та дозволяє мінімізувати витрати на виконання рутинних операцій. Впровадження ERP-системи (Enterprise Resource Planning) сприяє інтеграції всіх функціональних підрозділів підприємства. Це забезпечує ефективне управління ресурсами та сприяє скороченню витрат. Використання CRM-системи (Customer Relationship Management) дозволяє підвищити ефективність роботи з клієнтами, що позитивно впливає на рівень продажів і задоволеність споживачів.

Методи оптимізації виробничих процесів з використанням інформаційних технологій включають впровадження концепції «розумного виробництва» (*Smart Manufacturing*) та Інтернету речей (IoT). Ці технології забезпечують безперервний моніторинг виробничих потужностей, автоматизоване управління ресурсами та гнучке планування виробничих процесів.

Значну роль у підвищенні економічного ефекту відіграє цифровізація фінансового управління. Вона включає використання блокчейн-технологій для підвищення прозорості транзакцій та застосування алгоритмічної торгівлі для оптимізації інвестиційних рішень. Використання фінансових аналітичних платформ сприяє більш точному прогнозуванню грошових потоків, оцінці ризиків та автоматизації фінансових операцій. Цифровізація фінансового управління знижує ймовірність помилок та забезпечує ефективність управління капіталом.

Висновки. Впровадження сучасних інформаційних технологій дозволяє значно підвищити економічну ефективність бізнесу за рахунок оптимізації управлінських процесів, підвищення продуктивності, зниження витрат та покращення взаємодії з клієнтами. Інтеграція цих технологій у бізнес-моделі підприємств підвищує їхню конкурентоспроможність та забезпечує сталого розвитку в умовах цифрової економіки.

Література

1. Мамонова Г., Годунова К. (2022) Ретроспективний аналіз систем управління бізнес-процесами, *Моделювання та інформаційні системи в економіці*, 102, с. 148–157.

Структурне моделювання освітніх програм підготовки фахівців із інформаційних технологій із використанням інтелектуальних карт

Наталія Зубрецька, Надія Корбецька

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Підготовка фахівців з ІТ у ЗВО України регламентується багатьма нормативно-правовими та навчально-методичними документами, які містять широкий перелік змінних вимог до освітніх програм (ОП), їхнього змісту та структури. Швидкозмінні вимоги ІТ-ринку до компетентностей фахівців зумовлюють необхідність постійного перегляду ОП, а традиційні текстові і табличні подання інформації вповільнюють оновлення ОП та ускладнюють візуальне сприйняття й розуміння логічних зв'язків між освітніми компонентами.

Матеріали і методи. Виконано систематизацію вимог нормативного забезпечення до змісту ОП [1–2]. Аналіз ОП «Інженерія програмного забезпечення» показав недоліки візуалізації взаємозв'язків її структурних елементів і обов'язкових компонентів [3]. Із використанням Coggle — онлайн інструменту створення інтелектуальних карт (mind maps) — побудовано структурно-логічну схему цієї ОП.

Результати. Використання інтелектуальних карт дозволяє створювати ієрархічні структурно-логічні моделі всіх складових ОП, що забезпечує низку переваг:

- покращення сприйняття та засвоєння інформації: студенти краще зрозуміють логіку навчання через візуалізацію зв'язку компетенцій і дисциплін, які їх формують;
- ефективність аналітичних процесів: легше оцінити збалансованість ОП, дублювання змісту її компонентів, ідентифікувати можливі прогалини формування компетенцій, що сприяє гнучкості та адаптації ОП до актуальних вимог ІТ-галузі;
- зручність внесення змін до ОП: універсальність подання елементів і спільний доступ спрощує координацію між викладачами, що дозволяє інтегрувати новітні технології та методики викладання.

Висновки. Впровадження інтелектуальних карт є ефективним інструментом удосконалення освітнього процесу підготовки фахівців ІТ-галузі. Використання наочних і адаптивних структурно-логічних моделей, які об'єднують всі складові навчально-методичного забезпечення ОП, дозволить покращити організаційні та аналітичні процеси, забезпечить підвищення прозорості та доступності нормативних, інформаційних, навчальних матеріалів для студентів і викладачів.

Література

1. Міністерство освіти і науки України (2018) *Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, затверджений наказом МОН України № 1166 від 29.10.2018 р.*
2. Національний транспортний університет (2025) *Положення про освітні програми в Нац. транспортному ун-ті* [online]. URL : http://vstup.ntu.edu.ua/publiczna_info/pro_osvitni_prohramy_new.pdf.
3. Національний транспортний університет (2025) *Освітньо-професійна програма «Інженерія програмного забезпечення» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спец. 121 Інженерія програмного забезпечення галузі знань 12 Інформаційні технології* [online]. URL : http://vstup.ntu.edu.ua/osvitprog/FTIT/121IPZ_2024.pdf.

Кластеризація клієнтської бази телекомунікаційної компанії методами Data Mining з використанням системи Statistica

Олександр Івашенко, Максим Makeєв, Сергій Федін

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. В умовах розвитку телекомунікаційної галузі ефективне управління клієнтською базою є важливим завданням, оскільки обсяги даних про абонентів постійно зростають, що ускладнює їх обробку та аналіз. Використання методів інтелектуального аналізу даних дає змогу систематизувати інформацію та виявити приховані закономірності у поведінці клієнтів.

Матеріали і методи. Для сегментації клієнтської бази телекомунікаційної компанії використано метод самоорганізаційних карт Кохонена, реалізований у STATISTICA 12. Вхідними даними для кластеризації є клієнтська база, що містить інформацію про середньомісячні витрати, кількість дзвінків у різний час доби, кількість SMS тощо. Розмірність карти Кохонена визначено відповідно до співвідношення між кількістю вузлів та обсягом даних.

Результати. Застосування модуля карти Кохонена у пакеті STATISTICA дозволило здійснити групування клієнтів за схожими поведінковими характеристиками. На основі отриманих результатів визначено середні значення основних показників у кожному кластері, які наведено у Таблиці 1.

Таблиця 1. Середні значення показників для виділених груп клієнтів

	Група 1	Група 2	Група 3	Група 4
Вік (роки)	45,44	31,81	55,45	66,21
Середньомісячні витрати (грн)	3206,17	906,58	291,61	35,16
Середня тривалість розмови (хв)	11,36	7,33	3,12	2,00
Дзвінки вдень за місяць (шт./міс.)	325,29	80,88	56,19	8,95
Дзвінки увечері за місяць (шт./міс.)	102,71	99,08	71,35	5,98
Кількість SMS (шт./міс.)	6,88	49,28	3,07	1,52

Аналіз цих показників дозволив виділити чотири основні групи абонентів, що характеризуються різними моделями використання мобільного зв'язку:

- Група 1. VIP-клієнти — мають високий рівень витрат на мобільний зв'язок, активно телефонують удень та ввечері, але у порівнянні з кількістю дзвінків практично не використовують SMS.
- Група 2. Активна молодь — характеризується великою кількістю SMS, нічною активністю та досить високими витратами.
- Група 3. Зрілий та передпенсійний вік — демонструє помірну мобільну активність, із переважною кількістю дзвінків у вечірній час.
- Група 4. Пенсіонери — здійснюють мінімальну кількість дзвінків, мають низькі витрати та майже не використовують SMS.

Висновки. Показано, що застосування модулю самоорганізаційних карт Кохонена у пакеті STATISTICA є ефективним інструментом при рішенні завдання сегментації клієнтської бази телекомунікаційної компанії. Порівняння середніх значень основних показників у кожному кластері дало змогу визначити ключові особливості споживчої поведінки та виокремити групи клієнтів із різними характеристиками використання мобільного зв'язку. Отримані результати можуть бути використані для персоналізації тарифних планів, оптимізації маркетингових стратегій та покращення якості обслуговування клієнтів.

Амфіцесійна теорія елементарних частинок (АТЕЧ)

Антон Кобринець, Крістіна Могульова

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Амфіцесійна теорія елементарних частинок (АТЕЧ) пропонує фундаментальний погляд на природу матерії, пояснюючи її властивості через взаємодію фотонів та гравітонів — двох протилежних сутнісних форм грано — єдиної елементарної частинки. У межах теорії базові сутності — фотони і гравітони — розглядаються як будівельні блоки усіх відомих форм матерії, а контактна амфіцесійна динаміка (КАД) визначає принципи їх взаємодії.

Матеріали і методи. У класичній квантовій механіці (1) та хромодинаміці (3) рух і взаємодія частинок описуються через масу, заряд, спин та інші параметри. Однак у рамках АТЕЧ вводиться новий параметр — амфіцесія (Φ), який визначає спосіб існування та взаємодії частинок.

Результати. Амфіцесія (від грец. *ἀμφί* — «подвійний», «з обох сторін», «двосторонній» та *sessio* — «поступка», «рух», «передача») — фундаментальна властивість Всесвіту, яка бінарно проявляється в характеристиці чіпкості грано (елементарної частинки), визначає його взаємодію з іншими грано. В залежності від орієнтації поверхневої нормалі амфіцесії:

- а) якщо властивість розподілена по поверхні та напрямлена назовні — грано являє собою фотонну форму (фотон), проявляє поверхневу чіпкість, але не демонструє механічних ознак.
- б) якщо властивість спрямована до центру частинки — грано являє собою гравітонну форму (гравітон), проявляє механічні властивості, але не має поверхневої чіпкості при контакті гравітона із гравітоном. Фотон та гравітон є протилежними сутнісними формами грано.

Фотон — поверхнево чіпкий, «невагомий» (як наслідок, не демонструє механічних ефектів), в вільному стані — завжди в русі, може чіплятись до інших фотонів та гравітонів в разі безпосереднього контакту, може зриватись з фотонів або гравітонів в разі послідувочої взаємодії з іншим гравітоном або парою гравітон-фотон. Рухається прямолінійно та поступально, зі швидкістю світла, яка є сталою та має конкретне значення.

Швидкість усіх об'єктів всесвіту, які являють собою поєднання фотонів та гравітонів — менша від швидкості світла через механічні властивості гравітонів.

Гравітони формують сітку, локалізовано знаходячись в просторі, є «вагомими» (демонструють механічні властивості через доцентрове направлення амфіцесії), є поверхнево нечіпкими до інших гравітонів, але здатні утворювати структури фотон-гравітон через поверхневу чіпкість фотонів (в меншій мірі, ніж фотони зчіпляються між собою).

Висновки. Розглянута модель дозволяє пояснити сталість швидкості світла, відмінності у русі фотонних та гравітонних структур, а також механічні властивості об'єктів, які є їх поєднанням. Таким чином, АТЕЧ закладає нову парадигму у фізиці елементарних частинок, потенційно призводячи до перегляду фундаментальних законів руху та взаємодії у Всесвіті.

Література

1. Weinberg S. (1995) *The Quantum Theory of Fields*, vol. 1–3.

Модель контактної амфіцесійної динаміки (КАД)

Антон Кобринець, Крістіна Могульова

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Контактна амфіцесійна динаміка (КАД) — це концептуальний підхід до опису фундаментальних взаємодій у рамках амфіцесійної теорії елементарних частинок (АТЕЧ), згідно якої усі явища та ефекти природи пояснюються через зчіплення та розпад структур, утворених із фотонів та гравітонів.

Матеріали і методи. ДУ класичній квантовій механіці та хромодинаміці рух та взаємодія частинок описуються через масу, заряд, спіні та інші параметри. Однак у рамках КАД вводиться новий параметр — амфіцесія ($\oplus$), який характеризує спосіб існування та взаємодії частинки з простором.

Результати. Контактна амфіцесійна динаміка визначає будь-яке складне утворення у природі як результат взаємодії фотонів та гравітонів у різних співвідношеннях (Таблиця 1).

Таблиця 1. Характеристики елементарних частинок КАД

N	Властивість	Фотон	Гравітон
1	Нормаль амфіцесії	Зовнішня	Внутрішня
2	Локалізація амфіцесії	Поверхня оболонки	Внутрішньоцентрова
3	Чіпкість	1	0
4	Інерційність	0	1
5	Кінез в просторі (вільний)	Рух зі швидкістю світла	Статичне зависання
6	Коливання оболонки	Відсутнє	Навколо центру амфіцесії
7	Кут дотику	Не важливий	Не важливий
8	Спін	N/A	Обертання

Закономірність стійкості систем можна сформулювати через різницю сумарної чіпкості (поверхневої амфіцесії) та загальної інерційності (внутрішньої амфіцесії) частинок, які входять в систему. Умова стабільності системи з n фотонів та m гравітонів:

$$\sigma = \oplus S - \oplus I, \text{ де } \oplus S = \sum_{i=1}^n S_{f_i} + \sum_{j=1}^m S_{g_j} \text{ та } \oplus I = \sum_{i=1}^n I_{f_i} + \sum_{j=1}^m I_{g_j}$$

де: $\oplus S$ — сума поверхневих амфіцесій, $\oplus I$ — сума внутрішніх амфіцесій (інерційності), $\sigma \geq 0$ — система стабільна (зчіпка можлива). Якщо $\sigma < 0$ — система нестабільна (розрив, рикошет)

Висновки. КАД пропонує пояснення стабільності елементарних структур на основі фотонно-гравітонних взаємодій.

Шляхи застосування API для аналізу текстової інформації

Микола Костіков

Національний університет харчових технологій

Вступ. Нині в інтернеті доступна величезна кількість текстів. Значна їх частина розміщена у відкритих джерелах — на офіційних сайтах організацій і блогерів, на їхніх публічних сторінках у соціальних мережах, а також у Telegram-каналах. Збирання та аналіз цих даних може становити науковий інтерес у багатьох аспектах.

Матеріали і методи. У дослідженні розглянуто можливості API та вебскрапінгу, відповідних бібліотек для мови Python для збирання текстових даних із публічних каналів і сторінок, а також шляхи подальшого опрацювання зібраних текстів.

Результати. При збиранні інформації з веб-джерел варто виділити два основні підходи — використання API і вебскрапінг. Перший дає змогу офіційно під'єднатись до сервера та вчитати дані за допомогою методів, спеціально створених для цього. Вони доступні для розробників програмних засобів після реєстрації облікового запису. Другий є неофіційним і полягає у зчитуванні HTML-коду веб-сторінки в «сирому» вигляді, її парсингу та пошуку необхідної інформації.

Серед джерел, із яких нині можна збирати дані — зокрема Telegram, Instagram, X (Twitter), Facebook. При цьому іноді зручнішими є API, а іноді — вебскрапінг.

Що стосується Telegram, широко відомі можливості API цього месенджера для створення ботів [1]. Тим не менше, так само корисною може бути інша складова — бібліотека TDLib, яка дозволяє збирати тексти з каналів та діалогів [2].

Можливі варіанти роботи з текстами, зібраними через API чи вебскрапінг:

- створення корпусу (набору), архіву текстів певного автора чи організації;
- витягування та структурування даних на певну тему;
- збирання та візуалізація числових даних (погоди, курсів валют тощо);
- лексичний, стилістичний та інший аналіз текстів (лінгвістичні дослідження);
- визначення та маркування токсичних текстів, мови ворожнечі в соцмережах;
- визначення авторства анонімних текстів [3];
- пошук першоджерела новини чи іншого тексту (за аналізом часу публікації);
- розвідка на основі відкритих джерел (OSINT-аналітика).

Висновки. Як бачимо, застосування API дає змогу збирати великі обсяги текстів, які надалі можна аналізувати для багатьох цілей залежно від потреб користувачів.

Література

1. Костіков М. П. (2022) Використання Telegram-ботів для реалізації розподілених IoT-рішень, *Наук. пр. IV міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем і телекомунікаційних технологій», 1–2 лютого 2022 р. (Київ, Україна)*, с. 93.
2. 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», квіт. 2022 р.*, с. 296.
3. Зубань О. М. (2024) Когнітивне моделювання лінгвостатистичного аналізу у системі параметризації українськомовного тексту — TextAttributor 1.0, *Когнітивні дослідження: результати, виклики та перспективи: I Всеукр. наук. конф., 24 трав. 2024 р.*, с. 260–268.

Використання засобів машинного навчання у сфері фінансів

Анна Котвицька, Михайло Грама

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Машинне навчання відіграє ключову роль у сучасній фінансовій сфері, забезпечуючи автоматизацію аналітики, прогнозування та управління ризиками. Використання машинного навчання сприяє підвищенню точності рішень, зменшенню витрат і підвищенню ефективності фінансових операцій.

Матеріали і методи. Одним із головних напрямків його застосування є аналіз ринку та прогнозування, що дозволяє аналізувати великі обсяги фінансових даних і передбачати тенденції ринку за допомогою алгоритмів глибокого навчання та нейронних мереж. Використання методів регресійного аналізу, кластеризації та випадкових лісів дозволяє визначати приховані закономірності в ринкових даних та розробляти адаптивні стратегії для мінімізації ризиків. Також машинне навчання активно застосовується для автоматичного аналізу новинних потоків і соціальних медіа, що дає змогу оцінювати настрої інвесторів та прогнозувати можливі коливання ринку.

У банківській сфері машинне навчання допомагає оцінювати кредитоспроможність клієнтів, аналізуючи їхню фінансову поведінку та історію, що сприяє точнішому кредитному скорингу та управлінню ризиками. Методи глибокого навчання та градієнтного бустингу дозволяють створювати ефективні моделі оцінки ризику, які враховують як традиційні фінансові показники, так і додаткові фактори, такі як транзакційна активність та поведінкові патерни.

Крім того, алгоритми машинного навчання ефективно ідентифікують аномальні транзакції та можливі шахрайські операції, що значно підвищує безпеку фінансових систем. Використання нейронних мереж та алгоритмів самонавчання дає змогу виявляти підозрілі операції в реальному часі, зменшуючи ймовірність фінансових злочинів. Важливим напрямком є автоматизація фінансових послуг, де чат-боти та персоналізовані фінансові радники на основі машинного навчання покращують обслуговування клієнтів і спрощують доступ до фінансових послуг.

Результати. Використання машинного навчання у фінансовій сфері надає низку переваг, включаючи підвищення точності прогнозів, автоматизацію рутинних процесів і зменшення впливу людського фактора. Оптимізація фінансових операцій через алгоритмічні моделі дозволяє знижувати ризики та покращувати прибутковість. Машинне навчання сприяє персоналізації фінансових послуг, покращуючи взаємодію з клієнтами через адаптивні рекомендаційні системи. Крім того, розширені можливості з виявлення шахрайства значно підвищують рівень безпеки фінансових систем.

Висновки. Машинне навчання відкриває широкі можливості для розвитку фінансової сфери, покращуючи точність аналізу та швидкість прийняття рішень. Його застосування дозволяє оптимізувати кредитні операції, підвищити ефективність торгівлі на фінансових ринках, а також забезпечити високий рівень безпеки та боротьби з фінансовими злочинами. Однак подальше впровадження цих технологій вимагає вирішення питань конфіденційності, прозорості алгоритмів та відповідності нормативним вимогам. Розвиток квантових обчислень та інтеграція передових методів штучного інтелекту можуть стати ключовими напрямками майбутніх досліджень у цій сфері.

Задача оперативно-календарного планування

Анна Котвицька, Ольга Сєдих

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оптимізація календарного плану виробництва, зберігання та постачання продукції є ключовим аспектом ефективного управління підприємством. Вона спрямована на забезпечення своєчасного виконання замовлень, мінімізацію витрат на виробництво, зберігання та транспортування.

Матеріали і методи. Побудовано математичну модель календарного плану виробництва, зберігання та поставок продукції та розглянуто методи розв'язання.

Результати. Було розглянуто задачу оптимізації календарного плану виробництва. Потрібно знайти такий календарний план виробництва, зберігання та поставок продукції, щоб загальні витрати на виробництво та зберігання продукції, а також втрати внаслідок затримок із надсиланням продукції замовникам були найменшими.

Вихідною інформацією до задачі слугує така: T — тривалість планового періоду (в днях); i, j — номер окремого календарного дня планового періоду ($i, j = \overline{1, T}$); a_i — виробнича потужність фірми для i -го дня планового періоду; s_i — очікувана собівартість виробництва одиниці продукції для i -го дня планового періоду; b_j — розмір замовлення на продукцію фірми на j -й день планового періоду, g — витрати за зберігання одиниці продукції за один день, h — штраф за кожний день затримки; x_{ij} — обсяг виробництва продукції в i -й день планового періоду, призначеного для виконання замовлення, яке було сформоване на j -й день. Тоді вартість одиниці продукції, виготовленої в i -й день планового періоду, призначеного для виконання замовлення, яке було сформоване на j -й день, буде репрезентована формулою:

$$c_{ij} = \begin{cases} s_i, & \text{якщо } i = j \\ s_i + g \cdot (j - 1), & \text{якщо } i < j \\ s_i + h \cdot (i - j), & \text{якщо } i > j \end{cases}$$

Тоді економічно-математична модель задачі набуває вигляду моделі класичної транспортної задачі:

$$F = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^T c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min$$

при обмеженнях:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^T x_{ij} &\leq a_i, \quad i = \overline{1, T} \\ \sum_{i=1}^T x_{ij} &= b_j, \quad j = \overline{1, T} \\ x_{ij} &\geq 0, \quad i, j = \overline{1, T} \end{aligned}$$

Умовою існування розв'язку задачі є те, що загальний попит на продукцію фірми у плановому періоді не повинен перевищувати загальні виробничі потужності фірми на весь цей період.

Висновки. Результати можуть бути використані державними та приватними підприємствами при розв'язанні задач календарного планування. Це знизить витрати підприємства на зберігання надлишкової продукції та виплати штрафів за невчасне постачання.

Використання методу General Electric-McKinsey для аналізу стратегічного розвитку компанії

Анна Котвицька, Ольга Сєдих

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Правильно обрана стратегія є запорукою успішного ведення господарської діяльності окремої фірми. Вона визначає вектор розвитку фірми, раціональне використання наявних ресурсів та уникнення можливих загроз. Це є одним із ключових завдань стратегічного управління підприємством.

Матеріали і методи. В якості інструмента для аналізу портфеля видів діяльності була застосована матриця GE/McKinsey. Це так звана двовимірною багатомірною матриця «привабливість — конкурентоспроможність», яка дає змогу порівнювати різні за своїм характером сегменти господарювання. Вона визначає, в які з бізнес-підрозділів слід інвестувати, на які слід звернути увагу, якщо залишилися ресурси для інвестицій, а які стануть ресурсом для інших підрозділів.

Результати. Була розглянута сфера діяльності деякої умовної фірми з виробництва спортивних товарів, які можна об'єднати у три сегменти: взуття, одяг, спортивне харчування. Трьома експертами було оцінено кожний напрям фірми за відповідними факторами щодо привабливості і конкурентоспроможності за п'ятибальною шкалою, а потім була визначена їхня важливість за шкалою вагових коефіцієнтів (дуже важливо — 3, важливо — 2, менш важливо — 1. У результаті було отримано для кожного параметра три рівні: низький, середній, високий, що дає дев'ять комбінацій, кожна з яких відповідає особливій стратегічній позиції. Всі обрахунки були здійснені в MS Excel. За даними обробки результатів було побудовано матрицю GE/McKinsey (рис. 1).

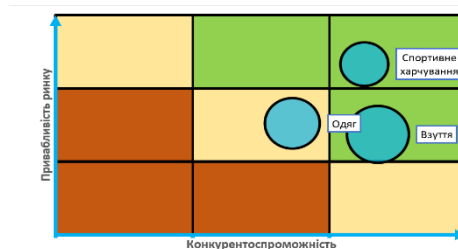


Рис. 1. Матриця GE/McKinsey

Отже, за результатами рис. 1 можна зрозуміти, що для сегмента «Спортивне харчування» рекомендується стратегія захисту ринкових позицій, а саме: активізація виробництва, підтримка конкурентних переваг, розширення інвестування; для сегмента «Взуття» — стратегію розвитку: інвестування, економія на масштабах виробництв, а для сегмента «Одяг» — стратегію вибіркового розвитку: пошук шляхів отримання конкурентних переваг, вибіркоче вкладення інвестицій.

Висновки. Матриця GE/McKinsey є потужним інструментом стратегічного аналізу, який допомагає компаніям ухвалювати обґрунтовані рішення щодо інвестування, розвитку чи скорочення бізнес-напрямків.

Література

1. Чухно А. А., Єщенко П. С., Климко Г. Н. [та ін.] (2001) *Основи економічної теорії*. К. : Вища шк., 606 с.

**Використання штучного інтелекту у запобіганні та управлінні
надзвичайними ситуаціями, спричиненими людськими факторами**

Олександр Кривець, Олена Харкянен

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Надзвичайні події, спричинені людськими факторами, становлять значну загрозу для суспільства, довкілля та економіки. Ці ситуації виникають через діяльність людини або її бездіяльність і включають техногенні аварії, транспортні катастрофи, соціальні конфлікти та акти тероризму. Проаналізуємо дані подій та ролі штучного інтелекту (ШІ) у їх запобіганні та управлінні.

Матеріали і методи. Дослідження базується на аналізі сучасних джерел за останні три роки, включаючи наукові статті, звіти компаній та приклади впровадження ШІ-технологій. Використовувалися дані про системи моніторингу (Predix, Clearview AI), прогнозування (Google AI for Disaster Response) та управління кризами (IBM Watson). Також враховано інформацію про техногенні, транспортні та соціальні загрози з відкритих джерел.

Результати. Надзвичайні події, спричинені людськими факторами, охоплюють широкий спектр ситуацій. Системи на основі ШІ демонструють значний потенціал у протидії цим загрозам. На промислових об'єктах платформи типу Predix від General Electric аналізують дані з датчиків, виявляючи несправності до виникнення аварій. У транспорті автономні системи водіння (Tesla, Waymo) оптимізують маршрути та знижують ризик ДТП. У сфері безпеки ШІ-системи, такі як Clearview AI, аналізують поведінку та розпізнають обличчя, допомагаючи запобігати терактам і злочинам.

Прогнозування катастроф також виходить на новий рівень завдяки впровадженню ШІ. Google AI for Disaster Response використовує супутникові знімки для оцінки збитків від повеней чи землетрусів, що прискорює реагування. У кризовому управлінні IBM Watson інтегрує дані в реальному часі, забезпечуючи швидке прийняття рішень. Такі технології скорочують час реакції, мінімізують людські помилки та зменшують масштаби наслідків.

Висновки. Інтеграція ШІ у централізовані системи дозволяє об'єднати моніторинг, прогнозування та координацію дій. Це особливо важливо для комплексного підходу до техногенних і соціальних загроз. Завдяки обробці великих обсягів даних у реальному часі ШІ підвищує точність прогнозів і ефективність управління ризиками, що робить його незамінним інструментом у сучасних умовах.

Література

1. Matias Y. (2024) *AI for disaster response: Case Studies*. [online]. URL : <https://blog.research.google/2024/03/using-ai-to-expand-global-access-to.html>
2. Smith J. (2023) Artificial Intelligence in Crisis Management, *Journal of Risk Analysis*, 45(3), 123-135.
3. Zhou Y., Liu J., Zhang T. (2023) *Deep Learning Applications for Public Safety and Emergency Management*. Oxford University Press [online]. URL : <https://academic.oup.com/journals>.
4. Chen L., Wang H., Raham S. (2021) Artificial Intelligence for Disaster Prevention and Management: A Systematic Review, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 64, 102484.

JavaScript як мова програмування десктоп-додатків

Максим Кучерявий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток вебзастосунків у сучасному розробленні програмного забезпечення надав поштовх для формування JavaScript як повноцінної мови програмування не тільки візуальних інтерфейсів, а й складної програмної логіки [2]. Мета дослідження — визначити основні програмні інструменти для створення десктоп-додатків на JavaScript з метою адаптації веброзробників до десктоп-середовища.

Матеріали і методи. Опрацьовано відкриті інтернет-джерела зі спеціалізованою документациєю в сфері програмування. Використано методи формальної логіки, теоретичного та практичного узагальнення, метод моделювання.

Результати. Досліджуючи бібліотеки та фреймворки для створення десктоп-додатків із використанням JavaScript, слід виокремити фреймворк ElectronJS. Структура додатку, створеного на ElectronJS, дуже подібна до структури класичного вебдодатку, що дає змогу швидко інтегрувати це програмне рішення для використання у вже існуючих, продуктивних командах веброзробників.

Додаток на ElectronJS передбачає основний процес (Main process) і процес, що відображає візуальний інтерфейс (Renderer process). Також фреймворк включає в себе багатовіконність за рахунок великої кількості Renderer process, що мають зв'язок між собою за посередництва Main process [1]. Слід зауважити, що Renderer process ізольований від середовища операційної системи з міркувань безпеки, і здійснює комунікацію з нею виключно за допомогою Main process, а саме внутрішньої системи contextBridge. Така модель вкрай подібна до структури вебдодатків, що дозволяє використовувати back-end розробників для забезпечення і розроблення всього, що пов'язане з Main process і front-end розробників — для Renderer process.

Слід зауважити, що для відображення візуального інтерфейсу ElectronJS використовує систему подібну до браузера Chrome, що дозволяє використовувати не тільки стандартні засоби HTML/CSS, але й популярні програмні рішення такі, як React, Angular, Vue.

Запропоновано практичний підхід в розробленні програм, що базується на поєднанні технологій NodeJS, ElectronJS, React, HTML/CSS, і який дозволить мінімізувати час та ресурси для створення повноцінного десктоп-додатку з використанням JavaScript.

Висновки. З'ясовано, що до основних програмних засобів для створення десктоп-додатків з використанням JavaScript можна віднести: NodeJS, ElectronJS, React, HTML/CSS. Всі перелічені інструменти дозволяють використовувати JavaScript як повноцінну мову програмування в середовищі операційних систем. Використання наведеного переліку інструментів дозволяє веброзробникам швидко адаптуватись до викликів у створенні десктоп-додатків.

Література

1. OpenJS Foundation (2025) *Electron* [online]. URL : <https://electronjs.org>.
2. Kredpattanakul K., Limpiyakorn Y. (2019) Transforming JavaScript-Based Web Application to Cross-Platform Desktop with Electron, *Information Science and Applications 2018 (ICISA 2018). Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol. 514. Singapore : Springer.

Використання тимчасових згорткових нейронних мереж для аналізу та прогнозування часових рядів

Богдан Лисенко, Михайло Грама

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Тимчасові згорткові мережі (англ. Temporal Convolutional Networks) — це новий підхід до аналізу довгострокових залежностей під час їх аналізу за допомогою нейронних мереж.

Матеріали і методи. Дослідження-звіт із деталями реалізації та тестування TCN з описом архітектури.

Результати. Основою TCN є згорткові операції з каузальними фільтрами, що запобігають витоку майбутньої інформації у минулі стани. Також, використання розширених згортки допомагає збільшити область охоплення без надмірного зростання кількості параметрів моделі. Для стабілізації навчання застосовується нормалізація пакетів (Batch Normalization) та активації ReLU, що усувають проблему згасання градієнта.

Дослідження показує, що TCN демонструє кращу продуктивність, ніж традиційні LSTM і GRU, у ряді задач, зокрема в прогнозуванні часових рядів, моделюванні залежностей у мовних послідовностях та розпізнаванні дій у відео. Наприклад, у тестах на датасеті Sequential MNIST точність TCN досягає 99,0% проти 98,5% у LSTM, тоді як на Copy Memory Task середня абсолютна похибка для TCN становить 0,002, що на порядок менше, ніж у GRU (0,032). Завдяки паралельній структурі згортки навчання TCN прискорюється у 5–10 разів порівняно з рекурентними моделями на GPU, що робить їх ефективними для масштабних завдань. Крім того, дослідження показує, що використання залишкових блоків у TCN дозволяє зменшити кількість параметрів без втрати якості, наприклад, TCN із 5,2 млн. параметрів перевершує LSTM із 8,3 млн. параметрів на задачі предиктивного моделювання.

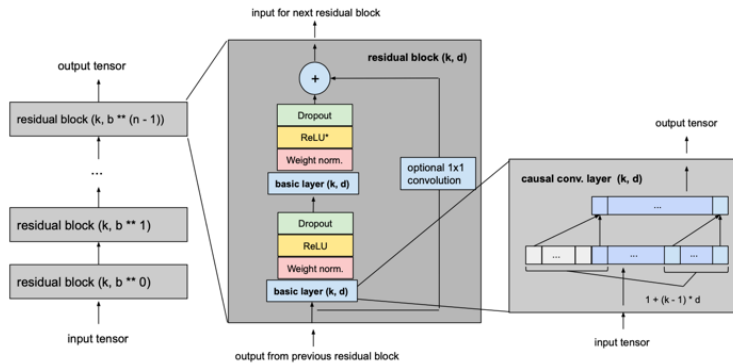


Рис. 1. Архітектура тимчасово згорткової мережі

Висновки. Дослідження показало більшу ефективність TCN архітектури, ніж у аналогів в рамках дослідження прогнозування часових рядів.

Література

1. Stanford University (2023) Convolutional Neural Networks for Visual Recognition [online], CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition. URL : <https://cs231n.github.io/convolutional-networks>.

Використання Whisper для точного розпізнавання мовлення

Владислав Луц, Олександр Безверхий

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Автоматичне розпізнавання мовлення (Automatic Speech Recognition, ASR) є важливою складовою сучасних технологій, які застосовуються у голосових асистентах, автоматичній транскрипції аудіо та інших сферах. Одним із найефективніших рішень у цій галузі є модель Whisper від OpenAI. Вона демонструє високу точність навіть за умов фонового шуму.

Матеріали і методи. Для оцінювання ефективності Whisper було проведено тестування на п'яти наборах аудіофайлів, що містять різні сценарії: короткі фрази, діалоги, технічну лексику, багатомовні записи та аудіо з шумами. Whisper порівнювали з іншими популярними системами, такими як Google Speech-to-Text, Vosk та DeepSpeech. Оцінка проводилася за такими параметрами:

- 1) рівень помилок розпізнавання слів (Word Error Rate, WER);
- 2) чутливість до фонового шуму;
- 3) швидкість обробки аудіо;
- 4) кількість підтримуваних мов;
- 5) можливість роботи без підключення до інтернету (офлайн-режим).

Результати. Під час тестування отримано такі дані (див. Таб. 1):

Таблиця 1. Результати тестування

Модель	WER (%)	Швидкість обробки (сек/хв)	Кількість мов	Офлайн-режим
Whisper	5.3	1.2	99+	Так
Google STT	7.8	1.0	40+	Ні
Vosk	10.5	0.8	20+	Так
DeepSpeech	12.2	1.5	5+	Так

Whisper виявилася найточнішою серед протестованих моделей. Незважаючи на те, що її швидкість обробки трохи поступається Vosk, вона значно перевершує конкурентів за точністю та підтримкою мов. У складних акустичних умовах (фоновий шум, перешкоди) точність Whisper досягала 89%, тоді як Google STT — 75%, а Vosk — 63%.

Крім того, Whisper застосовує трансформерну архітектуру з механізмами самонавчання, що забезпечує якісне розпізнавання навіть за наявності невеликих обсягів навчальних даних. Важливою перевагою є автоматичне визначення мови, що значно спрощує інтеграцію цієї моделі в багатомовні додатки.

Висновки. Whisper є одним із найефективніших рішень у сфері розпізнавання мовлення. Вона дозволяє покращити точність транскрипції на 15–50% порівняно з іншими моделями, що робить її перспективним вибором для використання в голосових сервісах та системах обробки мовлення.

Література

1. OpenAI (2025) *Whisper* [online]. URL: <https://openai.com/index/whisper/>
2. Alpha Cephei (2025) *Vosk Speech Recognition Toolkit*. URL: <https://alphacephei.com/vosk>.

**Паралельні обчислення в задачах керування
процесами зрошення з зосередженими джерелами**

Наталія Ляшко, Олена Бондар, Віктор Ляшко

Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, Київ, Україна

Зростання дефіциту водних ресурсів у наш час є загальновизнаною світовою проблемою. В середньому в світі на зрошення витрачається близько 70% запасів води, а в засушливих регіонах цей показник сягає 90% [1]. З цієї причини на передній план виходить застосування економічних методів зрошення, таких як крапельне, каналне і тому подібне. Своєю чергою, ця технічна проблема породжує ряд складних математичних задач [2].

Рух рідини в ненасичених пористих середовищах можна досить адекватно описати за допомогою лінійних рівнянь параболічного типу, або нелінійних рівнянь Річардса щодо вологості або напору [3]. Складність дослідження нелінійних задач стимулювала розроблення застосування чисельних методів, заснованих на повній або частковій лінеаризації нелінійного рівняння Річардса за допомогою інтегрального перетворення Кірхгофа [4].

Актуальною є ситуація, коли дія на систему має зосереджений характер. Подібне характерно, наприклад, у випадку приведенного вище крапельного або каналного зрошення.

Незважаючи на зовнішню простоту рівняння, дослідження проблем оптимального керування в різних постановках натикається на ряд суттєвих проблем. Це пов'язано з необхідністю використання в математичних моделях узагальнених функцій скінченного порядку. Внаслідок цього виникають великі градієнти в наближеннях функцій, що характеризують дію на систему, що в свою чергу також ускладнює чисельне моделювання. Крім того, бажання отримати достатньо точні наближення розв'язків приводить до значного збільшення розмірності задачі.

Для підвищення ефективності алгоритмів розв'язання подібних проблем видається за доцільне використовувати методи паралельних обчислень. Подібний підхід дозволяє ефективно розв'язувати низку нових задач. До таких задач належить, наприклад, оптимальне керування зосередженими джерелами вологи в пористому середовищі, за допомогою якого можна підвищити ефективність систем краплинного та каналного зрошення.

Література

1. Baeza R., Contreras J. I. (2020) Evaluation of Thirty-Eight Models of Drippers Using Reclaimed Water: Effect on Distribution Uniformity and Emitter Clogging, *Water*, 12(5):1463. URL : <https://doi.org/10.3390/w12051463>.
2. Lyashko S. I., Klyushin D. A., Timoshenko A. A., Lyashko N. I., Bondar E. S. (2019) Optimal control of intensity of water point sources in unsaturated porous medium, *Journal of Automation and Information Sciences*, 51(7), pp. 24–33. DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v51.i7.20.
3. Li N., Yue X., Ren L. (2016) Numerical homogenization of the Richards equation for unsaturated water flow through heterogeneous soils, *Water Resour.*, vol. 52, pp. 8500–8525. URL : <https://doi.org/10.1002/2015WR018508>.
4. Tymoshenko A., Klyushin D., Lyashko S. (2019) Optimal control of point sources in Richards-Klute equation, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, no. 754, pp. 194–203. URL : https://doi.org/10.1007/978-3-319-91008-6_20.

Система розпізнавання та донаведення на ціль FPV-дрона

Іван Махинько, Наталія Зубрецька

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Нині у військовій сфері активно впроваджують FPV-дрони. Це зумовлено необхідністю підвищення ефективності виконання бойових завдань, зниженням людського впливу для безпеки оператора і збільшення автономності БПЛА.

Матеріали і методи. Для створення ефективної системи донаведення (автонаведення) FPV-дрона запропоновано використання алгоритмів глибокого навчання для розпізнавання цілей, технології супутникової та інерційної навігації для точного наведення на об'єкт. Реалізація системи базується на використанні мови програмування Python; бібліотеки комп'ютерного зору з відкритим кодом OpenCV для обробки зображень, виявлення та ідентифікації об'єктів; апаратної платформи Raspberry Pi для обчислень і керування дроном.

Результати. Система розпізнавання та донаведення на ціль FPV-дрона включає наступні ключові компоненти:

- алгоритми комп'ютерного зору — використовують нейронні мережі для ідентифікації та класифікації об'єктів на основі відеопотоку з камери дрона;
- систему стабілізації та корекції траєкторії — забезпечує точне донаведення FPV-дрона на ціль шляхом аналізу змін навколишнього середовища;
- інтелектуальні модулі обробки даних — обчислюють параметри руху цілі та прогнозують її переміщення, що дозволяє ефективніше виконувати ураження;
- технології зв'язку та передачі даних — забезпечують безперервний потік інформації між дроном і оператором або автономною системою управління.

Сучасні рішення підвищення точності ураження цілей включають використання:

- глибоких згорткових нейромереж для виявлення та класифікації об'єктів;
- інерційних вимірювальних модулів для коригування траєкторії польоту дрона;
- GPS-навігації з алгоритмами машинного навчання для автономного наведення.

Розроблення та впровадження таких систем має низку значних переваг:

- підвищення точності ураження — автоматичне розпізнавання та супровід цілі дозволяють зменшити ймовірність промаху;
- мінімізація впливу людського фактору — оператор виконує лише контрольні функції, що знижує ризик помилок і загрози життю;
- підвищення ефективності бойових операцій — скорочення часу реакції на появу цілі та оптимізація процесу наведення;
- автономність виконання завдань — можливість роботи FPV-дрона без постійного втручання оператора, що важливо для складних місій.

Висновки. Розроблено ПЗ для донаведення FPV-дрона, яке вбудовано в обчислювальний модуль бортової системи на базі Raspberry Pi. ПЗ забезпечує аналіз відеопотоку в реальному часі, розпізнавання та ідентифікацію цілей за допомогою алгоритмів глибокого навчання, що дозволяє підвищити точність наведення і автоматизувати процес ураження цілей у бойових умовах.

Автоматизована інформаційна система «Методичний кабінет коледжу»

Владислав Міщенко, Наталія Зубрецька

Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Система управління методичним кабінетом є важливою складовою сучасного освітнього середовища, особливо в контексті розвитку коледжів та інших навчальних закладів. Висока конкуренція та зростаючі вимоги до якості освіти обумовлюють необхідність постійного вдосконалення методів навчання та їх інформаційної підтримки. Розроблення та впровадження ефективних інформаційних систем для методичних кабінетів стає стратегічним завданням для забезпечення якісної освіти та підвищення професійного рівня викладацького складу.

Методи і матеріали. Методи системного аналізу предметної області та порівняльного аналізу існуючих рішень дозволили виявити основні потреби методичного кабінету та сформулювати вимоги до системи. Методи структурного аналізу та проєктування забезпечили побудову моделі бази даних та системи з розподілом функцій між її компонентами. В якості середовища розроблення для системи було обрано програмне забезпечення Microsoft Visual Studio Enterprise 2019 з платформою Windows Forms та мовою програмування C# для розроблення на базі .NET Framework версії 4.7.2, а для бази даних SQLite з розширенням SQLCipher — менеджер баз даних SQLiteStudio.

Результати. Проаналізовано предметну область, проведено порівняльний аналіз існуючих рішень та спираючись на отримані результати розроблено логічну та фізичну моделі системи, структуру бази даних, які стали основою для вибору засобів розроблення та реалізації автоматизованої інформаційної системи для методичного кабінету коледжу.

Розроблена автоматизована інформаційна система забезпечує централізоване зберігання та обробку даних, має високий рівень безпеки завдяки скануванню завантажуваних файлів антивірусною програмою ESET; шифруванню; захисту від несанкціонованого доступу, збереженню цілісності та доступності даних. Використання сучасних технологій гарантує гнучкість і надійність системи, дозволяючи адаптувати її під конкретні потреби закладу освіти шляхом інтеграції з іншими системами автоматизації, а також шляхом впровадження додаткових можливостей для аналізу та звітності.

Впровадження цієї системи матиме значний потенціал для покращення організації навчального процесу та підвищення ефективності роботи методичного кабінету коледжу, забезпечуючи зручний та швидкий доступ до необхідної інформації підтримуючи ефективну співпрацю між адміністрацією, методистами та педагогічними працівниками, підвищуючи якість освітнього процесу та професійну компетентність його учасників.

Висновки. Реалізовано автоматизовану інформаційну систему для методичного кабінету коледжу, яка спрямована на оптимізацію та підвищення ефективності роботи цього визначального відділу навчального закладу шляхом створення єдиного інформаційно-методичного середовища для підвищення якості інформаційної підтримки та стимулювання інноваційної діяльності методистів і педагогів, підсилення взаємодії між ними, а також сприяння підвищенню кваліфікації та педагогічної майстерності викладачів, поглибленню змісту та покращенню якості освітнього процесу в цілому.

Валідація методів визначення теплових показників вогнезахисних покривів сталевих конструкцій будівель харчової промисловості

Михайло Новак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Для визначення ступеню відповідності результатів щодо теплових показників покривів сталевих конструкцій їхнім дійсним значенням актуальним є розроблення автоматизованої процедури валідації застосованих методів оцінювання.

Матеріали і методи. Застосовано метод дослідження, складовими якого є аналізування, порівняння, узагальнення. Основні матеріали для дослідження — наукові публікації зарубіжних і вітчизняних учених у провідних періодичних і спеціалізованих світових виданнях, що стосуються валідації експериментальних і розрахункових методів оцінювання визначальних показників у фізичних системах і автоматизації керування тепловими процесами.

Результати. Запропоновано автоматизовану процедуру валідації методів визначення теплових показників покривів сталевих конструкцій будівель харчової промисловості, таких як балки і колони. У цій процедурі розглядають методи визначення теплових показників, що є модифікованими тим, які наведено в стандартах EN 13381-4:2013 і EN 13381-8:2013.

Завдання валідації цих модифікованих методів сформульовано як завдання автоматизованого керування тепловим станом сталевих конструкцій в умовах впливу стандартного температурного режиму згідно з EN 1363-1:2020. Сутність процесу цього керування полягає у визначенні значень товщини покриву на поверхні зразків сталевих конструкцій, за яких експериментальні проміжки часу до досягнення заданих критичних температур на цих зразках дорівнюють заданим величинам. Для здійснення автоматизованого керування застосовано інтелектуальну систему керування, призначену для визначення значення управляючого параметру об'єкта керування (товщини покриву на зразках), яке забезпечує максимальне наближення регульованого параметру (поточних проміжків часу до досягнення заданих критичних температур) до його заданого значення (заданих проміжків часу до досягнення заданих критичних температур). Ця система містить розрахункову модель з рівнянням (теплопровідності або регресії, залежно від застосовного розрахункового метода), яке встановлює взаємозв'язок між регульованою (вихідною) величиною об'єкта керування і його вхідною величиною (управляючим параметром). Для коригування параметрів застосовної розрахункової моделі (її калібрування) з метою мінімізації відхилення розрахункових від дійсних теплових показників покриву, здійснюють порівняння отриманих розрахункових даних зі значеннями, визначеними із використанням валідованої математичної моделі, яка складається з одномірних диференціальних рівнянь теплопровідності в покриві і сталевій конструкції.

Розроблено програмне забезпечення з використанням мови програмування Python 3.7 з інтегруванням середовищем розроблення JetBrains PyCharm для окремих складових запропонованої процедури валідації, яке, зокрема, забезпечує автоматизацію процесу вводу і збереженості вхідних і вихідних даних. У подальшому необхідно створити алгоритмічне і програмне забезпечення для автоматизації процесів валідації вищезазначених модифікованих методів.

Висновки. Розроблено процедуру автоматизованого керування тепловим станом сталевих конструкцій на основі валідації модифікованих методів визначення теплових показників їхніх покривів і окреслено невирішені завдання.

Аналіз впливу ефекту якоря на архітектуру інформаційних систем

Владислав Безуглий, Ольга Кравченко

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

Вступ. Дослідження спрямовано на аналіз впливу ефекту якоря та його зменшення при проектуванні інформаційної системи що включає в себе СКБД MySQL. Проаналізовано вплив ефекту на продуктивність запитів до бази даних.

Матеріали та методи. Дослідження проводилося на MySQL 8.4 зі стандартною конфігурацією сервера та базою даних обсягом до 10Gb. Передбачається, що «якорем» у дослідженні є початкове хибне припущення, що запити SELECT до таблиці в інформаційній системі виконуватимуться тільки за основним ключем, колонка “id” якого за замовчуванням індексується. Моніторинг продуктивності СКБД вимірював час відгуку SELECT-запитів за значеннями у стовпцях таблиці, відмінними від “id”.

Результати та обговорення. Ефект якоря проявився у вигляді залежності продуктивності запитів до бази даних від початкової конфігурації таблиці без відповідних індексів і призвів до повного сканування таблиці під час вибірки. Це підвищило час відгуку SELECT-запитів до 0.150 s для бази даних обсягом 10 Gb, що в свою чергу ускладнює масштабування інформаційної системи. Після застосування індексації таблиці на колонках, що використовувались у запиті в умовах WHERE, час скоротився до 0.005 s, що на 96% ефективніше. Покращення зумовлено переходом від повного сканування до прямого доступу до даних (Рис.1).

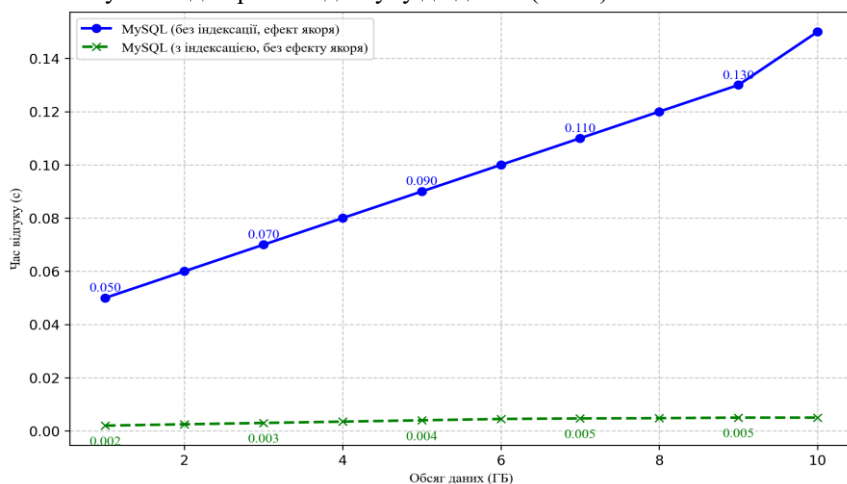


Рис. 1. Вплив індексації на час відгуку для SELECT-запитів в MySQL

Висновки. Усунення ефекту якоря через індексацію в MySQL знизило час відгуку SELECT-запитів на 96% для тестової бази, що підкреслює важливість перегляду стандартних конфігурацій компонентів інформаційних систем в реальних умовах.

Література

1. Soprano, M., Roitero, K., La Barbera, D., Ceolin, D., Spina, D., Demartini, G., & Mizzaro, S. (2024). Cognitive Biases in Fact-Checking and Their Countermeasures: A Review. Information Processing & Management, 61(3), 103672. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2024.103672> URL: <https://surl.li/kppvby>

Перспективи використання інформаційних технологій у сфері продажів танцювального одягу

Маріна Трофімченко, Михайло Грама

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розвиток інформаційних технологій суттєво впливає на сферу роздрібної торгівлі, зокрема на продаж танцювального одягу. Використання сучасних цифрових рішень дозволяє автоматизувати бізнес-процеси, покращити обслуговування клієнтів і підвищити ефективність управління товарними запасами. У цьому дослідженні розглядаються перспективи впровадження інформаційних технологій у продаж танцювального одягу, їхні переваги та можливі виклики.

Матеріали і методи. Аналіз наукових публікацій, досліджень та практичного досвіду впровадження ІТ-рішень у роздрібну торгівлю. Використані методи: синтез та узагальнення інформації, компаративний аналіз сучасних інформаційних систем для торгівлі.

Результати. Сучасні інформаційні технології можуть бути ефективно застосовані в продажах танцювального одягу для:

- автоматизації обліку товарів. Використання інформаційних систем дозволяє вести точний облік товарних залишків, контролювати поставки та уникати дефіциту або надлишку продукції;
- інтернет-магазинів та мобільних додатків. Онлайн-платформи спрощують процес купівлі, дозволяють клієнтам переглядати асортимент, порівнювати товари та здійснювати замовлення дистанційно;
- CRM-систем для управління клієнтською базою. Системи допомагають зберігати історію покупок, аналізувати вподобання клієнтів і розробляти персоналізовані пропозиції;
- впровадження чат-ботів та віртуальних асистентів. Автоматизовані помічники можуть відповідати на запитання клієнтів, допомагати з вибором розміру та оформленням замовлення;
- систем прогнозування попиту. Аналітичні алгоритми аналізують продажі та сезонні тренди, допомагаючи оптимізувати асортимент і формувати ефективні стратегії закупівель;
- інтеграції з соціальними мережами. Використання digital-маркетингу, реклами у Facebook, Instagram та TikTok сприяє залученню нових клієнтів і підвищенню продажів.

Попри переваги, існують і виклики впровадження інформаційних технологій у сферу продажу танцювального одягу: висока вартість розроблення та підтримки ІТ-рішень, необхідність навчання персоналу, забезпечення кібербезпеки та збереження персональних даних клієнтів. Проте, правильна стратегія впровадження та адаптація новітніх технологій можуть значно підвищити ефективність бізнесу, покращити обслуговування клієнтів і забезпечити конкурентну перевагу на ринку.

Висновки. Інформаційні технології відкривають широкі можливості для розвитку бізнесу у сфері продажу танцювального одягу. Вони сприяють підвищенню ефективності роботи, покращенню взаємодії з клієнтами та збільшенню обсягів продажів. Проте їхнє успішне впровадження потребує комплексного підходу, включаючи вибір оптимальних рішень, інвестиції в навчання персоналу та забезпечення безпеки даних.

Використання комп'ютерного зору для контролю якості продукції на виробництві

Андрій Улесь, Валерій Гавриленко, Володимир Левченко, Григорій Комар
Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Контроль якості продукції є важливою складовою виробничого процесу, але традиційні методи візуальної перевірки вручну повільні, затратні та схильні до людського фактора. Застосування систем комп'ютерного зору на основі штучного інтелекту дозволяє автоматизувати контроль якості, підвищити точність і продуктивність процесів.

Матеріали і методи. Було розроблено систему контролю якості на базі промислової камери та модуля обробки зображень із використанням глибоких нейронних мереж. Для навчання моделі було зібрано вибірку з понад 50 тис. зображень виробів із маркуванням дефектів (подряпини, тріщини, сколи, порушення геометрії).

Моделі на основі архітектури ResNet і YOLO були використані для класифікації та локалізації дефектів у реальному часі. Система інтегрована в існуючу виробничу лінію через IoT-шлюз і підключена до SCADA-системи підприємства.

Результати. Система комп'ютерного зору на базі нейронних мереж була впроваджена на лінії контролю готової продукції у машинобудівному цеху.

Протягом перших чотирьох місяців роботи було проаналізовано понад 2,4 млн. виробів. Система продемонструвала точність дефектодетекції на рівні 96%, із показниками відсутності хибнопозитивних спрацювань не більше 2,1%. Виявлені дефекти були класифіковані за типами, що дозволило отримати нову аналітику: найбільш частими виявились мікроподряпини та відхилення геометрії (відповідно 47% і 29%).

Система автоматично інтегрувалася у виробничий процес через IoT-шлюз і передавала звіти у SCADA-систему для формування дашбордів. Завдяки автоматизації швидкість контролю збільшилась у 3,5 раза порівняно з ручним методом.

Було суттєво знижено кількість випадків пропуску дефектів і скорочено витрати на утримання відділу візуального контролю на 28%. Підприємство також отримало нові дані про повторювані дефекти й внесло зміни у технологічний процес, що призвело до зниження відсотка браку на 6% вже через три місяці.

Висновки. Використання комп'ютерного зору на основі глибокого навчання дозволяє істотно підвищити рівень контролю якості продукції, знизити виробничі втрати та підвищити довіру клієнтів. Масштабування подібних рішень є перспективним напрямом для високотехнологічних промислових підприємств.

Література

1. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. (2016) Deep Residual Learning for Image Recognition, *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 770–778.
2. Redmon J., Farhadi A. (2018) *YOLOv3: An Incremental Improvement* : arXiv preprint [online]. URL : arXiv:1804.02767.
3. Huang G., Liu Z., van der Maaten L., Weinberger K. Q. (2017) Densely Connected Convolutional Networks, *Proceedings of the IEEE CVPR*, 4700–4708.

Оптимізація енергоспоживання промислових підприємств за допомогою штучного інтелекту та IoT

Андрій Улесь, Валерій Гавриленко, Володимир Левченко, Іван Махинько
Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Енергоспоживання є однією з ключових статей витрат промислових підприємств. Зростання цін на енергоносії та вимоги до енергоефективності спонукають компанії впроваджувати інтелектуальні системи моніторингу та оптимізації енергоресурсів. Поєднання IoT-сенсорів та алгоритмів штучного інтелекту дозволяє не лише контролювати споживання, а й прогнозувати пікові навантаження та автоматично керувати обладнанням для зниження витрат.

Матеріали і методи. Було розроблено систему збору даних з понад 300 енергетичних лічильників та сенсорів температури, вологості та тиску на виробництві. Дані передавалися у хмарну платформу з подальшим аналізом за допомогою моделей машинного навчання.

Використано алгоритми кластеризації (K-means) для виявлення нетипових сценаріїв енергоспоживання та нейронні мережі для прогнозування пікових навантажень. Також реалізовано автоматичну систему управління навантаженнями на основі результатів моделі.

Результати. Упродовж піврічного циклу роботи системи енергомоніторингу було зібрано дані від понад 300 сенсорів і розроблено прогнозу модель, що дозволила виявляти типові й аномальні сценарії енергоспоживання.

Модель кластеризації виділила 14 регулярних патернів та три нетипові сценарії, пов'язані з прихованими втратами енергії. Подальший аналіз показав, що основними факторами перевищення нормативного споживання є неефективна робота насосів і вентиляції в нічний час.

Використання прогнозу моделі з точністю 88% дозволило передбачати пікові навантаження за 24 години вперед і коригувати розклад роботи енергоємного обладнання. Протягом дії системи загальне споживання електроенергії було знижено на 11%, при цьому підприємство повністю уникло штрафів за перевищення договірних потужностей.

Фінансовий ефект склав понад 190 тисяч доларів на рік, а окремо було відзначено стабілізацію роботи внутрішньої енергомережі та покращення коефіцієнта потужності.

Висновки. Інтеграція систем III та IoT для оптимізації енергоспоживання є перспективним напрямом розвитку промислових підприємств. Це дозволяє не лише зменшити витрати, але й зробити виробництво більш гнучким та стійким до зовнішніх змін. Отримані результати показують економічний ефект на рівні 8–12% від загального бюджету на енергоносії.

Література

1. Siano P. (2014) Demand response and smart grids — A survey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 461–478.
2. Murphy K. P. (2022) *Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics*. Cambridge : MIT Press, 1056 p.

Використання штучного інтелекту та Інтернету речей для прогнозування технічних збоїв у промислових системах

Андрій Улесь, Валерій Гавриленко, Володимир Левченко, Владислав Міщенко
Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Сучасне промислове виробництво стикається з проблемою непередбачуваних відмов обладнання, що призводить до простоїв та фінансових втрат. Класичні методи планового обслуговування часто не враховують фактичний стан устаткування.

Матеріали і методи. Було використано алгоритми градієнтного бустингу та нейронні мережі для обробки часових рядів. Аналіз даних та розроблення моделей виконувались у середовищі Python із застосуванням бібліотек Pandas, Scikit-learn та TensorFlow.

Результати. Використання технологій штучного інтелекту (ШІ) у поєднанні з Інтернетом речей (*Internet of Things* — IoT) дозволяє впровадити підхід предиктивного обслуговування (Predictive Maintenance), підвищуючи надійність виробничих процесів.

Для моніторингу стану обладнання встановлюється мережа IoT-сенсорів, що збирають дані про вібрації, температуру, тиск та інші параметри в реальному часі. Дані надходять у хмарне сховище, де за допомогою машинного навчання будується модель прогнозування збоїв.

Після розгортання системи на виробничих лініях із понад 500 сенсорами збір даних тривав дев'ять місяців. Отримані показники демонструють високу ефективність моделі: точність прогнозування склала 91% із чутливістю 87% та точністю класифікації 92%.

Модель видавала попередження в середньому за 36 годин до ймовірного збою. У цей період було зафіксовано 27 випадків, коли штучний інтелект попередив відмову обладнання, яка інакше не була б вчасно виявлена. Це дозволило уникнути простоїв, сукупний річний фінансовий ефект яких оцінено в понад 320 тисяч доларів США.

Детальний аналіз зібраних даних показав, що найчастішими індикаторами можливих відмов стали перевищення вібраційних коливань (у 42% випадків) та локальні температурні сплески (у 33% випадків). На основі цих даних підприємство переглянуло графіки технічного огляду й підвищило вимоги до моніторингу та діагностики певних вузлів.

Висновки. Використання комп'ютерного зору на основі глибокого навчання дозволяє істотно підвищити рівень контролю якості продукції, знизити виробничі втрати та підвищити довіру клієнтів. Масштабування подібних рішень є перспективним напрямом для високотехнологічних промислових підприємств.

Література

1. Lee J., Lapira E., Bagheri B., Kao H.-A. (2013) Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment, *Manufacturing Letters*, 1(1), 38–41.
2. Gubbi J., Buyya R., Marusic S., Palaniswami M. (2013) Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions, *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
3. Chollet F. (2021) *Deep Learning with Python*. 2nd ed. Shelter Island : Manning, 768 p.

Оптимізація постачання сировини на молокозаводи за допомогою алгоритмів мурашиної колонії

Катерина Чорнобай, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Раціональна організація постачання сировини є критично важливою для забезпечення ефективного функціонування підприємств молочної промисловості. Оптимізація логістичних процесів дозволяє знизити витрати, мінімізувати час доставки та покращити якість продукції. Одним із сучасних методів оптимізації транспортних потоків є алгоритми мурашиної колонії, які моделюють поведінку природних мурах для знаходження найкоротших маршрутів між джерелами їжі та мурашником. Мета цього дослідження — розроблення ефективної моделі оптимізації постачання молочної сировини на основі алгоритмів мурашиної колонії та аналіз її ефективності в реальних умовах.

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети використано алгоритми мурашиної колонії, що базуються на механізмі пошуку оптимального маршруту через імітацію поведінки мурах. У дослідженні застосовано комп'ютерну симуляцію логістичних процесів із використанням програмних засобів MATLAB та Python. В ході дослідження було зібрано та проаналізовано великий масив даних, що містив інформацію про маршрути постачання молочної сировини, включаючи відстані між пунктами відвантаження та отримання, часові параметри транспортування, витрати на логістику та характеристики транспортних засобів.

Результати. На основі цих даних було побудовано графову модель транспортної мережі, після чого застосовано алгоритми мурашиної колонії для пошуку оптимальних маршрутів. Реалізація моделювання здійснювалася в середовищах MATLAB та Python, де спочатку відбулося попереднє очищення та нормалізація вхідних даних, після чого було визначено початкові параметри алгоритму, такі як інтенсивність феромонного сліду, рівень випаровування феромонів та евристичні коефіцієнти.

Подальший етап включав запуск симуляції процесу пошуку найкоротших маршрутів, в якому агенти-мурахи рухалися мережею, вибираючи шляхи відповідно до накопиченої феромонної інформації та евристичних правил. В ході численних ітерацій відбувалася поступова оптимізація шляхів постачання, що дозволило значно покращити ефективність логістики. Після завершення моделювання були проведені порівняльні аналізи отриманих результатів з існуючими методами планування маршрутів, що засвідчило зменшення середньої довжини маршруту на 18%, скорочення часу доставки на 12% та зниження загальних логістичних витрат на 15%. Крім того, алгоритм продемонстрував здатність адаптуватися до зміни умов транспортування, таких як затори чи тимчасові обмеження на маршрутах, що свідчить про його високу практичну ефективність.

Висновки. Застосування алгоритмів мурашиної колонії для оптимізації постачання сировини на молокозаводи дозволяє суттєво покращити ефективність логістичних процесів. Запропонована модель демонструє високий потенціал у зниженні витрат, скороченні часу доставки та підвищенні загальної надійності транспортної системи. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на адаптацію алгоритму для роботи в режимі реального часу та інтеграцію з іншими інтелектуальними системами управління логістикою.

**Використання штучного інтелекту при підготовці до лекцій
викладача технічних дисциплін**

Катерина Чорнобай, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний розвиток штучного інтелекту (ШІ) сприяв його активному впровадженню в освітній процес, зокрема в підготовку навчальних матеріалів викладачами технічних дисциплін. Використання інструментів ШІ може значно спростити створення лекційних матеріалів, забезпечуючи доступ до великої кількості наукових джерел, автоматизоване структурування інформації та генерацію навчальних контентів.

Матеріали і методи. У роботі розглядалися сучасні інструменти штучного інтелекту для генерації навчального контенту, зокрема такі, як OpenAI ChatGPT, Google Bard, DeepL, Grammarly та Copilot від Microsoft. Проведено аналіз методів оцінки достовірності та академічної доброчесності матеріалів, згенерованих інструментами штучного інтелекту. Застосовується порівняльний аналіз між матеріалами, створеними вручну викладачем, та матеріалами, отриманими за допомогою інструментів ШІ.

Результати. ШІ-інструменти здатні значно пришвидшити процес підготовки лекційного матеріалу, але при цьому існують певні ризики. Головними проблемами є: адекватність матеріалів — ШІ може генерувати інформацію, яка не відповідає актуальним науковим знанням або містить помилки; академічна доброчесність — існує ризик генерації текстів, що не відповідають принципам унікальності або містять неправомірне використання джерел; перевірка інформації — викладач зобов'язаний здійснювати ретельну перевірку матеріалів, щоб уникнути розповсюдження неточних або застарілих знань.

Використання ChatGPT може бути корисним для швидкого створення текстів лекцій, зокрема основні матеріали за темою або пояснень теоретичних понять.

Copilot від Microsoft корисний для створення програмних кодів, що можливо використати в якості прикладів. Викладач може згенерувати фрагменти коду на мовах Python або C++, щоб ілюструвати принципи структурного програмування. Однак, цей інструмент не завжди враховує кращі практики програмування або сучасні стандарти, тому викладач повинен перевіряти та коригувати запропоновані рішення.

Google Bard та DeepL доцільно застосовувати для автоматичного перекладу технічної літератури та підготовки багатомовних навчальних матеріалів. Але необхідно пам'ятати, що машинний переклад не завжди коректно передає специфіку технічних термінів, що потребує ретельного перегляду викладачем.

Grammarly допомагає виправляти граматичні помилки у текстах лекцій, що сприяє підвищенню академічної якості текстів, проте інструмент може неправильно виправляти спеціалізовану термінологію або пропонувати стилістично некоректні формулювання.

Висновки. Інструменти ШІ значно оптимізують процес підготовки навчальних матеріалів, їх використання має супроводжуватися ретельною перевіркою та адаптацією під конкретні навчальні потреби. Необхідно приділяти особливу увагу адекватності згенерованого контенту та відповідності академічним стандартам. Надалі варто розвивати методи перевірки та адаптації матеріалів, створених за допомогою ШІ, щоб забезпечити якісний освітній процес.

Дослідження засобів моделювання 3D-моделей для подальшого їх друку

Катерина Чорнобай, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Fused Deposition Modeling (FDM) — одна з найпоширеніших технологій 3D-друку, яка широко використовується у промисловості та побуті. Однією з основних переваг FDM є можливість швидкого створення об'ємних об'єктів з різних пластиків. Однак процес 3D-моделювання пов'язаний з різними методами та програмними засобами, що використовуються для технічного та параметричного моделювання трьохвимірних об'єктів. Метою цього дослідження є аналіз існуючих безкоштовних програмних засобів для 3D-моделювання різних об'єктів для подальшого друку.

Матеріали і методи. У роботі розглядаються три основні програмні засоби для 3D-моделювання: Blender, FreeCAD та Tinkercad. Ці програми мають різні підходи до моделювання, що визначає їх придатність для різних завдань. Оцінювання проводиться за критеріями зручності використання, функціональності та сумісності з FDM-друком. Вибір конкретного програмного забезпечення залежить від рівня користувача та складності проєкту.

Результати. Вибір програмного забезпечення для 3D-моделювання є критично важливим аспектом при розробці виробів для друку за допомогою FDM-технології. Tinkercad є ідеальним рішенням для початківців та освітніх цілей. Проте його функціональність обмежена, що робить неможливим використання для складних технічних моделей. Наприклад, створення складної шестерні або механічного вузла в Tinkercad є надто громіздким через обмежений інструментарій редагування. FreeCAD, навпаки, чудово підходить для технічного та параметричного моделювання. Завдяки точному контролю за параметрами моделі він використовується для проєктування механічних деталей, таких як корпуси електронних пристроїв, кріпильні елементи чи навіть складні шарнірні конструкції. Недоліком є складніший інтерфейс та необхідність володіння інженерними знаннями. Особливо важливим є застосування FreeCAD у технічному моделюванні, оскільки ця програма забезпечує точність і параметричний контроль над конструкцією деталей. Використання FreeCAD дозволяє розробляти функціональні механізми, такі як рухомі з'єднання, кріплення, корпуси електроніки та деталі для складних пристроїв. FreeCAD забезпечує строгий підхід до розроблення виробничих елементів. Це робить його ідеальним вибором для інженерів і технічних спеціалістів, яким необхідна точність у проєктуванні. У випадках, коли необхідно створити механічні вузли з заданими параметрами, використання FreeCAD є оптимальним рішенням. Blender є більш універсальним та дозволяє створювати складні дизайнерські форми та високополігональні моделі, що робить його незамінним для виготовлення унікальних декоративних елементів. Основними недоліками є високий поріг входу та складний інтерфейс, що потребує додаткового навчання.

Висновки. Для технічних і функціональних моделей, де точність є визначальним фактором, FreeCAD є найкращим вибором. Параметричне моделювання у FreeCAD дає змогу легко змінювати розміри деталей без необхідності повної переробки моделі. Це значно прискорює процес розроблення та внесення правок, що є надзвичайно важливим у промисловому та функціональному 3D-друці. Використання цього програмного забезпечення особливо ефективне при розробці технічних пристроїв, які вимагають високої точності і повторюваності.

Аналіз досвіду впровадження концепції «Just-in-time» у харчових виробництвах України

Діана Шпаченко, Олена Харкянєн

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією з найпоширеніших логістичних стратегій сьогодення вважається концепція «Just-in-time». Це дослідження має на меті довести виправданість застосування цієї логістичної концепції та окреслити ключові виклики, з якими стикаються вітчизняні виробництва при її впровадженні, а також встановити основні вигоди, що досягаються.

Матеріали і методи. Дослідження спирається на аналіз наукових публікацій та статистичних матеріалів. Крім того, було використано методи порівняльного аналізу й узагальнення для формулювання висновків.

Результати. В діяльності українських підприємств харчової промисловості концепція «Just-in-time» (JIT) відіграє визначальну роль у гарантуванні свіжості продукції та зведенні до мінімуму відходів. Особливо це актуально для продуктів швидкого псування, де JIT дозволяє щоденно забезпечувати споживачів свіжою продукцією. Виробники м'ясної продукції використовують JIT з метою скорочення терміну зберігання та підтримки найвищої якості. Компанії з виробництва напоїв, на зразок «AB InBev Efes Україна», оптимізують виробничі процеси та логістику, застосовуючи JIT. В умовах війни українські харчові підприємства продовжують адаптувати JIT задля забезпечення ефективної діяльності.

Застосування логістичної концепції «Just-in-time» виробничими підприємствами дає змогу на 30–50% зменшити всі види запасів матеріальних ресурсів, на 25–45% — тривалість переміщення продукції від початкового джерела сировини до кінцевого споживача, знизити витрати на виробництво на 10–20%, скоротити час реалізації вдвічі, зменшити запаси готової продукції на 33%, а запаси незавершеного виробництва — на 80%, прискорити оборотність оборотного капіталу підприємства, збільшити рівень задоволеності споживачів якістю продукції та сервісу, а також сформувати високі фінансові результати діяльності, що додатково сприяє забезпеченню їхньої довгострокової життєдіяльності.

Першим виробником в Україні, який впровадив систему «точно в термін», є ПрАТ «Чумак», що завжди прагнув до оптимізації виробничих процесів, в умовах війни компанія вимушена адаптуватись до нових реалій. Також серед українських компаній можна відзначити такі, як ПрАТ «АВК», «Молочний альянс», «Київхліб», «Воронін», Миронівський хлібопродукт», «Монделіс Україна», «Торговий дім Харківський жиркомбінат», «Ніссан Мотор Україна», «Криворізький завод гірничого обладнання». Застосування системи «Just-in-time» на вищезазначених підприємствах привело до випуску виробничих партій невеликого розміру, скорочення часу підготовки до виробництва та обмеження обсягу незавершеного виробництва.

Висновки. Проаналізувавши концепцію управління запасами «Just-in-time», стає очевидним, що вона пропонує низку переваг у порівнянні з усталеними методами, що робить її впровадження на українських підприємствах розумним кроком.

Література

1. Johnson R., Lee K. (2023) The Impact of Just-in-Time on Supply Chain Performance: Evidence from the Food Industry, *Journal of Supply Chain Management*, vol. 58, pp. 45–60.

Пошук оптимально-глибокої мережі для класифікації зображень на датасеті CIFAR-10

Ярослав Гозак, Сергій Палій

Факультет інформаційних технологій, Київський національний університет імені
Тараса Шевченка, Київ, Україна

Вступ. Кожна задача розпізнавання зображень унікальна, і навіть схожі випадки можуть вимагати різних мереж. Ми дослідили оптимальну глибину мережі для класифікації зображень із датасету CIFAR-10.

Матеріали та методи. В цьому дослідженні ми використовували дані з датасету CIFAR-10 та методи порівняльного аналізу.

Результати. У дослідженні було порівняно мережі глибиною від 2 до 12 шарів. Шарова конфігурація мереж побудована за однаковим принципом і складається з блоків по 2-3 зорткових шари із заключним шаром пулінгу. Кожен шар пулінгу вдвічі зменшує просторовий розмір карт ознак.

За результатами дослідження точність класифікації зображень змінюється зі збільшенням кількості шарів у мережі як показано на Рисунок 1.

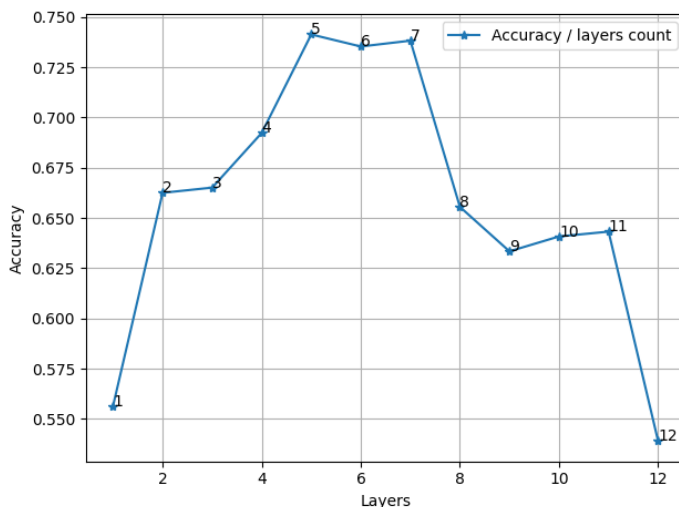


Рисунок 1. Зміна точності класифікації зі збільшенням глибини мережі.

Як показано вище найкраща точність досягається мережами, що складаються з 5-7 шарів. Менша кількість шарів не дозволяє виділяти достатньо гранульовані ознаки, а більша кількість шарів вимагає додаткових заходів для запобігання перенавчанню.

Висновки. Без використання аугментації даних на наборі CIFAR-10 найкращу точність показують мережі із глибиною 5-7 шарів. Кращої точності можна досягти використовуючи аугментацію даних та більш глибокі мережі.

Література

1. Hozak, Ya. & Paliy, S. (2024). Modern small networks for image classification. Feature analysis. Management of Development of Complex Systems, 60, 221–229, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.221-229](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.221-229).

Наукове видання

**91-а Міжнародна
наукова конференція молодих учених,
аспірантів і студентів**

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

7–11 квітня 2025 р.

Частина 2

Національний університет харчових технологій
01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.