

Ministry of Education and Science of Ukraine

**National University
of Food Technologies**

82
**International scientific
conference of young scientist
and students**

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

April 10-13, 2016

Part 2

Kyiv, NUFT 2016

Міністерство освіти і науки України

**Національний університет
харчових технологій**

**82 Міжнародна
наукова конференція
молодих учених,
аспірантів і студентів**

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

13–14 квітня 2016 р.

Частина 2

Київ НУХТ 2016

82 International scientific conference of young scientist and students "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April 13-14, 2016. Book of abstract. Part 2. NUFT, Kyiv.

The publication contains materials of 82 International scientific conference of young scientists and students "Youth scientific achievements to the 21st century Nutrition problem solution".

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

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

Scientific Council of the National University of Food Technologies recommends the journal for printing. Minutes № 11, 25.12.2016

© NUFT, 2016

Матеріали 82 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”, 13–14 квітня 2016 р. – К.: НУХТ, 2016 р. – Ч.2. – 506 с.

Видання містить матеріали 82 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів.

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

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

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій. Протокол № 11 від «25» березня 2016 р.

© НУХТ, 2016

Scientific Committee

Chairman:

Anatolii Ukrainets, prof., Ukraine

Tetiana Mostenska, prof., Ukraine

Volodymyr Zaviyalov, prof., Ukraine

Aleksandr Mamtsev, prof., Russia

Andrzej Kowalski, prof., Poland

Anatolii Ladaniuk, prof., Ukraine

Anatolii Sayhanov, prof., Belarus

Anatolii Zaiinchkovskiy, prof., Ukraine

Anna Gryshchenko, ass. prof., Ukraine

Cristina Popovici, ass. prof., Moldova

Virginia Ureniene, d-r, prof., Lithuania

Dumitru Mnerie, prof., Romania

Denis Yashin, ass. prof, Russia

Eugen Shtefan, prof., Ukraine

Galyna Cherednichenko, ass. prof.,
Ukraine

Galyna Polischuk, prof., Ukraine

Galyna Simahina, prof., Ukraine

Huub Lelieveld, Netherlands

Henk Donners, Netherlands

Ingrid Bauman, prof., Croatia

Igor Elperin, prof., Ukraine

Igor Kirik, ass. prof., Belarus

Ingrida Hriesiene, Lithuania

Karel Mager, Germany

Zhanna Koshak, d-r., as. prof.,
Belarus

Mark Shamtsyan, ass. prof., Russia

Mykhailo Arych, Ukraine

Iryna Fedulova, d-r., prof., Ukraine

Nadiia Levytska, prof., Ukraine

Nusrat Kurbanov, prof, Azerbaijan

Oleksandr Seriogin, prof., Ukraine

Oleksii Gubenia, ass. prof., Ukraine

Olena Sologub, prof., Ukraine

Oleksandr Gavva, prof., Ukraine

Olga Petukhova, prof., Ukraine

Pascal Dupeux, prof., France

Petro Shyian, prof., Ukraine

Sergii Vasylenko, prof., Ukraine

Stanka Damianova, prof., Bulgaria

Stefan Stefanov, prof., Bulgaria

Tamar Turmanidze, Georgia

Tetiana Pyrog, prof., Ukraine

Tomasz Bernat, prof, Poland

Tsvetan Yanakiev, Bulgaria

Valerii Myronchuk, prof., Ukraine

Vlad Vinatu, Romania

Vladimir Pozdniakov, ass. prof.,
Belarus

Viktor Dotsenko, prof., Ukraine

Volodymyr Kovbasa, prof., Ukraine

Yelyzaveta Kostenko, prof., Ukraine

Науковий комітет

Голова:

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

Заступники голови:

Тетяна Мостенська, д.е.н., проф.,
Україна

Володимир Зав'ялов, д.т.н., проф.,
Україна

Александр Мамцев, д.б.н., проф.,
Росія

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

Анатолій Сайганов, д.е.н., проф.,
Беларусь

Анатолій Заїнчковський, д.е.н.,
проф., Україна

Анна Грищенко, к.т.н., доц., Україна

Анджей Ковальські, д-р, проф.,
Польща

Валерій Мирончук, д.т.н., проф.,
Україна

Віргінія Юренієне, д-р, проф., Литва

Владімір Поздняков, к.т.н., доц.,
Беларусь

Віктор Доценко, 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

Галина Чередніченко, к.пед.н., доц.,
Україна

Думітру Мнеріє, д-р, проф., Румунія

Денис Яшин, к.т.н., доц., Росія

Євген Штефан, д.т.н., проф., Україна

Єлизавета Костенко, д.хім.н., проф.,
Україна

Ігор Ельперін, к.т.н., проф., Україна

Жанна Кошак, к.т.н., доц., Беларусь

Ігор Кірік, к.т.н., доц., Беларусь

Ірина Федулова, д.е.н., проф.,
Україна

Інгрід Бауман, д-р, проф., Хорватія

Інгріда Грієсієне, Литва

Карел Магер, Німеччина

Крістіна Попович, к.т.н., доц.,
Молдова

Марк Шамцян, к.б.н., доц., Росія

Михайло Арич, к.е.н., Україна

Надія Левицька, д.і.н, проф., Україна

Нусрат Курбанов, к.т.н., доц.,
Азербайджан

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

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

Олексій Губеня, к.т.н., доц., Україна

Олена Сологуб, д.е.н., проф., Україна

Ольга Петухова, д.е.н., проф.,
Україна

Паскаль Дупьо, д-р, проф., Франція

Петро Шиян, д.т.н., проф., Україна

Світлана Гуткевич, д.е.н., проф.,
Україна

Сергій Василенко, д.т.н., проф.,
Україна

Станка Дамянова, д-р, доц., Болгарія

Стефан Стефанов, д-р, проф.,
Болгарія

Тамар Турманідзе, Грузія

Тетяна Пирог, д.б.н., проф., Україна

Томаш Бернат, д-р, проф, Польща

Хенк Доннерс, Нідерланди

Хуб Лелівелд, Нідерланди

Цвєтан Янакієв, Болгарія

Content

12. Food processing, biotechnology and pharmaceutical industries	9
12.1. Food processing, biotechnology and pharmaceutical industries.....	10
12.2. Technological equipment and computer design technology.....	62
13. Machines and technologies for packaging	91
14. Mechanical engineering and engineering graphics	119
14.1. Quality, reliability and durability of food equipment companies.....	120
14.2. Engineering graphics.....	144
15. Processes and apparatus of food productions	157
16. Energy and resource saving technologies	188
17. Power equipment, heat and power systems of industry enterprises	212
17.1. Industrial power.....	213
17.2. Electricity industry.....	238
17.3. Electrical engineering.....	254
18. Automation and computer-integrated technologies	262
18.1. Innovative solutions for integrated automated management systems.....	263
18.2. Automated process control.....	285
18.3. Information technology.....	309
19. Life safety	353
20. Physical, chemical and mathematical principles of technological processes	377
20.1. Physics.....	378
20.2. Higher mathematics.....	391
20.3. General and Inorganic chemistry.....	414
20.4. Synthesis and study of organic compounds.....	425
20.5. Physical and colloid chemistry.....	440
20.6. Analytical chemistry.....	464

Зміст

12. Обладнання харчових, біотехнологічних та фармацевтичних виробництв	8
12.1. Обладнання харчових, фармацевтичних та біотехнологічних виробництв.....	9
12.2. Технологічне обладнання та комп'ютерні технології проектування.....	62
13. Машини та технології пакування	91
14. Машинобудування та інженерна графіка	119
14.1. Якість, надійність та довговічність обладнання харчових підприємств.....	120
14.2. Інженерної графіка.....	144
15. Процеси та апарати харчових виробництв	157
16. Енерго- і ресурсощадні технології	188
17. Енергетичне обладнання, системи тепло-електропостачання промислових підприємств	212
17.1. Промислова теплоенергетика.....	213
17.2. Електропостачання промислових підприємств.....	238
17.3. Електротехніка.....	254
18. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	262
18.1. Інноваційні рішення для інтегрованих автоматизованих систем управління.....	263
18.2. Автоматизоване управління технологічними процесами.....	285
18.3. Інформаційні технології.....	309
19. Безпека життєдіяльності	353
20. Фізико-математичні і хімічні основи технологічних процесів	377
20.1. Фізика.....	378
20.2. Вища математика.....	391
20.3. Загальна і неорганічна хімія.....	414
20.4. Синтез та дослідження органічних речовин.....	425
20.5. Фізична та колоїдна хімія.....	440
20.6. Аналітична хімія.....	464

Section

12

**Food processing,
biotechnology and
pharmaceutical
industries**

Секція

12

**Обладнання
харчових,
біотехнологічних та
фармацевтичних
виробництв**

**12.1.
Food processing,
biotechnology and
pharmaceutical industries**

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

**12.1.
Обладнання харчових,
фармацевтичних та
біотехнологічних
виробництв**

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

1. Коэффициент изменения массы семян – качественный показатель сепарирования по удельной плотности

Сергей Зеленко, Владимир Поздняков

Белорусский государственный аграрный технический университет, Республика Беларусь

Введение. К числу наиболее ценных биологических признаков семян относится удельная плотность. С удельной плотностью связано содержание в семенах питательных веществ, определяющих прорастание зародыша и появление дружных, здоровых всходов. Семена с наибольшей удельной плотностью обладают большим запасом питательных веществ, высокой энергией прорастания, всхожестью и, естественно, дают лучший рост растений и более высокий урожай.

Материалы и методы. В соответствии с целью и задачами исследований работа проводилась по следующим направлениям: разделение исходной партии семян по удельной плотности с помощью вибропневматического сепаратора; определение массы 1000 семян производилось по ГОСТу 12042-80 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 зерен»; проведение оценки всхожести и энергии прорастания по ГОСТу 12038-84.

Результаты. Для проведения экспериментальных исследований процесса разделения сыпучей семенной массы по удельной плотности был разработан экспериментальный стенд, основным звеном которого является вибропневматический сепаратор, позволяющий производить сортировку семенной массы на фракции, отличающиеся удельной плотностью с разницей 10-15%.

Технологическая эффективность процесса разделения сыпучей массы по удельной плотности определялась таким качественным показателем как коэффициент изменения массы семян, который определяется отношением:

$$K_{н.м.} = \frac{m_1 - m_{нач}}{m_{нач}} \times 100\%$$

где m_1 – масса 1000 зерен более плотной фракции, разделенной на вибропневматическом сепараторе, г;

$m_{нач}$ – масса 1000 зерен исходной смеси, г.

Для проведения экспериментальных исследований использовались семена ярового рапса. В результате проведения сепарирования исходной партии семян рапса по удельной плотности полученные данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты сепарирования ярового рапса по удельной плотности.

Фракция	Масса 1000 семян, г	Натура семян, г/л	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Исходная (до сепарирования)	6,7	651,6	78,5	82,5
Плотная (семена для посева)	9,4	673,6	89,5	93,5

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что масса 1000 семян после сепарирования и, соответственно количества веществ, содержащихся в семени рапса, больше на 40% по сравнению с исходной семенной смесью. Следовательно качественным показателем, который может служить признаком деления зерновой массы по удельной плотности, является коэффициент изменения массы. Он показывает, на сколько процентов отсепарированные семена, обладающие большей удельной плотностью, характеризуются более высокой энергией прорастания и всхожестью.

2. Исследование потерь давления в роторном центробежном классификаторе

Роман Бондарев

Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

При разделении полидисперсных материалов на фракции со строго заданными гранулометрическими составами в воздушно-проходных классификаторах основным технологическим параметром является расход воздуха, проходящим через установку. В свою очередь, для обеспечения необходимых значений данного параметра (подбора вентилятора) необходимо знать потери давления (напора) в классификаторе.

С целью определения потерь давления в роторном центробежном классификаторе с криволинейными лопатками, загнутыми против хода вращения ротора, были проведены экспериментальные исследования по выявлению зависимости этого параметра от числа лопаток ротора. При исследованиях угол изгиба лопатки являлся фиксированным (160°), а число лопаток изменялось от 5 до 9. Значения расхода воздуха изменялось в пределах от $0,014 \text{ м}^3/\text{с}$ до $0,02 \text{ м}^3/\text{с}$ с шагом $0,001 \text{ м}^3/\text{с}$.

Измерение объемного расхода воздуха осуществлялся с помощью цифрового анемометра типа testo – 435, снабженного трубкой Пито-Прандтля. Прибор позволяет проводить измерение давления с точностью до $0,01 \text{ Па}$, а скорости воздушного потока – с точностью до $0,1 \text{ м/с}$. Изменение значения расхода воздуха осуществляется транзисторным преобразователем частоты, с помощью которого изменяется частота вращения рабочего колеса вентилятора. Измерение потери давления осуществлялось с помощью U-образного дифференциального микроманометра 4 типа КХЛП, с высотой шкалы 640 мм , подключенного по ходу воздушного потока до и после классификатора.

В результате математической обработки экспериментальных данных была получена эмпирическая зависимость, которая имеет вид

$$\Delta p = C \cdot e^{118,6 \cdot Q}$$

где Q – расход воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$;

C – эмпирический коэффициент, значения которого в зависимости от числа лопаток ротора приведены в таблице 1.

Таблица 1. Значение коэффициента C

Число лопаток	Коэффициент C
5	118,2
6	123,4
7	130,6
8	131,8
9	144,7

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что с увеличением числа лопаток ротора классификатора увеличиваются и потери давления. Это можно объяснить тем, что с увеличением числа лопаток увеличивается число каналов для прохождения потока через ротор, а значит, уменьшается площадь «живого» сечения, что ведет к увеличению скорости движения потока.

3. Вібраційна вакуумна сушарка

Генадій Шершньов, Азіз Сардаров, Ольга Маяк
Харківський державний університет харчування та торгівлі, Україна

Вступ Серед різних форм механічних впливів на дисперсні системи в технологічних процесах вібрація займає важливе місце, як один з найбільш ефективних засобів для створення динамічного стану дисперсних систем.

Матеріали і методи Розробка апаратів і вібраційних технологій пов'язані між собою, їхнє створення неможливо без експериментального й теоретичного вивчення процесів, що відбуваються в середовищі при здійсненні вібрації. Вібруючі сушарки є одним з прогресивних типів апаратів для сушіння. Процес в киплячому шарі дозволяє значно збільшити поверхню контакту між частинками матеріалу і сушильним агентом, інтенсифікувати випаровування вологи з матеріалу і значно скорочує тривалість сушіння.

Результати Для проведення процесу сушіння була розроблена вібраційна вакуумна сушарка (рис. 1). Запропонована сушарка складається з робочої вакуум камери 1, нагрівальних елементів 2, термопари 3, теплообмінної оболонки 4, шпигу термопари 5, блоку керування 6, термопари 7, металевого ущільнювача 8, вібратора 9, датчика перетворення обертання вала двигуна 10, станини 11, амортизаційного пристрою 12, кришки 13, вала 14, деки для продукту 15, перфорованих лотків 16, манометру 17, мірного скла 18, баку 19, дросельного вентилю 20, вентилю 21, вакуум насоса 22, датчика перетворення обертання вала двигуна 23, електродвигуна 24, вентилю 25, патрубку для підведення теплоносія 26, патрубок для відведення теплоносія 27.

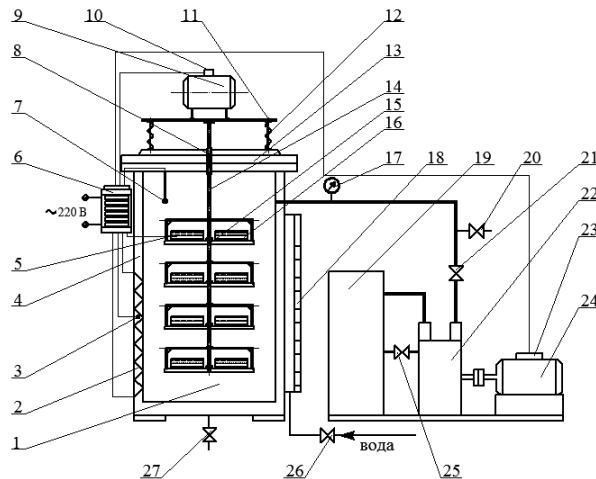


Рис. 1. Вібруюча вакуумна сушарка

Висновки. Основні переваги запропонованої сушарки:

- скорочення тривалості процесу сушіння за рахунок вакуумування;
- підвищення якості готового продукту за рахунок низького температурного режиму;
- інтенсифікація процесу сушіння, за рахунок використання вібрації для оновлення масообмінної поверхні контакту фаз.

4. Improving the process of roasting malt in a drum-type machines for small factories with low productivity

Paul Ebiensa¹, Vladimir Grudanov¹,
Alekssei Ermakov², Vladimir Pozdniakov¹

1 - Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus

2 - Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Introduction. For the production of dark sorts of beer it is necessary to improve the thermal processes of production of caramel malt.

Materials and methods. Studies of heat treatment processes of malt conducted on experimentally improved roaster with steam-medium and intensive stirring.

Varying factors: the frequency of rotation of the screw, $n = 20-50 \text{ min}^{-1}$; duty ratio of the working chamber, $\varphi = (0,5-0,8)$; the temperature inside the working chamber at stage II, $t_p = 150-1800^\circ\text{C}$; the roasting stage II, $\tau = 140-180 \text{ min}$, during the experiment, the first phase grains are heated at 65°C for 30min.

Results and discussion. On the basis of comprehensive studies carried out for the first time developed a mathematical model of thermal conductivity with the steady state through a layer of the processed product to the refined coefficients.

Modeling of the heat transfer processes in the fryer with drum working body, thus yielding a new generalized dimensionless equation on the basis of which is determined by the coefficient of heat transfer from the drum wall to the heated particles and, consequently, the value of the quantity of heat transferred per unit time from the drum wall (a heating environment) to the particulate product.

The paper describes the developed fryer new design for the production of caramel malt with a maximum number of concurrent fried products up to 300 kg. This unit has improved technical performance and can be used in a small breweries beer at restaurants, bars and farmsteads.

Based on the analysis of the experimental data to determine the optimum operating and process parameters of roasting caramel malt in the developed device, providing high quality malt while minimizing the specific in energy consumption.

The optimum in terms of the process, parameters of roasting required, product quality and the minimum specific energy consumption of caramel malt in the developed device:

- for Class I caramel malt: drum speed $n = 5,8 \text{ min}^{-1}$; working chamber filling factor $\varphi = 0,48$; the temperature inside the working chamber at the II stage $t_p = 192-200^\circ\text{C}$; the roasting stage II $\tau = 138-143 \text{ min}$;

- caramel malt for Class II: the drum speed $n = 1,7 \text{ min}^{-1}$; working chamber filling factor $\varphi = 0,89$; the temperature inside the working chamber at the II stage $t_p = 131-136^\circ\text{C}$; the roasting stage II $\tau = 112-115 \text{ min}$.

At the first stage of the roasting, wheat must be maintained at a temperature of 65°C for 30 minutes.

Designed fryer drum with new design solutions recommended for use in small industries (breweries of beer restaurants, bars, farmsteads). The fryer can be used to obtain a caramel malt Class I and II as well as roasted malt in the production of beer dark varieties,

The proposed technical solutions can be used in the construction of the fryer, intended for frying various foods (coffee, nuts, etc.).

The graphical and analytical dependence can be used in engineering calculations fryer and other equipment of this principle of action.

Conclusion. Application of the results in the design of equipment as well as in the production of caramel malt in the enterprises of low power allows you to extend the range and quality of products in enterprises.

5. Коефіцієнт продуктивності м'ясорізальних вовчків

Надія Філімонова, Василь Осипенко

Черкаський державний технологічний університет, Україна

Вступ. Згідно відомих уявлень продуктивність вовчка визначають за виразом $Q = f(K_{в.ш.})$, де $K_{в.ш.}$ — коефіцієнт подачі або використання шнеку ($K_{в.ш.} = 0,25 \div 0,35$). Таке низьке значення коефіцієнту пояснюється дослідниками втратою сировини крізь зазори між шнеком та стінкою робочого циліндра, проковзуванням шнеку об сировину тощо. Однак, на нашу думку, втрата близько 70% від максимально можливої теоретичної продуктивності – це занадто велике значення для означених факторів. Розкрити сутність явища істотного зменшення продуктивності вовчка можуть результати досліджень авторів, згідно яких сировина шнеком вовчка подається лише в межах певного сектору, який відраховується від кінця витка шнеку.

Матеріали і методи. Дослідження умов роботи деталей комплектів подачі та різання сировини виконувалось із використанням методів математичного аналізу.

Результати. Значення коефіцієнту продуктивності вовчка K_Q можна визначити, взявши до уваги усі основні чинники, які зумовлюють істотне зменшення теоретично можливої продуктивності:

$$K_Q = 1 - \frac{S_l^{акт} \cdot z_l^{акт}}{\varphi \cdot \frac{\pi}{4} (D_p^2 - d_p^2)} - \left(\theta_{нен} \cdot \left(\frac{1 - \varphi}{\varphi} \right) + \theta_{зр} + \left(\frac{q_0}{k_б} \right) \cdot e^{\frac{4f \cdot k_б \cdot B_p}{d_0}} - \frac{q_0}{k_б} \right) \times \\ \times \left(\frac{\varphi \cdot k_{пром} \cdot H_{о-1}}{E \cdot H_{зан.}} \right) \left(\frac{\pi \cdot n_{ш} \cdot e^{a_v} (D_{ш} - h) \sin \alpha}{\cos \gamma_{mp}} \cdot \cos(\alpha + \gamma_{mp}) \right)^{b_v}$$

де D_p – зовнішній діаметр решітки; d_p – діаметр центрального отвору решітки; $S_l^{акт}$ – площа фронтальної проекції одного леза ножа, яке знаходиться в зоні подачі сировини; $z_l^{акт}$ – кількість леза ножа, які знаходяться в зоні подачі сировини; $k_{пром}$ – емпіричний коефіцієнт збільшення опору різального вузла внаслідок збільшення відстаней поміж окремими решітками на величини товщини ножів; φ – коефіцієнт використання робочої площі вихідної решітки; $\theta_{нен}$ – напруження penetрації сировини при обтіканні перемичок поміж отворами решітки, Па; $\theta_{зр}$ – напруження різізу сировини при вдавлюванні в отвори решітки, Па; f – коефіцієнт тертя сировини о стінки каналу; B_p – товщина решітки, м; d_0 – діаметр отворів решітки, м; q_0 – залишковий боковий тиск, Па; $k_б$ – коефіцієнт бокового тиску; a_v , b_v – емпіричні коефіцієнти збільшення опору різального вузла внаслідок збільшення швидкості подачі сировини; γ_{mp} – кут тертя сировини об поверхню шнеку; h – глибина гвинтового каналу шнеку; $n_{ш}$ – частота обертання шнеку; $H_{о-1}$ – крок міжвиткового простору шнеку, в межах останнього витка; α – кут підйому витків шнека.

Висновки. Отриманий вираз враховує структурно-механічні властивості м'яса та будову елементів різального вузла вовчка. Він може бути використаний при проектуванні вовчків та для обґрунтування високопродуктивних способів подачі м'яса в них.

6. Разработка конструкции 3D принтера, печатающего пищевыми материалами

Кирилл Маркин, Сильвестр Чайко, Алексей Ермаков, Александр Заико
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Введение. 3D-печать или «аддитивное производство» – процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели. 3D-печать основана на концепции построения объекта послойно наносимыми слоями, отображающими контуры модели.

Материалы и методы. В ходе анализ существующих конструкций 3D принтеров было установлено, что для печати шоколадом в качестве базовой модели наиболее целесообразно использовать конструкцию на основе Prusa Mendel, проекта RepRap, по технологии печати FDM. Базовая модель предназначена для печати ABS пластиком. На основе базовой модели нами была предложена усовершенствованная конструкция 3D принтера с печатающей головкой для печати пищевыми пастообразными материалами.

Результаты. При помощи программ трехмерного моделирования (AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks и др.) была спроектирована конструкция 3D принтера и печатающей головки к нему. Применение компьютерных программ значительно ускорило процесс проектирования и позволило избежать проблем на этапе сборки конструкции.

На основе трехмерных моделей были разработаны сборочные чертежи и рабочие чертежи деталей 3D принтера. В настоящее время разработанная модель собрана, с ее помощью проводятся экспериментальные исследования по формованию шоколадных изделий. Основные технические характеристики модели представлены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики разработанного 3D принтера для формования шоколадных изделий

Наименование	Значение
Максимальный размер печатающего изделия, мм	200×200×120
Скорость печати, мм/сек	33
Диаметр сопла, мм	0,5-1,5
Материал для печати	Молочный шоколад «Коммунарка» ГОСТ Р 52821
Габаритные размеры, мм	470×470×420
Масса, кг	8
Потребляемая мощность от сети, Ватт	200

Вывод. Разработанная конструкция 3D принтера на основе Prusa Mendel, в котором стандартный экструдер изменен и адаптирован для печати шоколадом может быть использована в небольших кондитерских, а также при проведении рекламных компаний кондитерских фабрик. Модель работоспособна, но в настоящее время возможна печать только в один слой.

7. Аналіз тенденцій розвитку парку технологічного обладнання для фармацевтичних виробництв в Україні

Олександр Терешков, Дмитро Сачук

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

ПрАТ «Фармацевтична фірма «Дарниця», м. Київ, Україна

Вступ. Проведено аналіз розвитку парку технологічного обладнання фармацевтичних виробництв України з 1991 року. Визначено особливості та тенденції розвитку ринку фармацевтичного обладнання України.

Матеріали та методи. Аналіз ґрунтується на матеріалах з сучасних наукових та виробничих журналів, а також узагальненні власного виробничого досвіду авторів.

Результати та обговорення. З початком становлення України в 1991 році, постало питання забезпечення населення якісними і доступними ліками. В спадщину, Україні дісталась кілька великих фармацевтичних підприємств, проте, на 99% вони були укомплектовані застарілими зразками обладнання, і під час виробництва лікарських засобів використовували морально застарілі та енерговитратні технологічні процеси.

Слід відмітити, що Україна, на відміну від інших країн, що стикалися з подібною проблемою, пішла шляхом не лише закриття внутрішнього дефіциту, а й розвитку власної промисловості у відповідності до визнаних у світі стандартів у виробництві лікарських засобів (GMP, FDA ISO). Такий підхід сприяє не лише технічному, технологічному розвитку фармацевтичних підприємств і готує підґрунтя для насичення внутрішнього ринку якісними та доступними генериками визнаних лікарських засобів, а й створює стартову площадку для експорту вітчизняних ліків.

На початку шляху (1991-1995 роки), всі підприємства були укомплектовані радянським обладнанням, що ніяк не відповідало вимогам GMP. Одиниці підприємств могли похвалитися хоча б одним зразком імпортного обладнання (деякі одиниці навіть не використовувались, через значну різницю у технологічних процесах і неможливості використання цієї одиниці у відповідному процесі.)

В цьому контексті слід згадати про колишній Маріупольський (Жданівський) завод технологічного обладнання, що виготовляв широку номенклатуру технологічного обладнання для фармацевтичних підприємств. Серед його розробок слід відзначити комплексні лінії для виготовлення лікарських засобів в ампулах вакуумним методом та лінії для виготовлення і пакування таблеток. Нажаль, підприємство не змогло пристосуватися до нових умов і запропонувати обладнання, що відповідає сучасним вимогам.

Тому всі фармацевтичні виробники України змушені були зайнятися вибором невідомого раніше імпортного обладнання. Більші виробники купували зразки обладнання провідних європейських виробників. Дрібніші підприємства, змушені були вибирати з поміж китайських/індійських копій світових зразків чи вживаних оригіналів.

Найбільш інтенсивне оновлення парку обладнання в Україні припало на період 1999 – 2010 років.

Крім обладнання, оновленню підлягали й власне технологія виробництва лікарського засобу та середовище виробництва (чисті приміщення).

Сучасні вимоги до обладнання фармацевтичної промисловості формуються на стику таких напрямів:

- Задоволення вимог GMP щодо відсутності впливу на сировину/продукт (частини, що контактують з продуктом з нержавіючої сталі, пластику, фізичне розділення операційної і технічної частини пристрою і т.д.);
- Впровадження у виробництво нових типів первинного і вторинного пакувань, які відповідають сучасним тенденціям на ринку лікарських засобів і

маркетингових досліджень (системи контролю першого відкриття, пакування в одноразові герметичні флакони типу Bottlepack, картриджі (карпули), попередньо наповнені шприци, комбінації декількох різних форм лікарських засобів в одній упаковці (сухий антибіотик + розчинник + одноразовий шприц).

- Надійність і простота в обслуговуванні (швидка і зручна зміна формату на машині, швидкі і зрозумілі процедури технічного обслуговування, що не потребують значного демонтажу частин обладнання, мінімізація ризиків несподіваного виходу обладнання зі строю).

Оскільки, щойно придбане обладнання випереджало попереднє на декілька поколінь, доводилось багато часу приділяти його освоєнню, зважаючи на більш високий рівень автоматизації і значно скромніший обсяг технічної документації (у порівнянні із радянськими зразками), до того ж, часто лише на англійській мові.

Використання в обладнанні новітніх досягнень техніки (торцюві ущільнення, магнітні мішалки, безконтактні датчики, пневмосистеми) і разом з тим відсутність оригінальних/аналогічних запасних частин у швидкій доступності, вимагало кардинального перегляду існуючих принципів побудови системи ПППР такого обладнання до більш прискіпливого аналізу можливих поломок та їх упередження.

Найбільш революційна зміна в технології виготовлення лікарських засобів відбулася у ампульному виробництві – це відмова від продуктивного, проте застарілого і витратного методу паро-вакуумної обробки і наповнення ампул, та перехід на загальноприйнятій, більш точний і акуратний ін'єкційний метод наповнення ампул. Зараз, оптимальними вважають наступні швидкості випуску продукції: до 24 000 шт/год для ампули 1-2 мл.; 17000 шт/год для ампули 5-10 мл. Подальше підвищення швидкості за використання ампул середньої якості (середнє відхилення геометричних розмірів), призводить збільшення бою ампул в процесі їх передачі вздовж робочої лінії, підвищеного зносу форматних частин і збільшення часу простоювання, пов'язаного із оперативним прибиранням машин від частин битих ампул.

Значні зміни відбулися і у виробництві твердих лікарських засобів (таблеток). Під час підготовки таблетмаси почали широко використовувати гранулювання у псевдозрідженному шарі, сучасні високоавтоматизовані таблетпреси, які розділяють процес пресування таблетки на попереднє і основне та всебічно контролюють усі параметри цих процесів, що дають змогу досягнути практичної швидкості випуску таблеток до 200 000 шт/год. за зусилля пресування до 50 кН, широке використання операції покриття таблетки після пресування. Подальше збільшення швидкості та зусилля пресування призводить до стрімкого збільшення відсотку браку, зношення елементів обладнання (пресінструменту) і перевитрати енергоресурсів.

Приємно окремо виділити, що з'явилися вітчизняні виробники технологічного обладнання, такого рівня, яке може бути використане у фармацевтичній промисловості. В основному це ємнісне обладнання (реактори, змішувачі), транспортні системи (різноманітні конвеєри), або проекти з модернізації (підвищення рівня автоматизації) існуючих зразків обладнання.

Наразі можна зробити висновок, що основне переснащення фармацевтичних підприємств України вже відбулося. Середній вік обладнання складає 10 років. В найближчому майбутньому, зважаючи на економічну ситуацію в Україні і скорочення ринків збуту, будуть лише поодинокі заміни найбільш зношених одиниць обладнання.

Висновки. Узагальнюючи, можна виділити наступні тенденції і особливості існуючого технологічного обладнання на фармацевтичних підприємствах України:

- Мінімізація впливу обладнання і людини на сировину і готовий продукт;
- Мінімізація впливу людського фактору (помилки/умисної шкоди) на сировину і готовий продукт (захисні панелі, системи ізоляторів RABS, контроль доступу і протоколювання змін параметрів процесу).

- Максимально точне дотримання вимог технологічного процесу (багато точкове вимірювання технологічних параметрів процесу; автоматична корекція незначних відхилень; широке використання PID-регуляторів);
- Системи уникнення випуску заздалегідь неякісної продукції (системи автоматичного відбракування);
- Головні та найбільш складні рухи в обладнанні виконуються за допомогою систем сервоприводів, що контролюються з ПЛК або промислового комп'ютера (відхід від традиційних систем задання і передачі руху на основі двигуна, редуктора та системи важелів і копіїрів);
- Впровадження систем унікальної ідентифікації кожної одиниці продукції (Track&Trace);
- Одна одиниця обладнання використовується для випуску багатьох лікарських засобів, що вимагає зменшення часу на очищення обладнання і перехід на новий формат випуску продукції (менше форматних частин, швидка зміна формату, швидке очищення і обслуговування обладнання);
- Обладнання має економно витратити електроенергію та інші ресурси (чисте стиснене повітря, чиста/ін'єкційна вода, сировина для приготування лікарських засобів, та інші).
- В першу чергу відбувається моральне застарівання систем контролю і автоматизації, а не механічний знос частин обладнання;
- Сучасне обладнання дуже чутливе до якості сировини, ресурсів і супутніх матеріалів.

Література

1. William S. Comanor, F.M. Scherer (2013), Mergers and innovation in the pharmaceutical industry, *Journal of Health Economics*, 32(1), pp. 106-113
2. Joseph A. DiMasi, Henry G. Grabowski, Ronald W. Hansen (2016), Innovation in the pharmaceutical industry: New estimates of R&D costs, *Journal of Health Economics*, 47, pp. 20-33
3. Reham M. Haleem, Maissa Y. Salem, Faten A. Fatahallah, Laila E. Abdelfattah (2015), Quality in the pharmaceutical industry – A literature review, *Saudi Pharmaceutical Journal*, 23(5), pp. 463-469
4. Yuriy I. Posudin, Kamaranga S. Peiris, Stanley J. Kays (2015), Non-destructive detection of food adulteration to guarantee human health and safety, *Ukrainian food journal*, 4(2), pp. 207-260.
5. Georgina Alenka Guzmán Chávez, Hortensia Gómez Viquez (2015), Patterns of knowledge flow from industrialized to Latin American and Asian countries in the pharmaceutical industry: a patent citation, *Contaduría y Administración*, 60(1), pp. 31-56
6. Losada-Urzáiz F., González-Gaya C., Sebastián-Pérez M.Á. (2015), Metrological Regulations for Quality Control Equipment Calibration in Pharmaceutical Industry, *Procedia Engineering*, 132, pp. 811-815

8. Разработка печатающей головки 3D-принтера для формования шоколадных изделий

Алексей Ермаков, Сильвестр Чайко, Кирилл Маркин
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Введение. Целью научной работы является разработка экструдера 3D принтера, печатающего шоколадом. Анализ моделей 3D принтеров показал, что наиболее перспективной моделью 3D принтера используемой для данной цели является RepRap - принтер с адаптацией шприцевой экструзии, однако данная модель печатает только несколько слоев и только не застывающими шоколадными пастами, другие модели способные к печати пространственных изделий, являются достаточно дорогостоящими и сложными в эксплуатации.

Материалы и методы. На основе исследований существующих моделей экструдеров 3D принтеров ведущих мировых разработчиков, нами разработана улучшенная модель экструдера, представляющая собой конструкцию, которая состоит из шприца объемом 60 мл, помещенного в алюминиевый цилиндр толщиной 3 мм и обмотанный инфракрасной пленкой, соединенной с источником тока напряжением 12 В, толщина пленки 0,3 мм. Конструкция оснащена слоем теплоизоляции из каптоновой пленки. Привод поршня шприца осуществляется от шагового электродвигателя, через муфту и винтовую передачу. Элементы конструкции закреплены на жесткой раме из АВС пластика. Температура нагрева головки может варьироваться от 20 до 65°C. При печати шприц заполнялся молочным шоколадом «Коммунарка» по ГОСТ Р 52821

Результаты. Основной сложностью при печати шоколадом является поддержание необходимого температурного режима, иначе нанесенные слои не успевают остывать и начинают деформироваться под весом свеженанесенного материала. Анализируя результаты предварительных экспериментов, было решено при печати нагревать шоколад до минимальной температуры, при которой он сохраняет текучесть (33°C). В ходе экспериментов исследовались следующие параметры печати: толщина слоя печати, скорость печати. При проведении экспериментов температура окружающей среды составляла 20-21°C.

В ходе эксперимента были получены следующие результаты: толщина слоя печати разработанной головкой может варьироваться от 0,5 мм до 1,5 мм; максимальная скорость печати 33 мм/сек. Увеличение толщины слоя печати и скорости печати ограничены медленной кристаллизацией шоколада в условиях проведения исследований, что влечет за собой деформацию слоев. Уменьшение толщины слоя печати не целесообразно с точки зрения точности печати, а также увеличивает общее время формования изделия.

Для повышения скорости печати рассматриваются варианты печати на охлаждаемую поверхность, а так же с подачей охлажденного воздуха в зону печати.

Выводы. Установка специального экструдера с нагревателем, вместе с охлаждением рабочей зоны позволяет добиться значительного увеличения скорости печати.

9. Processing of cereals with cold plasma

*Cvetan Janakiev, **Katja Mladenova, **Iliana Kostova, *Stefan Stefanov

**University of Food technologies, Bulgaria*

***University of Rousse "Angel Kanchev" - branch Razgrad, Bulgaria*

Introduction. In the recent years there has been increased demand for food with certain properties. Some of them are functional or with pre – set characteristics. In most cases for the users these are healthy food, which consumption at the recommended daily dose did not lead to health problems or accumulation of excess body weight.

Most of the food products in the category “healthy” demand on minimal processing of raw materials which are obtained.

In this way all the valuable substances for the human body are preserved in maximal extent. Practically this excludes the use of thermal treatments, meant to exterminate microflora, which leads to spoilage, and to increase the period of preservation. To obtain the necessary level of food safety using alternative treatment methods such as high pressure, irradiation, cold plasma, packing in a modified area, active packaging systems and others.

Materials and methods. By the work process is used treatment with cold plasma of cereal products intended for direct consumption in the raw. The processing is done with developed laboratory equipment at the Department of “Machines and Apparatuses for food industry” at the University of Food Technologies in Plovdiv.

The main parameters of the treatment process are the duration, the distance between the electrodes, the magnitude and frequency of the voltage, where the cold plasma is generated.

There are researched the effectiveness of treatment by indirect cold plasma with a fixed concentration of ozone and the in-package processing by decontamination of nuts and spelt flakes.

Results and discussion. The results of the experimental work show that the application of direct and indirect cold plasma reduces the total number of viable microorganisms in nuts and flakes spelled by about 90%.

10. Chemical surface treatment of stainless steels

Stanimira Tsekova, Stefan Stefanov
University of Food Technologies – Plovdiv, Bulgaria

Introducing. Stainless steel is a metal alloy of iron and chromium, with or without other added components. The minimum content of chromium in the alloy is 10.5%. Due to its corrosive effect, which is because of the transition of chromium and oxygen into a chromic oxide, steels of this type are widely used in many fields, especially in the food industry. This layer of chromic oxide is invisible and just a few molecules thick, but its properties provide a barrier, which prevents the moisture to reach the inner layer of the iron and makes it sustainable to corrosion.

Exposure. The equipment in the food industry is exposed to an impact of an aggressive environment – low Ph values, high temperatures and high pressure, as a result of which its materials are subject to an alteration and this affects negatively the equipment's hygiene. To avoid this, there are a few methods which can be used to protect the supernatant against corrosion. The main method is the chemical treatment of steels.

The report provides an analysis of chemical methods for surface treatment of stainless steel, such as pickling and passivation, used in the manufacturing of technological equipment for the food industry, in order to increase resistance to corrosion and to improve its hygienic design.

Passivation is a process which improves the passive properties of two materials relative to each other and makes them usable without unnecessary chemical reaction between them. By covering the metal surface with a protective layer, passivation prevents the surface from evolving a corrosion. The widespread product used in passivation is a highly concentrated nitric acid called "Pascal".

Unlike passivation, pickling can be the last operation before inflicting a covering or final operation in the cultivation of copper products and alloys. The etching process is implemented by immersing the metal in a bath of acids and bases while rust and oxides are removed from the surface. The choice of the acids for etching depends on the type of the metal and the intended use of the technological operation itself.

Electropolishing is a process which easily and finely polishes the sharp edges of the metal surfaces. Moreover, it may also be used to remove parts of the shreds that were not separated successfully from the workpiece. Electropolishing is the only method to process surfaces of materials using an external source of electricity. The bath is a strong mixture of sulfuric and phosphoric acid, which is carried out at a temperature of above 50°C and by using a rectifier, the sample is connected to the anode while the steel is used as a cathode. During the process, the steel is dissolving slowly, while etching is being performed from the upper layer to the point that the difference between the upper and lower surface layer is reduced to a minimum.

Conclusion. Stainless steel is an immutable material for the equipment used in the food industry. It is widely disseminated because of its resistance to corrosion in aggressive environments. However, the chemical surface treatment of stainless steel is extremely important especially in the food industry, because of the contact of the metal with the products and the following requirements for avoiding any contamination of the food are comprehensible.

11. Инфракрасный нагрев изделий из мясного фарша в универсальном бытовом тепловом аппарате

Светлана Гузова, Игорь Кирик

Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

Универсальный бытовой ИК-аппарат состоит из готовочной емкости, прилегающей к ней крышки со встроенными галогеновыми кварцевыми излучателями, и подставки; корпус и крышка снабжены ручками, а крышка имеет плоскую верхнюю поверхность и отверстия для отвода пара в боковой части (рисунок 1).

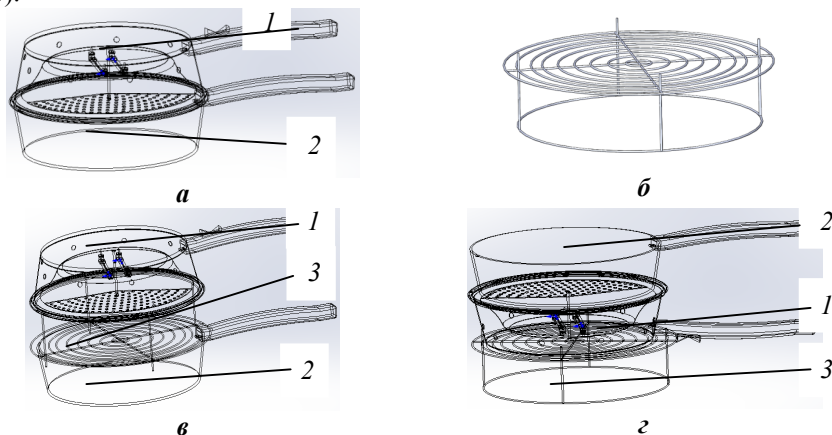


Рис. 1. Универсальный ИК-аппарат (пат. РБ на полезную модель 10713)

а – бытовой ИК-аппарат; *б* – подставка; *в* – комбинация элементов для режима ИК-обработки продуктов; *г* – комбинация элементов для готовки на жарочной поверхности; 1 – крышка-излучатель; 2 – готовочная емкость; 3 – подставка

Нами получены зависимости, описывающие процесс нагрева изделий из мясного фарша в форме шара при различных плотностях теплового потока, которые обеспечиваются в описанном тепловом аппарате, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований

Плотность теплового потока, Вт/м ²	Расчетная зависимость
$2,8 \cdot 10^4$	$\theta = 2,0 \cdot e^{-6,7Fo}$
$2,9 \cdot 10^4$	$\theta = 2,3 \cdot e^{-8,5Fo}$
$3,2 \cdot 10^4$	$\theta = 2,4 \cdot e^{-8,5Fo}$
$4,4 \cdot 10^4$	$\theta = 2,9 \cdot e^{-10,8Fo}$
$4,9 \cdot 10^4$	$\theta = 2,9 \cdot e^{-13,8Fo}$

Здесь θ – безразмерная температура, $\theta = (100 - t)/(100 - t_0)$; t – температура продукта в момент времени τ , °С; t_0 – начальная температура продукта, °С; Fo – число Фурье. Эти зависимости справедливы при $Fo \geq 0,2$ и рекомендуются для расчетов при определении времени достижения температуры кулинарной готовности изделий из мясного фарша в форме шара при ИК-нагреве.

12. Процесс варки овощей в многофункциональном тепловом аппарате

Андрей Кравченко, Алеся Кирик

Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

Создание многофункционального теплового аппарата для обработки продуктов в жидких технологических средах (вода, масло) является актуальной задачей. Аппарат (рисунок 1) конструктивно представляет собой опрокидывающуюся сковороду с возможностью автоклавирования.

Для изучения процессов тепловой обработки продуктов в жидких технологических средах разработан экспериментальный стенд, схема которого представлена на рисунке 2. Аппарат представляет собой скороварку, в которой для измерения параметров в крышке смонтированы патрубки для установки манометра и термопар для контроля температур среды и продукта.

Варка овощей – это нестационарный тепловой процесс, включающий теплопроводность, перенос влаги с изменением ее агрегатного состояния и др. Базовый процесс – нестационарная теплопроводность в теле продукта, т.к. изменение температурного поля вызывает или изменяет все остальные процессы.

В результате исследований процесса варки картофеля сорта «Адретта» (клубни шаровидной формы массой 80-120 г) получена зависимость, описывающая процесс прогрева изделий:

$$\Theta = 6,7 \cdot e^{-11,3Fo}$$

где Fo – число Фурье; Θ – безразмерная температура, $\Theta = (t_{np} - t) / (t_{np} - t_o)$; t_{np} – температура греющей среды (предельная), °C; t – температура продукта в момент времени τ , °C; t_o – начальная температура продукта, °C.

Процессы варки свеклы сорта «Бордо 237» (корнеплоды в форме шара массой 150-400 г) описываются следующими зависимостями:

- при атмосферном давлении ($t_{np} = 100$ °C) $\Theta = 1,3 \cdot e^{-4,0Fo}$;

- при избыточном давлении 70 кПа ($t_{np} = 115$ °C) $\Theta = 1,7 \cdot e^{-4,9Fo}$

Эти уравнения справедливы при $Fo \geq 0,175$ и рекомендуются для инженерных расчетов при определении необходимого времени до достижения температуры кулинарной готовности продукта в процессе варки.

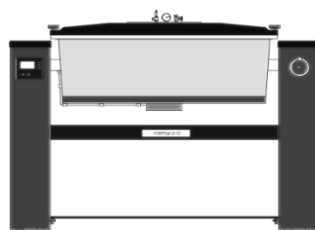


Рис. 1. Аппарат многофункциональный

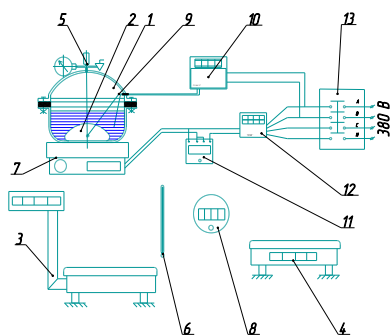


Рис. 2. Схема стенда

- 1 - аппарат; 2 - продукт;
- 3, 4 - весы; 5 - арматура (клапан, манометр, кран); 6 - термометр;
- 7 - электроплитка; 8 - таймер;
- 9 - термопары; 10 - измеритель-регулятор «Сосна»; 11 - ваттметр; 12 - счетчик; 13 – пускатель

13. Совершенствование конструкции режущего механизма эмульсатора

Андрей Бренч, Алексей Сверчков

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

Введение. В мясной промышленности для тонкого измельчения зачастую применяются эмульсаторы, оснащенные режущим механизмом, состоящим из вращающейся с валом двигателя ножевой головки, оснащенной 3-мя или 6-ю сменными лезвиями (вставками) и решеткой, закрепляемой в корпусе режущей камеры. Однако, в ряде случаев они не обеспечивают выполнения технологических требований по качественному измельчению мясного сырья. В работе эмульсаторов часто наблюдается ухудшение качества отрезания и затаскивание пленок и волокон в образующийся между ножом и решеткой зазор.

Материалы и методы. При проведении исследований применялись классические методы планирования эксперимента с использованием современных приборов и измерительных инструментов, а также компьютерной обработки экспериментальных данных.

Результаты. В результате проведенной работы были разработаны новые конструкции режущего механизма эмульсатора. Режущие кромки лезвий ножа выполнены наклонно по касательной к внутреннему радиусу ножевой решетки и имеют максимальную длину, что обеспечивает высококачественный процесс скользящего резания. Разработаны новые конструкции ножевых решеток эмульсатора, имеющие одинаковую пропускную способность по всей рабочей поверхности, минимальное гидравлическое сопротивление на прокачку рабочего тела, и наибольшую пропускную способность.

Комплексные исследования структурно-механических и технологических характеристик фарша при тонком измельчении фарша в эмульсаторе позволили научно обоснованно подойти к расчету, осуществлению и прогнозированию этого процесса с целью получения готовых продуктов высокого качества.

Производственные испытания опытных образцов новых режущих инструментов на эмульсаторах фирмы KS F10/031 (Австрия) проведенные в условиях ОАО «Ошмянский мясокомбинат» показали, что разработанный режущий механизм, состоящий из ножевых решеток с диаметром отверстий 3, 5, 8 и 10 мм и вращающихся многозубых ножей со смещенной режущей кромкой лезвий зубьев, обеспечивающей достижение скользящего резания в рабочей зоне режущей пары нож-решетка и, как следствие, повышение производительности, улучшение качества измельчения и снижение удельных энергозатрат может быть использован на мясоперерабатывающих предприятиях.

По результатам проведенных экспериментальных исследований получены аналитические зависимости, связывающие выходные параметры (изменение температуры, производительность и удельные энергозатраты) с управляемыми, что дало возможность оценить степень влияния расчетно-конструктивных параметров режущих инструментов на качество готового продукта и удельные энергозатраты.

Выводы. Применение разработанного режущего инструмента в зависимости от требуемой степени измельчения позволяет снизить прирост температуры во время измельчения на 15,1...18,3%, повысить производительность эмульсатора на 10,3...18,1% и уменьшить удельную энергоемкость процесса на 7,1...10,8 %

14. Інтенсифікація процесів теплової обробки напівфабрикатів за рахунок електроконтактного способу нагрівання в комбінованих процесах

Ігор Бабанов

Національний університет харчових технологій
Валерій Михайлов, Андрій Шевченко, Ірина Бабкіна, Світлана Михайлова
Харківський державний університет харчування та торгівлі

Вступ Процеси теплової обробки напівфабрикатів зазвичай є відносно тривалими та трудомісткими, а інколи відповідна продукція має низьку якість. Рішення цієї проблеми можливе шляхом застосування електроконтактного нагрівання (ЕКН).

Матеріали і методи Дослідження комбінованих процесів теплової обробки напівфабрикатів з ЕКН здійснювали з застосуванням у якості дослідних зразків на основі подрібненої яловичини з додаванням кухарської солі та зразків фаршу котлет. Експерименти проводили на сучасній лабораторній установці. Вимірювали силу струму та температуру, контролювали напругу за показаннями вольтметра, потужність нагрівання – ватметра. За традиційними методиками визначали електропровідність.

Результати Зважаючи на простоту апаратного оформлення та достатню ефективність з точки зору енергозбереження, якість продукції, що виробляється, були проведені дослідження методу ЕКН. Під час ЕКН зразків теплота виділялась безпосередньо в оброблюваному матеріалі, а навколишні деталі залишались холодними (окрім електродів, що нагрівались за рахунок теплопередачі від продукту). Така особливість дозволяє стверджувати про відсутності теплової інерції нагрівача, отже зменшуються втрати та підвищується ККД. Кількість енергії, що отримував продукт вдавалось регулювати за рахунок зміни напруги. Отримання скоринки на поверхні продукту було можливе у комбінованій обробці ЕКН та поверхневим нагріванням.

Також були проведені дослідження із застосуванням різного типу, частоти та форми зміни електричного струму. Постійний струм при його застосуванні мав найгірші показники – структура продукту змінювалась на неоднорідну, електропровідність падала, загальна якість була незадовільною. Достатніми показниками якості характеризувались зразки з застосуванням змінного струму. При цьому найшвидшим процесом виявився той, за якого використовували змінний струм прямокутної форми, що на 15...20 % більш інтенсивний за синусоїдальний струм зважаючи на більше значення діючої напруги. Рациональним значенням частоти виявилось 50 Гц, що також дозволяє зменшити тривалість на 8...10 % відносно низькочастотного нагрівання. Більш висока частота є недоцільною зважаючи на складність та енерговитратність отримання струмів високої частоти.

Для встановлення різниці в кінетиці сили струму та швидкості нагрівання зразків з різним складом проведено інші дослідження, за якими виявлено, що зразок приготовлений за стандартною рецептурою котлет, досягає кулінарної готовності за час на 35...40 % менший порівняно зі зразками подрібненої яловичини без добавок. Таким чином важливу роль при ЕКН відіграє склад зразків, у першу чергу наявність солі, іони якої й забезпечують нагрівання електричним струмом.

Висновки Теплову обробку напівфабрикатів можливо інтенсифікувати ЕКН. Доцільний тип, форма і частота електричного струму ЕКН – змінний, прямокутної форми 50 Гц. У подальших дослідженнях планується визначення параметрів ЕКН для різних виробів.

15. Моделювання процесу формування котлетних виробів з метою удосконалення конструкції обладнання

Володимир Васильков, Олександр Чепелюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Значну частину на ринку серед м'ясопродуктів займають напівфабрикати, виробництво яких розвивається досить інтенсивно. Збільшуються обсяги і асортимент такої продукції, що пов'язано з прагненням споживачів скоротити тривалість приготування продуктів як у домашніх умовах, так і на підприємствах громадського харчування.

Котлетні вироби відносяться до січених напівфабрикатів, які формують з однорідного за складом подрібненого м'яса або з багатокомпонентних фаршів. Вони можуть бути однорідними або багатошаровими, без зовнішнього покриття, або покриті одним або двома шарами паніровки.

Важливим етапом виробництва є формування виробів, від якого залежить зовнішній вигляд котлет і їх подальша обробка. На м'ясопереробних підприємствах малої і середньої продуктивності значного розповсюдження набуло формувальне обладнання з циліндричним формуючим барабаном.

Матеріали і методи. З метою зменшення витрат на проведення дорогих фізичних експериментів, було проведено комп'ютерне моделювання процесу виробництва котлетних виробів в обладнанні з циліндричним формуючим барабаном (процес розділено на два окремі – нагнітання фаршу з бункера у зону формування лопатевою мішалкою і безпосереднє формування котлет).

Процес нагнітання фаршу в порожнину формуючого барабана впливає на якість виробів, тому важливо визначити геометричні параметри лопатевої мішалки і раціональні режими її роботи.

Для реалізації даного завдання було розроблено в програмі Компас геометричні моделі бункера і лопатей мішалки, які будуть нагнітати фарш. Безпосередньо моделювання виконано за допомогою програмного комплексу Flow Vision.

Результати. На основі проведеного моделювання встановлено залежність тиску і швидкості руху фаршу при заповненні форми від геометричних параметрів, розташування і частоти обертання лопатевої мішалки та параметрів з'єднувального каналу (між бункером та формою в барабані), а також структурно-механічних характеристик фаршу. Робота лопатевої мішалки промодельована при різних її геометричних формах і розмірах.

Отримані в ході моделювання параметри процесу дозволили визначити найбільш доцільні геометричні параметри з'єднувального каналу, лопатевої мішалки і режими її роботи. Найбільш доцільною виявилася конструкція лопаток з горизонтальною ділянкою, що дозволяє рівномірно і повно заповнювати форму фаршем. Для якісної роботи частота обертання мішалки повинна становити не більше 42 об/хв.

Висновки. Найбільш доцільними для експлуатації на підприємствах малої і середньої продуктивності є обладнання з циліндричним формуючим барабаном, яке дозволяє забезпечити необхідну продуктивність і якість продукції при формуванні. В результаті виконаного моделювання обґрунтована конструкція з'єднувального каналу між бункером та формою в барабані і геометричні параметри лопатевої мішалки та визначені раціональні режими їх роботи. Отримані дані дають можливість внести зміни в конструкцію обладнання з метою підвищення ефективності його роботи.

16. Підвищення ефективності роботи силового подрібнювача для переробки технічної м'ясної сировини

Роман Рудь, Олександр Чепелюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. На м'ясопереробних підприємствах досить актуальним є питання комплексної переробки сировини та утилізації відходів, до яких відносяться конфісковані ветеринарно-санітарним наглядом непридатні для харчування м'ясні продукти, кістки, що залишилися після обвалювання м'яса. Переробка цих побічних видів сировини дає можливість зменшити негативне навантаження на навколишнє середовище, не забруднюючи його, а також отримати енергетично цінні і якісні білкові корми для відгодівлі тварин. На даний час на м'ясопереробних підприємствах нехарчова сировина найчастіше переробляється сухим методом з використанням обладнання періодичної дії. Одним з важливих процесів при переробці технічної сировини, крім теплових операцій, є процес попереднього її подрібнення, який має суттєвий вплив на подальшу технологічну переробку. Виконують його на силових подрібнювачах, в яких руйнування конфіскатів здійснюється методом їх розрізання і розламування між нерухомими ножами, закріпленими в корпусі, і рухомими ножами робочого валу.

Матеріали та методи. Для визначення резервів в роботі обладнання було проведено ґрунтовний аналітичний огляд і визначені недоліки в конструкції обладнання. Щоб надати рекомендації по удосконаленню силового подрібнювача і підвищення ефективності його роботи, в програмному комплексі Flow Vision було промодельовано переміщення технічної сировини в процесі її подрібнення в обладнанні.

З цією метою попередньо в програмі Solid Works були виконані геометричні моделі корпусу подрібнювача із ножами і ножового валу, які забезпечують безпосереднє подрібнення технічної м'ясної сировини та отримання шматків продукту неправильної форми.

Моделювання проводилося при різних параметрах ножів і при зміні їх розміщення на валу і в корпусі силового подрібнювача.

Процес подрібнення сировини впливає на проведення подальших теплових процесів, на вихід і якість продуктів, тому важливо визначити геометричні параметри обладнання і режим роботи ножового валу.

Результати. На основі проведення моделювання встановлено раціональну частоту обертання ножового валу, найбільш ефективну конфігурацію та розміщення ножів для подрібнення та транспортування сировини.

Отримані в ході моделювання параметри процесу переробки сировини – швидкість переміщення потоків продукту та розподіл тисків – дозволили визначити найбільш доцільні геометричні параметри ножового валу з ножами і корпусу силового подрібнювача.

Висновки. Найбільш доцільно для експлуатації на підприємствах малої і середньої продуктивності для подрібнення кісток використовувати силовий подрібнювач, який забезпечить необхідну продуктивність і якість продукції. На основі проведеного моделювання обґрунтовані конструктивні особливості ножів, корпусу силового подрібнювача і ножового валу, а також визначені раціональні режими роботи обладнання.

17. Моделювання процесу теплової обробки м'ясопродуктів в універсальній термокамері

Олексій Нескуба, Віталій Таран, Олександр Чепелюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. В даний час на м'ясопереробних підприємствах для проведення термічної обробки м'ясопродуктів набули широкого застосування універсальні термокамери, які забезпечують виконання всіх етапів процесу. Термообробка в універсальній термокамері відбувається послідовним виконанням окремих операцій, таких як сушіння, обсмажування, варіння і копчення. Обробка продукту здійснюється димопароповітряною сумішшю, яка циркулює в замкнутому просторі. Її нагрівання здійснюється з допомогою парових чи газових калориферів або трубчастих електричних нагрівачів. Нагріта маса по розподільчих коробах направляється в робочий об'єм камери через систему сопел. На якість і швидкість обробки продукції впливає рівномірність та інтенсивність обтікання робочим середовищем м'ясопродуктів (шматків м'яса, ковбасних виробів).

Матеріали і методи. З метою отримання стабільно високої якості готової продукції було проведено моделювання руху потоків пароповітряної суміші в універсальній термокамері на два візки.

Моделювання процесу переміщення пароповітряних потоків було проведено в програмному комплексі FlowVision.

Геометричні моделі камери, візка з продуктом, пристроїв подачі повітря (коробів та сопел) було створено в програмі Компас-3D.

Результати. На основі проведеного моделювання встановлено необхідні конструктивні особливості пристроїв подачі повітря, раціональні межі швидкості руху пароповітряних потоків для рівномірного обтікання ковбасних виробів у всьому об'ємі камери.

При завантаженні термокамери візками з продуктом повітряні потоки, які забезпечують рівномірний вплив температури, вологості, диму на весь обсяг завантаженого продукту, мають горизонтальний і вертикальний напрямки. Рівномірне прогрівання, варіння і копчення продукту відбуваються завдяки циркуляції димопароповітряної суміші, яка викликана рухом горизонтальних і вертикальних повітряних потоків від сопел нагнітання робочого середовища через продукт до циркуляційних вентиляторів камери.

Вертикальні потоки діляться на дві основні групи: низхідні потоки – потоки під тиском, які виходять потужними струменями з сопел і спрямовані вниз, уздовж внутрішніх стінок камери, і переходять у горизонтальні потоки; висхідні потоки – потоки, які проходять через весь продукт від низу до верху і захоплюються вентиляторам.

Горизонтальні потоки утворюються в результаті завихрень, утворених рамою з продуктом, при проходженні низхідних потоків уздовж внутрішніх стінок камери.

Висновки. Найбільш доцільним обладнанням для теплової обробки ковбасних виробів на підприємствах малої та середньої потужності є універсальні термокамери, які забезпечують необхідну продуктивність та якість продукції. В результаті виконаного моделювання встановлено швидкості та напрями руху пароповітряних потоків, а також розподіл потоків залежно від конструкції сопел подачі робочої суміші для рівномірного оброблення продукту.

18. Дослідження процесу перемішування складових компонентів згущеного молока в танку-змішувачі

Дарина Дьоміна, Олена Бабанова, Ігор Житнецький
Національний університет харчових технологій

Вступ. Молочна промисловість інтенсивно розвивається в наш час, при цьому особливу увагу приділяють виробництву молочних продуктів тривалого зберігання, тому вивчення даного питання є досить актуальним.

Матеріали та методи. Дослідження процесу перемішування згущеного молока виконано двома способами: шляхом комп'ютерного моделювання (за допомогою програми Flow Vision); розв'язанням диференційних рівнянь, які описують процеси перемішування і нагріву.

Результати та обговорення. Проведене моделювання процесу перемішування в програмі Flow Vision дає можливість побачити, як буде відбуватися процес перемішування в танку-змішувачі та провести аналіз розподілення концентрацій компонентів в ньому. Завдяки вирішенню диференційних рівнянь, які описують процеси перемішування, та моделюванню процесу перемішування в програмі Flow Vision були внесені зміни в конструкцію обладнання робочих органів, що є одним із головних питань даної роботи. В результаті розроблено новий тип робочих органів перемішуючого пристрою для покращення інтенсифікації процесу. Було вибрано комбінований перемішуючий пристрій – рамного та спірального типів.

Так, як одного диференційного рівняння, яке б описало даний процес не існує, була використана система рівнянь, а саме – модифіковане рівняння Нав'є-Стокса, рівняння конвективного перенесення теплоти (в стінки ємності встановлений зміювик, а в нижній частині корпусу встановлені ТЕНи), залежності структурно-механічних характеристик згущеного молока (густини ρ , коефіцієнту теплопровідності λ) від температури та кількості сухих речовин, а також в'язкості згущеного молока від швидкості зсуву.

Завдяки розв'язанню модифікованого рівняння Нав'є-Стокса та рівняння конвективного перенесення теплоти було підібрано оптимальні швидкості перемішування, для обертання рамної мішалки швидкість - 8,7 об/хв, а для спіральної - 26 об/хв та підібрані при перемішуванні маси температура +60...80 °С відповідно до технологічного процесу.

Висновки. Вирішивши диференційні рівняння та промодельовавши процес перемішування було встановлено, що завдяки зміні конструкції перемішуючого пристрою на комбінований – рамного та спірального типів продуктивність комбінованого перемішуючого пристрою зросла від 1100 до 1280 кг/год; підібрані оптимальні швидкості обертання перемішуючого пристрою та температура відповідно до технологічного процесу. Таким чином вказані параметри процесу перемішування згущеного молока є раціональним і забезпечують отримання згущеного молока високої якості.

Модернізація танка-змішувача дає можливість зробити технологічний процес виробництва згущеного молока більш енергоощадним (зменшення енерговитрат на перемішування і нагрівання) та зменшити втрати готового продукту при виробництві згущеного молока.

19. Моделювання процесу сушіння крові в розпилювальній сушарці

Тетяна Кузнєцова, Віталій Таран

Національний університет харчових технологій.

Вступ. На сучасному етапі виробництва суха кров активно використовується для медичних, харчових і технічних цілей. Тому шляхи отримання сухої крові методом розпилювання є перспективною сферою розвитку.

Під розпиленням мається на увазі диспергування струменя рідини, що супроводжується утворенням великої кількості полідисперсних крапель. Завдяки розвиненій поверхні диспергованих часточок проходить інтенсивний тепло- і масообмін з сушильним агентом, при цьому розпоршені часточки швидко віддають вологу. Весь процес сушіння займає всього кілька секунд, причому максимальна температура часточок в процесі випаровування вологи в зоні підвищених температур не перевищує температури, при якій продукт зберігає основні фізико-хімічні властивості, що особливо цінно при сушінні матеріалів, чутливих до дії високих температур.

Матеріали і методи. Моделювання процесу розпилювання крові в розпилювальній сушарці з дисковим розпилювальним пристроєм було проведено з допомогою комп'ютерного моделювання (процес розділимо на розпилення рідкого продукту і сушіння розпилених часточок крові).

В процесі розпилення рідкого продукту важливим є швидкість розпилення, і траєкторія виходу крові з диску. Рідина, попадаючи в розпилювальний диск набуває відцентрового прискорення і вилітає через отвори диску, подрібнюючись при цьому на краплини.

В процесі сушінні розпилених часточок важливим є температура сушильного агента, тривалість процесу, зміна вологовмісту, питома поверхня матеріалу. Після втрати часточками продукту високої початкової швидкості, вони разом з потоком повітря рухаються по спірально-траєкторії. Додатково вводимий другий потік теплоносія під кутом до вектора місцевої швидкості потоку основного теплоносія в зоні його подачі в імпульсно-струйному режимі, з частотою імпульсів не менше $1/t$, t – мінімальний час перебування часточок матеріалу в камері при відсутності імпульсної подачі теплоносія.

Для реалізації даного завдання в програмі КОМПАС було розроблена геометрична модель циліндричного бункера з конічним днищем і розпилювальний диск з приводом. Моделювання виконано за допомогою програмного комплексу Flow Vision.

Результати. На основі проведеного моделювання встановлено залежність температури і вологовмісту. Паралельний потік дає можливість застосовувати для сушіння високу температуру пари, збільшуючи швидкість сушіння, без перегріву висушуваного матеріалу. При сушінні хімічно вільна волога виділяється раніше, ніж матеріал нагрівається до граничної температури денатурації для білків крові. Перехід вологи в пару спричинює різке зниження температури повітря поблизу зневодненої часточки, і білки та вітаміни практично не втрачають нативних властивостей навіть за високих температур сушіння (130 – 180 °C).

Висновки. Для отримання сухого продукту з крові доцільно використовувати на м'ясокомбінатах сушарки з дисковим розпилювальним пристроєм. Саме такий метод дозволяє забезпечити необхідну якість продукту. В результаті виконання моделювання досліджено процес сушіння і отримано траєкторії руху сушильного агента, визначено робочі температури, тривалість процесу.

20. Удосконалення конструкції обладнання для пневмотранспортування м'ясопродуктів по трубах

Іван Нескуба, Віталій Таран, Сергій Беседа
Національний університет харчових технологій

Вступ. Поряд з виробництвом харчових продуктів у м'ясній промисловості утворюються побічні продукти забою худоби (вони становлять до половини фізичної маси туші тварини), які використовують на харчові, технічні, медичні та інші цілі.

Основною вимогою до приймання та підготовки нехарчової сировини до переробки є своєчасне передавання її без втрат від місця збирання до цеху технічної продукції за умови забезпечення санітарних вимог і максимальної механізації процесу. Затримання сировини в транспортних засобах і накопичувальних бункерах призводить до її швидкого псування і зниження якості.

Як правило, технічну сировину з цехів-постачальників транспортують по трубопроводах, за допомогою пневмотранспорту.

Цей метод транспортування деяких видів технічної сировини найбільш доцільний та перспективний з точки зору санітарних вимог та максимальної механізації процесу. Пневмотранспорт забезпечує збір і транспортування м'ясних, жирових і нежирових м'яких конфіскатів і крові в закритій герметичній системі, яка виключає забруднення навколишнього середовища, попадання в цех хвороботворних мікроорганізмів і неприємних запахів.

Матеріали і методи. Для визначення раціональної конструкції обладнання і підвищення ефективності його роботи в програмному комплексі FlowVision, який призначений для моделювання тривимірних течій рідин і газів в технічних та природних об'єктах, а також візуалізації цих течій методами комп'ютерної графіки, було промодельовано процес переміщення технічної сировини по трубах з допомогою передувочного бака. Геометричні моделі передувочного бака з продуктом, системи трубопроводів і запірної арматури було створено в програмі Компас-3D.

ККД пневмотранспорту досить низький і не перевищує 0,1 – 0,15, тому важливо визначити найбільш доцільні геометричні параметри обладнання і режими його роботи.

Результати. На основі проведеного моделювання встановлено раціональні межі швидкості руху технічної сировини, та тиску повітря, що витискає її, для забезпечення найефективнішої роботи обладнання. Процес моделювання проводився при різних конфігураціях днища передувочного бака та параметрах трубопроводу. Отримані в ході моделювання параметри процесу дозволили визначити найбільш доцільну конструкцію днища передувочного бака та характеристику трубопроводів і запірної арматури.

Висновки. Найбільш доцільним обладнанням для транспортування технічної сировини на підприємствах середньої та великої продуктивності є системи пневмотранспортування, які забезпечують необхідну герметичність процесу та дотримання санітарних вимог, а відповідно підвищують якість кінцевого продукту – технічних фабрикатів. В результаті проведеного моделювання запропоновано ефективну конструкцію окремих елементів системи пневмотранспортування, а також раціональну швидкість руху продукту з метою підвищення ефективності її роботи.

21. Моделювання гідродинамічних і теплових процесів при пастеризації молока в трубчастій пастеризаційній установці

Олег Дяченко, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Використання трубчастих теплообмінників в молочній промисловості доцільне в лініях виробництва сухого і згущеного молока, масла для теплової обробки молочних продуктів (молока, високожирних вершків), які надалі без охолодження направляються на наступні стадії виробництва. Недоліками існуючих конструкцій таких теплообмінників є відсутність рекуперації теплоти та недосконала з гігієнічної точки зору конструкція.

Матеріали і методи. Процес конвективного теплообміну при нагріванні молока в трубчастому теплообміннику промодельовано в програмному комплексі Flow Vision, а також розраховано з допомогою критеріального рівняння теплообміну при вимушеній конвекції. Вдосконалення конструкції обладнання для зменшення ризиків забруднення виконано на основі аналізу сучасної науково-технічної літератури та патентів.

Результати. В результаті моделювання отримано поле температур молока в трубці теплообмінника, а також розподіл швидкостей і тисків в цілому по теплообміннику. Встановлено, що в місцевих опорах втрати тиску становлять 4,1% від тиску на вході в установку. Надано рекомендації щодо значень тиску і, відповідно, температури гріючого агента (пари). Досліджено вплив в'язкості продукту і тертя на швидкість транспортування продукту по трубі.

З впровадженням системи НАССР на підприємствах, які виготовляють харчову продукцію, надзвичайно гостро постає проблема усунення і запобігання появи гігієнічних ризиків. Молоко і молочні продукти є поживним середовищем для шкідливих мікроорганізмів, тому важливо запобігти можливості їх появи і розвитку. В трубчастій пастеризаційній установці ПТУ-5М використовувалася застаріла трубопровідна арматура, яку складно очищувати і контролювати її стан. Для підвищення якості продукції і уникнення гігієнічних ризиків у зворотному клапані, пропонується замінити ущільнення у зворотному клапані на мембранні, а також з'єднувати елементи трубопровідної системи за допомогою швидкознімних з'єднань Clamp. Такий затискач є одним з найбільш поширених типів сполучної арматури в харчовій промисловості і використовується для з'єднання встик труб і фітінгів з корозійностійкої сталі, призначених для харчових рідин на ділянках з підвищеними вимогами до гігієни розбірних з'єднань.

Висновки. Відхилення результатів, отриманих аналітично і в ході комп'ютерного моделювання, становить 6,7%, що свідчить про адекватність створеної моделі. Реалізація запропонованих рішень дозволить підвищити якість і безпечність молочної продукції та збільшити рентабельність її виробництва.

Література.

1. Моделирование течения вязкой жидкости в трубе / Зайцев А.В., Пеленко Ф.В. // Научный журнал СПбГУНиПТ. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств (электронный журнал) / СПбГУНиПТ. – № 1. – Март. 2012. Режим доступа к журн.: <http://processes.open-mechanics.com/> свободный.

2. Односедельные клапаны ГЕМБРА. Двухседельные клапаны ГЕМБРА [Электронный ресурс] / Каталог компании Kieselmann. – Режим доступа: http://issuu.com/kieselmann/docs/gembra_valves_ru/5?e=5127992/3007089.

22. Дослідження ефективності процесу пастеризації молока від підвищення коефіцієнта рекуперації тепла

Нікіта Кондратьєв, Олена Бабанова, Ігор Бабанов
Національний університет харчових технологій

Вступ. Пластинчасті апарати та пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки застосовують в різних галузях молочної промисловості. Завдяки своїм перевагам вони широко використовуються для проведення процесу пастеризації молока та вершків.

Матеріали і методи. З метою підвищення коефіцієнта рекуперації тепла пластинчастого апарата (зниження питомих витрат тепла і холоду) проведено повне перекомпонування пластин у всіх секціях. Нами передбачено одну з секцій водяного охолодження холодною водою задіяти в якості додаткової секції рекуперації. Холодне сире молоко, що подається в дану секцію виконує роль холодоносія. Враховуючи, що температура сирого молока знаходиться в межах 5...7 °С, можливо використовувати секції водяного охолодження під секцію рекуперації.

Результати. Нами проведено дослідження ефективності процесу пастеризації молока на установках ОПУ-15 і модернізованій ОПУ-15М для визначення коефіцієнта рекуперації ϵ . Запропонована високоефективна установка ОПУ-15М з можливістю експлуатації одночасно з двома сепараторами ОСН-15М. Для цього виконане відповідне перекомпонування пластин та збільшена їх кількість. З метою підвищення коефіцієнта рекуперації з 0,8 до 0,85 виконано повне перекомплектування пластин в усіх секціях. Одна з секцій охолодження водопровідною водою задіяна, як додаткова секція рекуперації, в якій холодоносієм є сире молоко. Холодне сире молоко, що подається в секцію виконує роль холодоагенту з неменшою ефективністю, ніж вода.

В основу модернізації установки ОПУ-5М покладені такі основні вимоги: максимально збільшити поверхню теплообміну секції рекуперації; компоновку пластин виконати з розрахунку, щоб сире молоко поступало на сепаратор з оптимальною для цього процесу температурою 35...40 °С

Нами були виконані перевірочні розрахунки та розроблена компоновочна схема теплообмінника. Розрахунок техніко-економічної ефективності підтверджує, що впровадження модернізованої установки скорочує споживання води, зменшуються витрати на обслуговування, витрати паливо-енергетичних і інших матеріальних ресурсів.

Висновки. На основі проведеного аналітичного огляду обладнання для пастеризації молока, проведених досліджень ефективності процесу пастеризації можна зробити висновок, що завдяки модернізації, коефіцієнт рекуперації збільшився до 0,85, продуктивність установки підвищилася до 18000 л/год., витрати пари на 1000 л молока знизилися з 24 кг до 18 кг.

Література.

1. Г. Є. Поліщук, Г.Є. Технологія молочних продуктів: Підруч. / Г. Є. Поліщук, О.В. Грек, Т.А. Скорченко та ін. – К.: НУХТ, 2013. – 502 с.
2. Машини та обладнання переробних виробництв: Навч. Посібник / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, Д.С. Чубов та ін.; За ред. О.В. Дацишина. – К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.

23. Електроконтактні методи обробки м'ясних фаршів з метою інтенсифікації виробництва ковбасних виробів

Валерій Кравченко, Ігор Бабанов

Національний університет харчових технологій

Вступ Використання електрофізичних методів обробки харчових продуктів, а саме інфрачервоного випромінювання стало одним з найбільш перспективних способів вирішення задачі інтенсифікації виробництва ковбасних виробів.

Застосування струму промислової частоти технічно є більш простим і економічно доцільним порівняно з методами контактного і безконтактного нагріву струмами підвищених, високих частот і НВЧ, а також можливість забезпечення санітарно-гігієнічної безпеки готових виробів, отримання більш високих показників вологоутримуючої здатності білків, зменшення тривалості процесу, підвищення органолептичних показників якості.

Матеріали і методи На основі аналітичних досліджень встановлено, що електроконтактний нагрів м'ясних фаршів струмами промислової частоти, з наступною обжаркою продукту, може бути успішно використаний для теплової обробки м'ясних хлібів, сосисок, сарделок і інших варених ковбасних виробів.

В наслідок проведення подібної обробки м'ясний фарш здобуває смак, колір, запах властиві готовому продукту. Одним з найважливіших технологічних параметрів обжарки є мінімальні вагові втрати оброблюваного продукту, які залежать від температури, відносної вологості, швидкості руху робочого середовища, часу обробки.

Попередній техніко-економічний розрахунок показав економічну доцільність використання такого способу нагрівання, особливо при виготовленні сосисок без оболонки – продукту, виготовлення якого досить перспективне.

Результати Нами запропоновано створення пристрою для обжарювання з трубчатими електронагрівачами, який доцільно встановити в лінію виробництва сосисок. Запропонований пристрій призначений для швидкого розігріву й обжарювання продуктів харчування в киплячій олії, а також для нетривалого не більше 5...10 хв. відварювання сосисок у воді в залежності від технологічного процесу. Це значно спростить технологічний процес, приведе до зменшення тривалості виготовлення кінцевого продукту без оболонки, підвищить економічну ефективність лінії, а також покращити його якісні та органолептичні показники.

Висновки Нами запропонована малогабаритна установка для виробництва сосисок без оболонки, яка призначена для теплової обробки, з отриманням готових до вживання, сосисок в обсмаженому вигляді.

Розроблену лінію доцільно використовувати на підприємствах невеликої потужності, в закладах швидкого харчування, їдальнях тощо.

Література

Михайлов В. М. Аналіз способів та обладнання електроконтактної обробки у галузі харчових виробництв / В. М. Михайлов, І. В. Бабкіна, А. О. Шевченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Х. : ХДУХТ, 2007. – Вип. 1 (5). – С. 318–324.

José M. Lorenzo, Aurora Cittadini, Paulo E. Munekata, Rubén Domínguez (2015), Physicochemical properties of foal meat as affected by cooking methods, Meat Science, 108, pp. 50-54.

24. Дослідження ефективності системи пневмоочищення пригару сухого молока в сушильному апараті

Ігор Симоненко, Олена Бабанова, Ігор Бабанов
Національний університет харчових технологій

Вступ При проведенні процесу сушіння молока має місце налипання продукту на внутрішніх стінках сушильної башти, що призводить до зменшення продуктивності сушильної установки і утворенням пригару, а також можливе samozapalennya висушеного продукту.

Матеріал і методи Нами були проведені дослідження доцільності встановлення пневмосистеми для запобігання налипання частинок сухого молока на вертикальних стінках апарата. Для досягнення поставленої задачі необхідно вирішити наступні завдання: провести аналіз технологічного процесу сушіння молока і молочних продуктів, виявити фактори, які суттєво впливають на якість готової продукції; запропонувати систему пневмоочищення сушильної башти; розробити математичну модель з урахуванням статичних і динамічних характеристик системи пневмоочищення; на основі математичної моделі здійснити розрахунок параметрів технологічного процесу.

Результати Для підвищення продуктивності сушильної установки та інтенсифікації процесу було запропоновано оснащення сушильної башти – системою пневматичного очищення, яка дозволить запобігти утворенню пригару продукту в циліндричній частині башти.

Система пневматичного очищення працює наступним чином: повітря нагнітається вентилятором до калорифера, де підігрівається до температури 140...160 °С. Гаряче повітря подається до штуцера головної магістралі системи очищення, де розподіляється між форсунками. Пневматичні форсунки розміщуються відносно башти послідовно та по дотичній. Подача повітря регулюється дреселем і встановлюється однаковою для всіх форсунок. Далі повітря направляється до вихідного патрубку, який безпосередньо контактує з робочим середовищем сушильної камери.

На основі проведення моделювання процесу сушіння нами встановлено, що пневмосистема очищення стінок апарата не створює зайвих завихрень і потік повітря рівномірно переходить в загальний потік. Завдяки тому, що форсунки розташовані в корпусі по дотичній під кутом 20°, це сприяє чіткому розподіленню повітря по всій камері.

В процесі моделювання процесу сушіння в сушильній башті в програмі FloVіsіon отримані поля розділення тиску і ступінь турбодисипації.

Продукт в камері до модернізації концентрується як на циліндричній так і на конічній частині апарата, а з встановленням системи пневмоочищення основна концентрація сухого молока спостерігається в конічній частині башти.

Висновки На основі проведеного аналітичного огляду обладнання можна зробити висновок, що в розглянутих сушарках відсутні системи очищення пригару. Запропонований проект модернізації розпилювальної сушильної башти для молока приведе: до поліпшення умов праці; підвищенню продуктивності; зниженню собівартості продукції за рахунок зниження втрат сухого молочного порошку; зниженню енергоємності.

25. Дослідження термічного методу виробництва безалкогольного пива

Лідія Ліфанова, Віталій Таран
Національний університет харчових технологій

Вступ. Сучасний ринок деалкоголізованого пива багатий на різноманітність сортів, але мало хто замислюється над тим, яким чином воно виробляється та який вплив чинить на організм.

Матеріали і методи. Безалкогольне пиво – напій, отриманий внаслідок деалкоголізації пива, схожий на нього за органолептичними властивостями, в ньому міститься від 0,2 до 1,5 % алкоголю. Актуальністю даної теми полягає в тому, що безалкогольне пиво набуває все більшого поширення у світі внаслідок багатьох причин, основна із них – пропаганда здорового способу життя. Глибокий аналіз сучасних конструктивних та технологічних рішень наштовхнув на дослідження нової конструкції випарного апарату, яка підходить для деалкоголізації пива. Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі: побудова моделі випарного апарату, отримання експериментальних даних та аналіз отриманих результатів.

Результати. Випарний апарат з природньою циркуляцією, виносним кип'ятильником і сепаратором для розділення пива та парів спирту замінює сучасне обладнання для випарювання. Дана система переважає інші за рахунок економічності, оптимальності та ергономічних показників. Недоліком даного методу є необхідність довготривалого витримування пива під впливом високих температур. Тому було запропоновано змінити конструкцію випарного апарату та дослідити вплив високих температур. Також проводили моделювання значень тиску в апараті. Під час моделювання процесу в середовищі FlowVision було підтверджено доцільність використання даного апарату, а саме:

- 1) Пиво не піддається довгому перебуванню в середовищі з високими температурами.
- 2) Відпадає необхідність на стадії розливу додавати до продукту молоде пиво, так як зменшується час обробки та смакові якості не погіршуються.
- 3) Відсутні втрати випареного спирту, так як він уловлюється сепаратором і може бути повторно використаний.

Висновки. Отже, запропонований випарний апарат з природньою циркуляцією, виносним кип'ятильником і сепаратором для розділення пива та парів спирту має ряд переваг порівняно з іншими видами обладнання та дає можливість замінити сучасне випарне обладнання. Доцільним є дослідження та використання даного обладнання на виробництві.

Література

1. Кунце В. Технологія солоду і пива. пер. с нім. – СПб изд-во «Профессия», 2009. — 912 с.
2. Оганнисян В. Г., Мембранные методы деалкоголизации пива / Оганнисян В. Г., Петрова Н. А., Тамазян Г. А// Мир пивоварения. 2015. - №3(2).- с 13-21.

26. Вплив конструкції обладнання на процес кип'ятіння пивного сусла

Дмитро Мерзляк, Сергій Удодов, Леся Марцинкевич
Національний університет харчових технологій

Вступ. Як свідчать останні дослідження процесі приготування пивного сусла, інтенсивність кип'ятіння пивного сусла в основному обумовлена конструктивними особливостями обладнання варильного відділення.

Матеріали і методи. В основу проведення досліджень покладена рецептура приготування пива «Golden Ale» з вмістом сухих речовин в початковому суслі 20%. Відповідно до рецептури підібрані технологічні параметри для отримання пивного сусла. Кип'ятіння пивного сусла проводили на трьох різнотипних видах обладнання: обладнання для кип'ятіння за класичною схемою (без механічного перемішування) пивного сусла, ZIP-технологія (з механічним перемішуванням та конденсатором пари) та системи подвійного випаровування у замкнутому контурі при застосуванні щадного способу приготування пивного сусла [1].

Результати. Результати проведених досліджень дозволили визначити залежність між кількістю випареної вологи із сусла та затраченою на цей процес енергією залежно від способу приготування пивного сусла та типу обладнання. Встановлено, що при кип'ятінні пивного сусла кількість видаленого диметилсульфіду (ДМС) та коагульованого азоту залежить від кількості випареної вологи, температури та часу кип'ятіння. Результати досліджень показали, що використання системи подвійного випаровування у замкнутому контурі (щадний спосіб приготування пивного сусла) дає можливість зменшити термічні навантаження на сусло із забезпеченням максимальних значень кількості випареної вологи (від 7,6 до 8 % за год). Крім того, низькі температури процесу приготування пивного сусла забезпечують менше перетворення ДМС-П і більш ефективне видалення ДМС [2]. Коагуляція азотистих речовин також супроводжується їх частковим відділенням в ємності для випаровування безпосередньо на стадії кип'ятіння, що в свою чергу сприяє в подальшому скороченню часу освітлення сусла.

Відсутність механічного перемішування та встановлений сусловарильний апарат з двоконусним днищем у системі подвійного випаровування в замкнутому контурі забезпечує ефективну циркуляцію та більш рівномірне прогрівання продукту по всьому об'єму. Порівняно із системою Schoko [1] у системі подвійного випаровування в замкнутому контурі відсутній вакуумний випарник, що призводить до зменшення рекуперованої енергії. Однак, сумарні енерговитрати (без врахування рекуперованої енергії у вигляді гарячої води) у системах Schoko та подвійного випаровування в замкнутому контурі практично не відрізняються між собою. В той же час, при застосуванні інших систем кип'ятіння енерговитрати значно більші.

Висновки. Система подвійного випаровування у замкнутому контурі є більш ефективною порівняно з іншими системами. Так, кількість випареної вологи, що прямо пропорційне видаленню ДМС, становить близько 7,2 - 8 % за год. При цьому відпадає потреба в допоміжному обладнанні, а відповідно спрощується апаратурно-технологічна схема, вартість обладнання та його обслуговування.

Література

1. [Електронний ресурс]– режим доступу: <http://www.kaspar-schulz.de/index.php>
2. Роздобудько, Б. В. Преобразование предшественников диметилсульфида в зависимости от способ затирания и режимов кипячения сусла с хмелем / Б. В. Роздобудько, Б. И. Хиврич // Modern Science. - 2014. - № 2. - С. 156 - 162.

27. Дослідження процесу видалення надлишкових дріжджів з пива

Володимир Зеленський, Леся Марцинкевич, Сергій Удодов
Національний університет харчових технологій

Вступ. Після того, як у виробництві пива почали широко застосовуватись циліндрично-конічні бродильні апарати, відповідно змінилися й режими бродіння та доброджування пива. В результаті цього збільшився вміст надлишкових дріжджів у пиві (1,5 – 2 % від загальної кількості пива). Близько 1 % товарного пива може бути отримано після відповідного оброблення дріжджів.

Матеріали та методи. Існує декілька способів рекуперації пива з надлишкових дріжджів: пресування, сепарування та мембранне фільтрування дріжджів. Метою даної роботи є дослідження процесу вилучення пива із надлишкових дріжджів та розроблення рекомендацій щодо знаходження оптимального режиму вилучення пива із надлишкових дріжджів. Досліджувалися наступні технологічні параметри: якість дріжджового пива і зміна якості в процесі вилучення дріжджів; якість кінцевого продукту за різних умов проходження процесу.

Результати. Проаналізувавши способи виділення пива з надлишкових дріжджів було встановлено, що найпоширенішим є застосування мікрофільтраційних установок та декантерів. Однак, при порівнянні даних способів, було встановлено, що вихід пива при використанні декантера (близько 60 %) більше порівняно з використанням мікрофільтраційної установки (50 %) при значно меншій встановленій потужності. Декантер - горизонтальна шнекова центрифуга, у якій дріжджі осаджуються на циліндричній стінці барабана та за допомогою шнека видаляються з барабана у його конічній частині (рис.1).

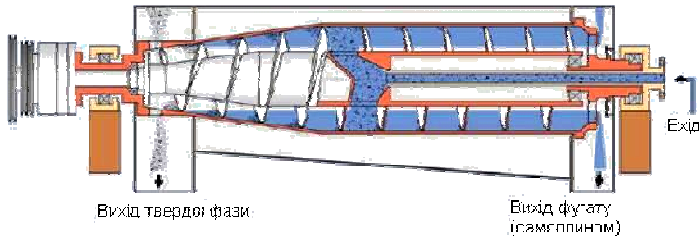


Рис. 1. Декантер (розріз)

Дріжджова суспензія надходить через центрально розташовану вхідну трубу до вхідної камери шнека. Далі після попереднього прискорення в тангенціальному напрямку шлам через розподільчий отвір в корпусі шнека подається в барабан. В середині барабану шлам прискорюється до повної кутової швидкості, утворюючи при цьому циліндричне кільце. Тверді частинки осаду під дією відцентрових сил осаджуються на внутрішній поверхні барабану.

Очищена рідина тече в напрямку циліндричної частини барабана та потрапляє в зливну камеру, з якої вона вивантажується самопливом. Тверда фаза вивантажується через отвори в конічній частині барабана в спеціальну камеру.

Висновки. Використання декантерів для вилучення пива з надлишкових дріжджів має ряд переваг, а саме: висока продуктивність (20 – 25 гл/год); низькі затрати на технічне обслуговування порівняно з іншими типами обладнання; простота обслуговування та контролювання завдяки можливості здійснити повну автоматизацію тощо.

Література

1. Kunze W. (2010), Technology Brewing and Malting. *VLB*, Berlin, p. 789.

28. Дослідження процесу подрібнення зернової сировини з метою удосконалення обладнання

Євгеній Хоменко, Сергій Удодов

Національний університет харчових технологій

Вступ. Однією із важливих стадій у підготовці сировини для виробництва пива є подрібнення зернопродуктів. Мета подрібнення – розщеплювання оболонки і розчинення борошняної частини зерна (ендосперму). Завдяки останньому, забезпечуються кращий контакт з водою та відповідно прискорюються біохімічні і фізіологічні процеси, що протікають при затиранні та в результаті яких, екстрактивні речовини зернової сировини переходять в розчин.

В кінцевому випадку, процес подрібнення вирішальним чином впливає також на наступні стадії виробничого процесу і на якісні показники готового пива. В тому числі, на процес затирання, тривалість оцукрювання та фільтрування затору, вихід продукції, процеси бродіння, фільтрації пива, колір, смак пива, стійкість до старіння та ін. Для подрібнення пивоварного солоду використовується багато різноманітних конструкцій та установок, які, як свідчить практика їх експлуатації, потребують подальшого вдосконалення.

Матеріали і методи. Проаналізувавши сучасні конструкції обладнання, методи і способи подрібнення солоду визначено дослідити та удосконалити установку для мокрого подрібнення MILLSTAR з метою підвищення надійності її роботи та покращення процесу подрібнення із застосуванням кондиціонування. Принцип дії останньої полягає в наступному: спочатку сухий і очищений солод за короткий час проходить ділянку кондиціонування. За цей час вміст води в оболонці підвищується приблизно до 18 - 20%. За рахунок цього вона набуває необхідну пружність, щоб в подальшому повністю відокремитися від зерна. Сам ендосперм при цьому залишається сухим. Таким чином забезпечуються найкращі умови для оптимального подрібнення і високого виходу екстракту.

Результати. Застосування установки мокрого подрібнення MILLSTAR робить процес подрібнення більш ефективним і економічним. Остання надає багато переваг: просту та ефективну чистку, а відповідно забезпечує і високу гігієнічність; підтримку на постійному рівні гідромодуля суміші, мінімізацію поглинання кисню. Крім того, в конструкції установки оптимізовані геометрія пристроїв вприскування для зменшення ефекту флотації суміші; система регулювання числа обертів живильного валка в залежності від якості проходження солоду, індивідуальне регулювання витрати і температури затornoї води; відстані між дробильними валками та ін.

Висновки. Широке застосування установки для мокрого подрібнення MILLSTAR в пивоварному виробництві покращить процес подрібнення зернової сировини, а в кінцевому випадку створить оптимальні умови для кращого фільтрування затору і підвищення продуктивності роботи фільтраційного апарату.

29. Дослідження процесу сепарування з метою удосконалення роботи обладнання

Юрій Руденко, Сергій Удодов, Леся Марцинкевич
Національний університет харчових технологій

Вступ. Сепаратори використовуються на основних стадіях виробництва пива, забезпечуючи при цьому економічність та високу якість кінцевого продукту.

Матеріали і методи. За допомогою сепараторів у пивоварінні можуть бути ефективно вирішені наступні технологічні задачі, а саме: освітлення пивного сусла, виділення сусла з білкового осаду; виділення дріжджів з молодого пива; освітлення пива; вилучення пива з надлишкових дріжджів.

Результати. Сепаратори застосовуються для сепарування гарячого труба, що виділяється в процесі кип'ятіння сусла. З цією метою сепаратор встановлюють між суслотварильним апаратом та теплообмінником-охолоджувачем. У разі необхідності отримання пива з підвищеною стійкістю сепарують охолоджене сусло. При цьому смак пива покращується завдяки видаленню білкових і поліфенольних комплексів.

При освітлення пивного сусла у гідроциклонному апараті (вірпулі) сформований конус білкового осаду може руйнуватися внаслідок недостатньої щільності осаду. Тому, доцільним є застосування сепаратора для освітлення мутного сусла з придонної частини вірпула. Освітлене на сепараторі сусло змішують з сусликом, освітленим у вірпулі та направляють на охолодження. Однак, найбільшого поширення сепаратори набули для освітлення пива перед фільтруванням. Впровадження даного способу дає можливість знизити навантаження на фільтр.

З метою удосконалення конструкції сепаратора пропонується встановлення гідрогерметичної ізоляції, яка дозволяє запобігти окисленню пива. На відміну від механічної ізоляції, гідрогерметична ізоляція повністю захищена від зношування та сумісна з системою СІР. Результатом герметичної подачі продукту є більш щадне оброблення продукту.

Висновки. Використання сепараторів для освітлення пивного сусла та пива має ряд переваг, а саме: більш висока продуктивність та скорочення тривалості процесу; стабільність якості освітлення сусла та пива; виключення контакту сусла та пива з киснем, що позитивно впливає на якість кінцевого продукту.

Література.

1. Kunze W. (2010), *Technology Brewing and Malting*. VLB, Berlin, p. 1100.
2. Bamforth, C., 2009. *Beer: Tap into the Art and Science of Brewing*. Oxford University Press, New York., p. 484.
3. Федоренко, Б.М. Пивоваренная инженерия: Технологическое оборудование отрасли / Б.М. Федоренко. – С-Пб.: Профессия, 2009. – 1000 с.
4. Проспект фірми «GEA Mechanical Equipment»

30. Вплив місильних органів циліндричної форми на якісні показники тістових напівфабрикатів

Максим Шпак, Олена Чепелюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Результатом процесу замішування повинно бути отримання якісного тістового напівфабрикату, який надалі стане якісним готовим продуктом. Однією з найбільш показових властивостей тіста є його здатність утримувати форму, яка залежить від стану клейковинного каркасу. Чисельно це можна оцінити, дослідивши розпливчатість тіста.

Матеріали і методи. Процес замішування хлібного тіста досліджено шляхом математичного та фізичного моделювання, перевірка адекватності результатів здійснена шляхом їх співставлення. Властивості рецептурних компонентів та характеристики тістового напівфабрикату визначені за стандартними методиками, які використовуються в хлібопекарській галузі. Замішувалося тісто, виготовлене за рецептурою батону звичайного.

Результати. Складності, які виникають при дослідженні і моделюванні процесу замішування пшеничного дріжджового тіста, обумовлені насамперед необхідністю враховувати зміну його реологічних характеристик і структури в часі при різних умовах навантаження і для різних конструкцій обладнання. Ці проблеми були розглянуті в комплексі, з урахуванням емпіричних даних, теоретичних залежностей та результатів фізичних експериментів. Доцільність внесення змін в конструкцію обладнання, зокрема використання нових робочих органів циліндричної форми, підтверджена отриманням якісного тістового напівфабрикату.

Для планування фізичного експерименту використовували метод Зейделя–Гаусса, завершенням якого є багатofакторна кореляційна залежність на основі отриманої функції Протодіяконова.

Експеримент по методу Зейделя–Гаусса базується на дослідженні впливу одного фактора за умови, що інші задаються на деякому рівні, який необхідно дослідити. Визначені в результаті експерименту залежності описуються частковими алгебраїчними функціями.

На здатність тістової заготовки утримувати форму суттєво впливають такі технологічні параметри (фактори) в процесі замішування: частота обертання місильного органа n ; тривалість замісу t і вологість тіста w .

В результаті обробки експериментальних даних та після математичних перетворень, емпіричне рівняння залежності розпливчатості тіста P від параметрів процесу має вигляд:

$$P = \frac{(87 + 0,02n) \cdot (2078 - 98,7w + 1,22w^2) \cdot (478 - 5,1t + 0,022t^2 - 3,1 \cdot 10^{-5}t^3)}{8836}$$

Аналіз обчислених значень функції P свідчить, що при зростанні w функція P зростає більш суттєво, при збільшенні n і t спостерігається повільніше зростання діаметру кульки тіста. При використанні циліндричних робочих органів замішувати тісто вологістю більше 43% недоцільно, оскільки розпливчатість перевищує значення, обумовлені стандартом.

Висновки. З використанням методу Протодіяконова побудовано адекватну статистичну багатofакторну залежність розпливчатості тіста від частоти обертання, вологості тіста і тривалості замісу, яка дає змогу визначити вплив параметрів процесу замішування на якісні показники тістових напівфабрикатів.

31. Дослідження впливу робочих органів різної конфігурації в тістомісильних машинах безперервної дії на ефективне замішування дріжджового тіста

Віталій Рачок, Юлія Теличкун, Володимир Теличкун
Національний університет харчових технологій

Вступ. Замішування тіста є складним процесом, який полягає у створенні однорідної капілярно-пористої маси з борошна, води, дріжджів, сольового розчину та інших компонентів. Одним із шляхів вирішення даної проблеми, є розробка нового технологічного обладнання та застосування нових робочих органів для замішування дріжджового тіста.

Матеріали і методи. Дослідження проводилися на експериментальній установці (рис.1), яка представляє собою двовальний корпус зі стабілізуючою решіткою.

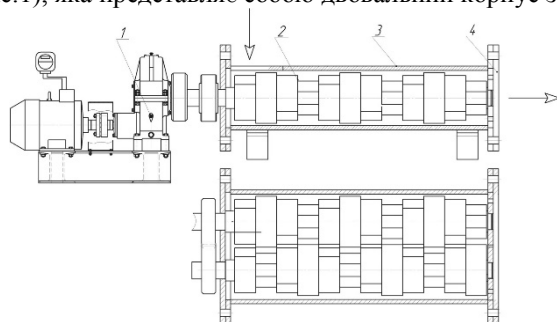


Рис.1 Схема дослідної установки:

1. привід;
2. робочий орган;
3. двовальний корпус;
4. стабілізуюча решітка.

Для експерименту були підібрані пари робочих органів різної конфігурації (стрічки, штирі, шнеки, кулачки та комбіновані), які монтувалися в установку та замішували дріжджове тісто з однаковою частотою обертання.

Результати. В процесі замішування тіста робочими органами різної конфігурації спостерігається прискорене набухання білків та утворення клейковинного каркасу, в результаті чого тісто набирає еластичності, а фізичні властивості його покращуються. Найбільш ефективним виявилось замішування дріжджового тіста кулачковими робочими органами, при раціональній інтенсивності механічної обробки макромолекули клейковини під дією напруг, що виникають в тісті, частково руйнуються, але внаслідок внутрішньої перебудови структури знову відновлюються і клейковина набуває хорошої еластичності та пружності.

Застосування інших робочих органів, частково веде до розриву макромолекул клейковини з порушенням поперечних зв'язків, тісто втрачає еластичність, стає дуже розтягнутим та липким.

Висновки. Замішування кулачковими робочими органами робить тісто більш м'яким, однорідним, на вигляд більш сухим, високоеластичним, що забезпечує найвищу якість напівфабрикату та готового виробу.

Література

Kudinova O., Kravchenko O., Lytovchenko I., Telychkun Y., Gubenia O., Telychkun V., Dovgun I. (2014), Modelling of process in twin-screw dough-mixing machines, Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies, 5, pp. 64-68.

32. Дослідження процесів тепло-масообміну на початковій стадії випікання

Андрій Германчук, Микола Десик, Володимир Теличкун, Юлія Теличкун
Національний університет харчових технологій

Вступ. Постійне збільшення темпів виробництва потребує інтенсифікації процесів, що відбуваються в ході технологічних операцій. Велике значення має дослідження процесів тепло-масообміну на початковій стадії випікання хліба, адже від перебігу процесу гіротермічної обробки (ГТО) залежить час випікання та якість готових виробів.

Матеріали і методи. Гіротермічну обробку проводили на розробленій нами установці, яка складається з двох пекарних камер з регульованим верхнім та нижнім обігрівом (в першій проводили ГТО, в другій – випікали тістові заготовки); електричного парогенератора, шафи для вистою тістових заготовок з автоматичним регулятором температури, вагів для зважування тістової заготовки в процесі ГТО та наступного випікання. Регулювання потужності електронагрівачів відбувалось за допомогою автотрансформатора РНО. В процесі проведення експерименту ведеться реєстрація та запис на ЕОМ зміни маси та температури тістової заготовки, а також температури середовища пекарної камери за допомогою мідь-константанових термопар. Результати експерименту оброблялись чисельними методами.

Результати. Розроблено методику аналітичного розрахунку тепло-масообмінних процесів, що відбуваються під час ГТО. Визначено залежність коефіцієнта конденсації (випаровування) від режимних параметрів середовища зони ГТО, таких як температура та відносна вологість. Експериментально визначено вплив режимних параметрів середовища, температури та відносної вологості, на зміну маси та інтенсивність прогріву поверхневих та внутрішніх шарів тістової заготовки в процесі гіротермічної обробки. Отримано залежність величини теплового потоку, який сприймає заготовка від часу обробки та відносної вологості середовища. Методом математичного моделювання на ЕОМ отримано розподіл температури в середовищі зони ГТО та зміну температури поверхні заготовки.

Висновки. Результати досліджень використано при математичному моделюванні та проектуванні зони гіротермічної обробки сучасних хлібопекарських печей. За рахунок використання раціонального режиму ГТО зменшено енерговитрати на випікання хліба.

Література

1. В. А. Брызун [и др.]. Теплотехнические аспекты эффективной выпечки пшеничных хлебобулочных изделий [Текст] : монография / Под ред. В.А. Брызуна. - М. : Пищепромиздат, 2004. - 271 с.
2. R. Altamirano-Fortoul, A. Le-Bail, S. Chevallier, C.M. Rosell. Effect of the amount of steam during baking on bread crust features and water diffusion, *Journal of Food Engineering* 108 (2012) p.128–134
3. А. Германчук, В.Теличкун, Ю.Теличкун, М Десик. Исследование тепло-масообменных процессов в камере гигротермической обработки тестовых заготовок, *Научни трудове на Русенския университет* - 2012, том 51, серия 9.2, - С.44-48.

33. Дослідження впливу частоти обертання робочого органу на процес замішування дріжджового тіста

Андрій Булка, Андрій Бобров, Віталій Рачок,
Юлія Теличкун, Володимир Теличкун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ціллю замішування дріжджового тіста є отримання однорідної маси з певними структурно-механічними властивостями. Досліджено вплив механічної обробки тіста під час замісу з різними швидкостями і різної вологістю тіста на зміну ефективної в'язкості тіста. Замість тіста, одна з важливих технологічних операцій, від якої багато в чому залежить подальший хід технологічного процесу і якість готового виробу в цілому.

Матеріали і методи. Дослідження проводилися на FARINOGRAPH®-AT, німецької компанії BRABENDER®, це наступне покоління високоточних приладів для визначення якості борошна та дослідження поведінки тіста при замішуванні в залежності від часу замісу та частоти обертання робочого органу.

Зразок, суміш борошна, води, солі та дріжджів в тістомісильній камері надають механічний опір лопатям мішалки, яка приводиться в обертання двигуном, закріпленим у підшипникових опорах. У відповідності зі своєю в'язкістю, зразок чинить опір лопатям мішалки, опір замішування вимірювали за допомогою високоточних електронних датчиків. Крутний момент реєструвався в залежності від часу, за допомогою програмного забезпечення у вигляді кольорової діаграми (фаринограми) в режимі реального часу.

Результати. Досліджено, що фізичні властивості дріжджового тіста при замішуванні, безперервно змінюються в результаті ряду процесів, що проходять при замішуванні тіста.

Процес замішування слід проводити при відносно високих обертах робочого органу (63 об/хв), коли сили когезії ще не встигають проявитися належною мірою і недостатні для утворення структурованої маси продукту, оскільки основні компоненти суміші (борошно і вода) володіють високою когезійною здатністю.

Повільне замішування дріжджового тіста веде до структурування матеріалу в окремих місцях об'єму змішувальної камери внаслідок нерівномірного розподілу борошна і рідкої фази, таким чином в інших місцях замішування цей процес затримується.

Висновки. За значень частоти обертання 63 об/хв та при вологості тіста 43% спостерігаються високі показники якості дріжджового тіста. При оптимальній інтенсивності механічної обробки, макромолекули клейковини під дією внутрішніх напружень, що виникають в тісті, частково руйнуються, але внаслідок внутрішньої перебудови структури знову відновлюються, і клейковина виходить еластичною.

Література

Oleksandr Kravchenko, Yuliya Telychun, Volodymyr Telychun (2014), Perfection of equipment for improvement of dough semi finished, Ukrainian Journal of food science, 2(1), pp. 81-88

34. Реконструкція шаф вистоювання вертикального типу

Антон Яцкевич

Національний університет харчових технологій

Вступ. Актуальність дослідження визначається великою поширеністю в хлібопекарській галузі шаф вистоювання з вертикальним рухом колик. Досвід експлуатації таких шаф вказує напрямки модернізації їх конструкцій.

Матеріали і методи. Задача дослідження полягає у визначенні параметрів циркуляції пароповітряної суміші всередині шафи вистоювання типу РШВ. Потрібно оцінити масштаби природної конвекції повітря, місця в конструкції, через які відбувається витоки повітря з шафи. Використання методів комп'ютерного моделювання дозволяє візуалізувати повітряні потоки, оцінити їх інтенсивність та отримати чисельні дані по швидкості руху та температурі середовища. Моделювання відбувалось за допомогою програмного комплексу Flow Vision.

Результати. В результаті комп'ютерного моделювання тривимірної моделі шафи вистоювання отримана наступна інформація.

Технологічні отвори в шафі (вхід, вихід колосок, холоста гілка) утворюють взаємопов'язану систему сталого конвективного руху повітря.

На вертикальній бічній стінці шафи, в найвищій області температур сформовані стійкі вертикальні потоки нагрітого повітря.

Області, в яких конвекція максимальна - це посадочні вікна та технологічні отвори. Причина її виникнення - локальний перепад щільності холодного і теплого повітря.

Під стелею шафи спостерігається горизонтальний потік нагрітого повітря в бік входу холостої гілки.

Наявність отворів в стелі шафи вистоювання РШВ є визначальною причиною активної конвекції.

Можна зробити висновок, що в шафі, є два типи конвективних течій: замкнуті та наскрізні. Останні виносять з шафи тепле і вологе повітря. Такі умови негативно впливають на однорідність умов вистоювання.

Останні 5...10 хвилин вистоювання процес відбувається в області швидких та гарячих повітряних потоків. Такі умови призводять до висушування поверхні тістових заготовок.

На даний момент вже є можливість зробити наступні пропозиції щодо модернізації будови шафи.

Щоб знизити активність конвективного потоку повітря необхідно закрити шлях відсмоктування повітря через отвір у стелі будови.

Рекомендується перенести холосту гілку конвеєра всередину корпусу та відокремити перегородку від основного простору.

З метою сушіння порожніх колосок забезпечити шляхом встановлення у верхній частині шафи інфрачервоних випромінювачів.

Повторне комп'ютерне моделювання після внесення змін в конструкцію шафи показало вірність запропонованих заходів. Інтенсивність руху пароповітряної суміші значно зменшилась.

Висновки. Впровадження запропонованих заходів дозволяє підвищити ефективність експлуатації шаф вистоювання вертикального типу, скоротити енергетичні втрати, покращити виробничі умови, зменшити собівартість продукції.

35. Дослідження внутрішніх тепломасообмінних процесів при суміщених процесах випікання та сушіння

Олександр Корольов, Микола Десик, Володимир Теличкун
Національний університет харчових технологій

Вступ. Тенденції ринку сухарних виробів по розширенні асортименту потребують досліджень пов'язаних з удосконаленням процесу виробництва та визначенням раціональних режимних параметрів. Нами запропоновано поєднувати процеси випікання та сушіння в одній робочій камері для заготовок, що мають розміри та параметри, які відносяться до перехідної області від тонких до масивних тіл, які останнім часом набувають популярності і для яких характерна складна машино-апаратурна схема.

Матеріали і методи. В лабораторних умовах нами проведені дослідження деяких особливостей внутрішніх тепломасообмінних процесів при суміщених процесах випікання та сушіння хлібобулочних виробів та впливу визначального розміру на ці процеси.

Дослідження проводились без зволоження середовища пекарної камери при різних температурах з верхнім та нижнім обігрівом.

Результати. Проведені нами дослідження впливу визначального розміру зразка на температуру центра заготовки в кінці періоду випікання свідчать, що зі збільшенням визначального розміру температура центру заготовки в кінці періоду випікання знижується. Максимальна температура центру заготовки в кінці періоду випікання обмежена температурою кипіння рідини і зі зменшенням визначального розміру температура центру заготовки стає рівною температурі кипіння рідини, яка залежить від рецептурного складу виробів.

Для наступного періоду – сушіння – характер кривої температури центру заготовки залежить від режимів роботи печі. Встановлено, що зі зниженням температури робочої камери та зі збільшенням визначального розміру, внаслідок збільшення опору зневодненого шару і відповідно недостатнього підведення теплоти до центральних шарів заготовки, температура її центру в кінці процесу випікання-сушіння знижується. Температура поверхні виробів в кінці процесу випікання-сушіння не залежить від визначального розміру і лімітується температурою середовища пекарної камери та тривалістю процесу.

Висновки. Опрацювання даних дозволило рекомендувати температуру середовища робочої камери при якій забезпечується інтенсивне випаровування без перегрівання заготовки в залежності від її визначального розміру та враховуючи забавлення поверхні виробу і описати її залежністю.

Література.

1. Yu. Telichkun, V. Telichkun, M. Desik, O. Kravchenko, A. Marchenko, A. Birsu, S. Stefanov (2013), Perspective direction of complex improvement of rusk wares, Journal of food and packaging Science, Technique and Technologies, 2(2), pp 67-70.

2. В.И. Теличкун, Ю.С. Теличкун, А.А. Губеня, Н.Г. Десик (2009), Поточно-механизованая линии производства сухариков экструзией, УХТ. Научни трудове, LVI(2), с.295-300.

36. Вплив конструктивних параметрів зони зволоження на ефективність гіротермічної обробки

Дмитро Цимбал, Микола Десик, Володимир Теличкун
Національний університет харчових технологій

Вступ. Питання досягнення високих якісних показників залишається актуальним при виробництві хлібобулочних виробів. В умовах жорсткої конкуренції підприємства хлібопекарської промисловості прагнуть розширювати асортимент продукції та підвищувати її якість. Якість продукції залежить від умов гіротермічної обробки тістових заготовок та інтенсивності вентиляційних процесів у пекарній камері.

Матеріали і методи. Для дослідження процесу вентиляції в зоні гіротермічної обробки використовувався програмний комплекс Flow Vision, в який було імпортовано геометрію розрахункової області зони гіротермічної обробки.

Результати. Визначено характер руху середовища в зоні зволоження із урахуванням впливу на ці процеси потоку пари, що подається на зволоження та конфігурації камери гіротермічної обробки.

Встановлено, що інтенсивність вентиляції залежить від конструктивних параметрів та температури і вологості середовища. З метою зменшення енерговитрат під час випікання, нами запропонована конструкція витяжного пристрою, який дозволяє зменшити витрати пароповітряної суміші в зоні зволоження та дозволяє відбирати пару для повторного використання шляхом регенерації

Висновок. За результати досліджень удосконалено конструкцію зони гіротермічної обробки в результаті чого підвищена продуктивність та економічні показники роботи печі.

Література

1. Yu. Telichkun, V. Telichkun, M. Desik, O. Kravchenko, A. Marchenko, A. Birsa, S. Stefanov. (2013), Perspective direction of complex improvement of rusk wares, Journal of food and packaging Science, Technique and Technologies, 2(2), pp 67-70.
2. O. Kravchenko, Yu. Telychkun, V. Telychkun, Perfection of equipment for improvement of dough semi finished, Ukrainian Journal of food science, 2(1), (2014), pp. 81-88.
3. Александр Кравченко, Александра Кудинова, Игорь Литовченко, Юлия Теличкун, Алексей Губеня, Владимир Теличкун (2013), Моделирование процесса замеса дрожжевого теста в тестомесильной машине непрерывного действия, University of Ruse "Angel Kanchev". Proceedings, 52, pp. 129-134.
4. Yu. Telichkun, V. Telichkun, V. Taran, O. Gubenia, M. Desik (2010), The research of the gas-filled dough rheological characteristics, Journal of EcoAgriTourism, 1, pp. 67-71

37. Роторний змішувач для приготування рідкої пшеничної опари

Юрій Доломакін

Національний університет харчових технологій

Вступ. Запропонована конструкція змішувача періодичної дії дає можливість інтенсифікувати процес змішування інгредієнтів опари та зменшити витрати енергії на процес її приготування.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень була рідка пшенична опара вологістю 65 %. Температура опари знаходилась в межах 28 ± 1 °С, при цьому густина опари $\rho = 1066$ кг/м³.

Відпрацювання конструкції та форми змішувального органу визначалися не математично, а знаходились емпіричним шляхом за допомогою експериментальної установки, яка складалась з циліндричної прозорої чаші, індукційної муфти для регулювання обертів робочого органу та привода який мав асинхронний двигун та клинопасову передачу.

Результати. Проблемою існуючих конструкцій змішувачів для приготування рідких напівфабрикатів у хлібопекарній промисловості є рівномірність руху перероблюемого продукту в робочій ємкості, що зазвичай призводить до створення стаціонарних вихорів, в проміжку між якими виникають застійні зони [1]. В цих зонах перемішування як правило є недостатнім, що призводить до незадовільної якості готового продукту.

В основу конструкції що пропонується закладено принцип вискоефективного змішувача який створює нестаціонарні потоки речовини, які в силу своєї циклічності призводять до створення вібраційного ефекту, який активізує процес перемішування та бродіння рідкої пшеничної опари. Також на меті конструкції є перенос процесу змішування в середину полого ротора, в якому можна створити прогнозовані сприятливі кінематичні умови обробки [2].

Процес переносу змішування в середину ротора реалізується підведенням механічної енергії до нього, в наслідок чого всередині ротора створюється зниження тиску, що в свою чергу створює об'ємне всмоктування продукту, при цьому гідравлічний опір входу в ротор мінімальний. Потрапляючи через нижній отвір ротору та проходячи через наскрізні канали першого циліндра, опара піддається інтенсивному перемішуванню, диспергуванню та деформації дисперсних часток. В середині ротора також є внутрішній циліндр встановлений з ексцентриситетом, що створює автовібрації, пульсації та інші гідродинамічні впливи. Інтенсифікація процесу змішування в такому змішувачі обумовлена багатofакторним впливом на оброблювану рідку гетерогенну опару, що полягає в пульсаціях тиску і швидкості її потоку, та розвиненої турбулентності в локальних об'ємах ротору.

Висновки. Визначена конструкція змішувача дозволяє отримати вискоефективний апарат з оптимальною енергоємністю і матеріаломісткістю та високим ступенем впливу на оброблюваний продукт, що в кінцевому результаті призведе до одержання опари оптимальної консистенції та активності бродіння.

Література

1. Peker S.M., Helvacı S.S., 2008. Solid–Liquid Two Phase Flow. Department of Chemical Engineering, Ege University, Izmir, Turkey. 515 p.
2. Пат. 103656 Україна МПК А21С 1/02 Пристрій для змішування рідких напівфабрикатів / Ю.Ю. Доломакін, І.М. Литовченко. – u2015 06039, Заявл. 18.06.15, Опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24 – 4 с.

38. Підвищення ефективності використання теплоти в процесі випікання хліба

Дмитро Яценко, Микола Десик, Володимир Теличкун
Національний університет харчових технологій

Вступ. Хлібопекарська галузь одна з найбільш енергоємних у харчовій промисловості. Хлібопекарська піч є головним споживачем енергії на хлібозаводі. У тепловому балансі підприємства до 50% палива спалюється в топці хлібопекарської печі і близько 30% витрачається на отримання пари для зволоження тістових заготовок в зоні гіротермічної обробки. Витрата палива на хлібозаводі залежить від ефективності роботи хлібопекарської печі.

Матеріали та методи. Аналіз теплового балансу пічного агрегату, дозволить встановити не тільки відповідність підведеної і витраченої теплоти, але також визначити частку корисно використаної теплоти і встановити величину і рейтинг теплових втрат.

Результати та обговорення. Проведено аналіз теплового балансу сучасної тунельної хлібопекарської печі, в результаті якого встановлено, що корисно використовується на прогрів тістової заготовки при випіканні близько 15% загальних витрат теплоти піччю. Основні втрати теплоти пічним агрегатом, крім втрат з вихідними газами, складають втрати теплоти з парою на зволоження пекарної камери (30%) та з упіканням (10%), а також втрати з вентиляційним повітрям через посадкове вікно печі (12%). Ефективність використання теплоти при випіканні хліба оцінюють умовним технологічним коефіцієнтом корисної дії, який є відношенням теоретично витраченої теплоти до загальних теплових витрат пічним агрегатом. Однак, як показує аналіз дане співвідношення не може бути об'єктивною оцінкою ефективності роботи пічного агрегату, тому що обидві складові відношення є величинами змінними і залежать від асортименту виробів, що випікаються, величини упікання, конструкції печі та режиму її роботи. Запропоновано виключити з теоретично витраченої теплоти на випікання хліба втрати теплоти з упіканням, а в якості величини, що характеризує ефективність роботи печі прийняти коефіцієнт ефективного використання теплоти, в якому кількість теплоти витрачений на прогрів тістової заготовки і утворення скоринки є практично постійною величиною і віднести до неї всі складові теплового балансу, що дозволить оцінювати роботу пічного агрегату незалежно від асортименту, величини упікання, конструкції печі та режиму її роботи.

Висновки. За результатами проведеного аналізу нами запропонована схема установки для використання теплоти пари, що виходить через посадкове вікно з вологим вентиляційним повітрям, шляхом її регенерації і повернення у вигляді пари на зволоження пекарної камери. Встановлено залежність маси пари, що повертається в зону зволоження, від вмісту вологи та температури вентиляційного повітря. Запропоновано реконструкцію зони зволоження, яка дозволяє проводити утилізацію відпрацьованої пари із зони зволоження та максимально зменшити втрати пари і теплоти в навколишній простір.

Література.

1. Десик М.Г. Дослідження впливу геометричних параметрів хліба на тепломасообмінні процеси / Десик М.Г., Теличкун В.І., Теличкун Ю.С., А.І.Германчук - К: НУХТ, 2010
2. O. Kravchenko, Yu. Telychkun, V. Telychkun, Perfection of equipment for improvement of dough semi finished, Ukrainian Journal of food science, 2(1), (2014), pp. 81-88.

39. Модернізація горизонтальної двохярусної солодосушарки

Дмитро Самойленко, Олена Чепелюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. При сушінні солоду в двохярусній солодосушарці виділяють дві стадії процесу: на нижній решітці відбувається стадія відсушки, на верхній – стадія підв'ялювання. При цьому більш сухе повітря, яке відходить з решітки відсушки, з додаванням свіжого повітря подається в напірні приміщення в решітки для підв'ялювання, звідки вже вологе повітря викидається в атмосферу. Завдяки такому принципу дії в сушарках витрачається менше повітря і, відповідно, менші витрати енергії. Однак недоліком розглянутих солодосушарок без проміжного днища між решітками є низька ступінь механізації робіт.

Методи і матеріали. Вдосконалення конструкції обладнання для сушіння солоду виконано з використанням методу морфологічного аналізу на основі матеріалів виробництва, аналізу сучасної науково-технічної літератури та патентів.

Результати. В горизонтальній двохярусній солодосушарці роботи по завантаженню (розрівнювання його по всій площі рівномірним шаром 25 см і закладання біля стін таким чином, щоб не залишалось вільного простору для проходу повітря), перевантаженню та вивантаженню солоду виконуються вручну. Ці роботи виконують чотири робітники протягом приблизно 1,5 години. При цьому роботи виконуються у складних умовах, що спричинені високою температурою в приміщенні сушарки та підвищеним вмістом вологи. Після проведення аналітичного огляду існуючих засобів механізації робіт у солодосушарках на вітчизняних та закордонних підприємствах з'ясовано, що подібних пристроїв, які виконують операції по завантаженню, перевантаженню і вивантаженню солоду, існує не досить багато, при цьому вони виконують лише окремі операції.

Були розроблені такі засоби механізації робіт: для завантаження свіжого солоду на верхню решітку запропоновано використовувати диск, встановлений ексцентрично, для перевантаження солоду з верхньої решітки на нижню та його вивантаження розроблені жалюзеподібні решітки.

Для завантаження свіжепророслого солоду ефективним буде використання диску, закріпленого на валу ексцентрично. Цей вузол розміщується у верхній частині сушарки і призначений для створення рівномірного шару солоду на верхній решітці. Для більшої міцності конструкції до диску і до валу приварені ребра жорсткості.

На стадії пересипання солоду з верхньої решітки на нижню та його розвантаження із сушарки доцільно встановити жалюзеподібні решітки. Така конструкція дозволить забезпечити більш швидке, зручне і надійне переміщення солоду, а також виключить використання ручної праці.

Висновки. В результаті внесення змін в конструкцію обладнання повністю усувається важка ручна праця, зменшується чисельність робочого персоналу, скорочується час розрівнювання солоду, а також значно зменшуються втрати тепло- та енергоносіїв. У двохярусних горизонтальних солодосушарках найбільш раціонально висушувати великі партії світлого солоду.

Література.

1. Хаунер М. Устройство современных сушилен и оборудования для прорастивания и сушки солода [Електронний ресурс] / Манфред Хаунер. – Режим доступу: <http://www.propivo.ru/prof/technology/03vkl01/index.html>.

40. Моделювання аеродинамічних процесів в сушарці з псевдозрідженим шаром

Гларіон Пакацошвілі, Олена Чепелюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. Одним з найбільш ефективних способів висушування твердих речовин є сушіння в псевдозрідженому шарі, при якому продукт перемішується у висхідному турбулентному потоці нагрітого газу і підтримується у завислому стані. Сушіння в псевдозрідженому шарі забезпечує рівномірний залишковий вміст вологи в гранулах, не призводить до їх спікання, зміни кольору, розкладання діючих речовин.

Матеріали і методи. Розрахунки параметрів сушарки-гранулятора виконані з урахуванням припущень, що відбувається повне перемішування часточок дисперсного матеріалу і повне витіснення для сушильного агента в межах шару. Дослідження впливу запропонованих конструктивних змін проведено методом математичного моделювання з використанням пакету Flow Vision.

Результати. Процес сушіння грануляту необхідний насамперед для видалення вологи і доведення його до заданого регламентом вологовмісту. Недосушені гранули прилипають до пуансонів таблетпреса, нерівномірно заповнюють матрицю і вимагають використання підвищеної кількості антифрикційних речовин.

На загальний результат процесу гранулювання і сушіння у псевдозрідженому шарі впливають характер руху часточок матеріалу, ступінь перемішування і співвідношення температури агента сушки в об'ємі шару і на виході з нього. Оптимальна швидкість сушильного агента суттєво залежить від величини і густини часточок, що висушуються. З урахуванням опору шару обчислені і побудовані графічні залежності висоти шару матеріалу та його гідравлічного опору від швидкості потоку. Визначені перше (при якому починається процес псевдозрідження) і друге (при якому відбувається винесення часточок з шару) критичні значення швидкостей потоку. При розрахунках обладнання для сушіння у псевдозрідженому шарі аналітично визначена висота, на якій слід встановлювати сепараційні пристрої для вловлювання часточок грануляту.

Велике значення в апаратах псевдозрідженого шару надається конструкції газорозподільного вузла, через який проходить технологічне повітря. Запропоновано внести зміни в його конструкцію для надання потоку повітря швидкості не тільки в осьовому, а й у радіальному напрямку. Порівняння результатів моделювання базового і модернізованого варіанту, отриманих в результаті комп'ютерного моделювання, засвідчило доцільність внесення запропонованих змін.

Висновки. Завдяки інтенсивному перемішуванню твердих частинок в псевдозрідженому шарі, практично вирівнюється поле температур, усувається можливість появи локальних перегрівів і пов'язаних з цим відхилень від показників якості продукції, що надзвичайно важливо для фармацевтичної промисловості.

Література.

1. Корнієнко Б.Я. Математичне моделювання динаміки процесів переносу при зневодненні та гранулюванні у псевдозрідженому шарі / Б.Я. Корнієнко // Вісник Національного авіаційного університету. – 2012. – №12. – С.84 – 90.
2. Жданов І.В. Комп'ютерне моделювання аеродинаміки камери сушильної установки з відцентровим псевдозрідженим шаром / І.В. Жданов, В.Г. Стеблянко, А.В. Шульга // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. / Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. – Донецьк. 2014. – Випуск 32. – С. 162 – 171.

41. Ефективність змішування компонентів рідких неоднорідних систем з твердою дисперсною фазою

Юрій Доломакін, Олександр Молочко, Олена Чепелюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. Устаткування для змішування призначене для отримання однорідних сумішей двох або кількох компонентів, забезпечення однорідної консистенції при зберіганні, а також прискорення масообміну в процесі виробництва продуктів. Процеси в цьому обладнанні багато в чому визначають ефективність подальших етапів виробництва і впливають на якість готового продукту.

Матеріали і методи. Предметом досліджень була двофазна дисперсна система з рідким дисперсним середовищем - основа для гідрофільного гелю, яка складається з води, гідрофільного неводного розчинника і гідрофільного гелеутворювача (карбомеру 980) [1]. Досліджувалася суспензія вологістю 60...65% при температурі 25 ± 1 °С, при цьому її густина ρ дорівнювала 1250 кг/м^3 [2].

Визначення ефективності процесу змішування компонентів проводилося шляхом комп'ютерного моделювання та за допомогою експериментальної установки, яка складається з циліндричної прозорої чаші, робочого органу власної конструкції, привода (асинхронний двигун та клинопасова передача) та індукційної муфти для регулювання обертів робочого органу.

Результати. Конфігурація і форма лопатей змішувача обрана з урахуванням структури маси, яка перемішується, її об'єму, товщини шару, продуктивності, співвідношення змішуваних компонентів, необхідного ступеня однорідності, способу завантаження і вивантаження продукту, вимог технології.

Ефективність роботи змішувального пристрою характеризували якістю реалізації процесу змішування – рівномірністю розподілу компонентів в об'ємі. Для її оцінки визначали дисперсію концентрації інгредієнта, який відіграє роль фази, що диспергується, в площині, перпендикулярній осі апарата:

$$\sigma = \frac{1}{S} \int_S (c - c_{cp})^2 dS$$

де σ - дисперсія концентрації; c - концентрація одного компонента в іншому; c_{cp} - середня концентрація в заданій площині $c_{cp} = \frac{1}{S} \int_S c dS$; S - досліджувана площа.

Необхідну виборку концентрацій отримали в програмному комплексі Flow Vision при збереженні в файл результатів заливки «по концентрації» в площині, перпендикулярній осі змішувача, яка знаходиться на заданій відстані від робочого органу.

Висновки. На ефективність змішування в основному впливають густина початкових компонентів, гранулометричний склад (форма, розміри, розподілення за ступенем крупності) частинок компонентів суміші, вологість компонентів, стан поверхонь часточок та їх адгезійні властивості.

Література

1. Ляпунов А. Н. Создание мягких лекарственных средств на различных основах. Сообщение 2. Исследование реологических свойств гелей, образованных карбомерами / А. Н. Ляпунов, Н. В. Воловик // Фармаком. - 2001.— № 2.— С. 52–61.
2. Фармацевтические и биологические аспекты масел: Монография / И.М. Перцев, А.М. Котенко, О.В. Чушов, Е.Л. Халева; под ред. И.М. Перцева. — Х.: НФАУ, Золотые страницы, 2003. – 288 с.

42. Інтенсифікація процесу змішування та гомогенізації компонентів мазей

Олександр Прохоров, Юрій Доломакін, Майя Білоконь
Національний університет харчових технологій

Вступ. Мазі – м'які лікарські засоби для місцевого застосування, дисперсійне середовище яких при певній температурі зберігання має неньютонівський тип течії і великі значення реологічних параметрів. Мазь складається із основи і лікарських речовин, які рівномірно розподіляються у ній. Важливим критерієм якості мазей є показники структурно-механічних властивостей. Консистенція мазей впливає на процеси їх приготування, фасування, використання та вивільнення з них лікарських речовин.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень була мазь – суспензія з вмістом твердої фази менше 5 %. Для визначення однорідності готової мазі брали 4 проби по 2-3 г, поміщуючи їх по дві на предметне скло.

Результати. В дослідженнях запропоновано використовувати стаціонарний вертикальний резервуар зі шнековим перемішувачем.

Максимальне число обертів гвинта діаметром D визначається (хв^{-1}):

$$n_{\max} = \frac{60}{\sqrt{D}} \quad (1)$$

Потужність, що витрачається на підймання матеріалу на висоту H :

$$N = \frac{\Pi \cdot H \cdot g}{367}, \quad (2)$$

Кратність перемішування приймаємо $k = 10 \dots 15$, тоді продуктивність гвинтового пристрою рівна:

$$\Pi = k \cdot m, \quad (3)$$

де m - маса мазі в реакторі.

Для гомогенізації мазі необхідно визначити число обертів гвинта;

$$\text{Re}_m = \frac{n_0 d^2 \cdot \rho}{\mu} = 1,47 Ar^{0,185} \left(\frac{\text{We}_m}{W e_m} \right)^{0,185} \cdot \left(\frac{D_a}{D} \right)^{1,3}, \quad (4)$$

де We_m – критерій Вебера, $W e_m = \frac{n^2 D^3 \rho}{\sigma}$; σ - міжфазний натяг мазі; Ar - критерій

Архімеда, $Ar = \frac{q \cdot d_r^3}{Y_c \Delta \rho / \rho_c}$; $\Delta \rho$ - різниця густин фаз; ρ_c – густина суцільної фази,

основи мазі; d_r – діаметр твердої частинки, м.

З критерію оптимальності N/Re , визначали режими приготування мазей.

Висновки. Визначено режими приготування лікарської мазі на шнековому вертикальному змішувачі. Відпрацювання конструкції та форми змішувального органу отримано аналітичним шляхом. Розглядаючи готову суспензію між двох предметних стекол незброєним оком, в трьох з чотирьох проб не виявлено видимих частинок, що говорить про якість приготування.

Література

1. В.И. Чуешов / Промышленная технология лекарств: Учебн. В. 2-х т/ В.И. Чуешов, М.Ю. Чернов, Л.М. Хохлов. – Х.: МТК – Книга; Изд-во НФАУ. 2002. – 716 с.
2. Перцев И.М. Фармацевтические и биологические аспекты мазей / Перцев И.М., Котенко А.М., Чуешов О.В., Халева Е.Л. — Х.: НФАУ, Золотые страницы, 2003. — 288 с.

43. Моделювання процесу екстрагування ПАР із рослинної сировини

Антон Осьмак, Олександр Прохоров

Національний університет харчових технологій

Вступ. Основу структури речовин, що підлягає екстракції, складають капілярно-пористі системи рослинного або тваринного походження. У рослинних клітинах ядро захищено тонкою оболонкою – цитоплазматичною мембраною, яка регулює біохімічні процеси в клітинах, збільшуючи або зменшуючи їх проникність. В рослинних клітинах основний опір масопереносу створюють мембрани. Поки протоплазма жива клітинна стінка являється напівпроникною перегородкою і не пропускає зовнішні речовини, що розчинені в клітинному соці. При екстрагуванні рослинної сировини використовують висушені матеріали, які необхідно замочувати протягом 5-6 годин.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження являється рослинна сировина. Предметом дослідження являється процес вилучення ПАР із рослинної сировини.

Результати. Згідно теорії рівновісної сорбції молекули дифундують через мембрану і за допомогою вільної молекулярної дифузії переміщуються в об'ємі матеріалу. Коефіцієнт внутрішньої дифузії ($D_{\text{вн}} = 10^{-12} - 10^{-11} \text{ м}^2/\text{с}$) значно менший ніж коефіцієнт молекулярної дифузії ($D = 10^{-9} - 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$). Рівновага при екстрагуванні в системі тверде тіло – рідина настає при умові рівності хімічних потенціалів розчиненої речовини у твердій і рідкій фазах.

Швидкість міжфазового масообміну визначається рівнянням масовіддачі:

$$\frac{dM}{d\tau} = \beta \cdot F(C_{\text{нас}} - C_0) \quad (1)$$

де β - коефіцієнт масовіддачі в рідкій фазі; F - поверхня контактування фаз, м^2 ; $C_{\text{нас}}$, C_0 - концентрація речовини на поверхні твердої частинки і концентрація речовини в рідині.

Згідно закону Фіка:

$$\frac{dM}{d\tau} = D \cdot F \frac{(C_{\text{нас}} - C_0)}{\delta} \quad (2)$$

де δ - товщина дифузійного шару, м ; D - коефіцієнт молекулярної дифузії. Згідно експериментальних досліджень $\delta \sim D^{1/3}$.

Можна отримати:

$$\beta \sim D^{2/3} \quad (3)$$

Із рівняння (3) можна отримати узагальнюючу емпіричну залежність:

$$Nu = 0,8 Pr^{1/3} \cdot Re^{1/2} \quad (4)$$

де Nu - критерій Нусельта; Pr - критерій Прандтля; Re - критерій Рейнольдса; d - діаметр твердої частинки, м ; ν - кінематична в'язкість рідини, $\text{м}^4/\text{с}$; ω - швидкість рідини, $\text{м}/\text{с}$.

Процеси розчинення і вилужування прискорюються за рахунок перемішування, збільшення температури процесу, ступеня подрібнення твердого матеріалу. Швидкість вилужування визначається:

$$\frac{dM}{d\tau} = \frac{D \cdot F}{\delta + h} (C_{\text{нас}} - C_0) \quad (5)$$

де h - глибина матеріала, м .

Ступінь подрібнення і циклічність зміни тиску в апараті являються ефективними факторами прискорення процесу вилужування ПАР із рослинної сировини.

Висновки. Використання комп'ютерної техніки дозволить створити математичну модель впливу зміни циклічності тиску в апараті на інтенсивність вилужування ПАР із рослинної сировини.

44. Дослідження процесу миття ампул

Олена Перкун, Олена Бабанова, Ігор Житнецький
Національний університет харчових технологій

Вступ. Миття ампул – одна із найвідповідальніших стадій виробництва лікарських засобів для ін'єкцій.

Після попередніх етапів виготовлення ампул всередині них можуть бути наявні механічні забруднення (близько 80% складають часточки скляного пилу). Утримуються вони на поверхні скла механічно, за рахунок адгезії, адсорбції, спайок між скляними частинками, що утворилися при нагріванні ампул, і поверхні до стадії розм'якшення скла. Такі ампули не можна наповнювати лікарськими засобами, тому миття є дуже актуальною темою.

Матеріали та методи. Метою досліджень є обґрунтування раціональної конструкції соплового пристрою для миття ампул, яка забезпечує створення дрібнодисперсної суміші з рівномірно розподіленими компонентами та забезпечує її достатню швидкість. Процес соплового розпилення промодельовано в програмному комплексі Flow Vision.

Об'єктом дослідження є процес створення дрібнодисперсної повітряно-водяної суміші, предметом досліджень – конструкція соплового пристрою і параметри його роботи.

Результати та обговорення. В роботі представлені результати, отримані при моделюванні етапів змішування компонентів і виходу газо-рідинної суміші з соплового пристрою, а саме ділянки змішування - конфузорна і дифузорна. Ділянка подачі компонентів замінена відповідними граничними умовами – швидкостями подачі рідини і повітря.

Таким чином, для забезпечення якісного миття в машині для миття ампул потрібно встановлювати соплові пристрої, в яких подача рідини здійснюється в центральну трубку, а повітря – у периферійний отвір.

В другій серії досліду було обрано швидкість подачі води 25 м/с і повітря відповідно 16 м/с. Оскільки під час обрахунку в Flow Vision, саме ці параметри дали найбільший тиск на виході 51МПа. Даний тиск є більш чим достатнім для якісного миття.

В результаті досліджень ми виявили, що чим більшу швидкість повітря ми задаємо на вході, тим більший тиск суміші отримуємо на виході. Це позитивно впливає на якість миття.

Висновки. Дослідивши процес миття ампул, ми виявили, що є потреба в модернізації автоматичної миючої машини для ампул. Ми можемо відмітити, що завдяки проведеної модернізації досягаємо значних позитивних результатів у проведенні процесу миття ампул.

По-перше, завдяки проведеної модернізації ми бачимо, що швидкість повітряно-водяної суміші на виході значно збільшується, що позитивно впливає на якість миття.

По-друге, для введення модернізації не потрібно залучати значних коштів, а ефективність роботи значно збільшиться.

І врешті-решт, ми підвищуємо продуктивність машини та її економічну ефективність.

Рекомендуємо використовувати швидкість подачі води 25 м/с і швидкість подачі повітря 16 м/с.

45. Дослідження процесу гранулювання компонентів сипкої суміші псевдорозрідженому стані

Іван Лучніков, Олександр Прохоров
Національний Університет Харчових технологій

Вступ. Метою процесу гранулювання являється рівномірне розподілення компонентів сипкої лікарської суміші та збільшення продуктивності машини для таблетування. Існують наступні способи гранулювання: сухе, вологе і структурне.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження являється сипкі компоненти лікарської форми. Предметом дослідження являється процес гранулювання.

Результати. Перспективним напрямком отримання грануляту являється структура грануляту, яка базується на утворенні шароподібних однорідних гранул із попередньо зволоженого матеріалу. В даний час існують наступні способи структурного гранулювання: отримання гранул у дражирувальному апараті; гранулювання розпилювальним сушінням; гранулювання в псевдорозрідженому шарі.

Отримання грануляту у псевдорозрідженому шарі відбувається двома способами: розпилювання розчину, який містить основні та допоміжні компоненти, на ядра основної речовини; гранулювання порошкоподібних речовин.

Фракційний склад гранулята впливає на якісні характеристики таблеток та забезпечує точність дозування

Радіус гранул визначається по закону Стокса:

$$r = \sqrt{\frac{9\mu \cdot v}{2(\rho_r \cdot \rho_t)g}} \quad (1)$$

При стаціонарному русі частинки $v = const = \frac{H}{t}$.

Можна отримати радіус гранул від швидкості теплоагента в перерізі апарата

$$r = k \sqrt{\frac{H}{t}} \quad (2)$$

де k – коефіцієнт, $k = \sqrt{\frac{9\mu}{2(\rho_r \cdot \rho_t)g}}$.

По значенню середнього розміру гранул можна судити про їх фракційний склад. При визначенні середнього діаметра гранул визначну роль відіграє питома поверхня гранул, яка визначається із рівняння:

$$S = \frac{4,71HD^2}{d_{cp}} \quad (3)$$

де H - початкова висота шару матеріалу в матриці, мм; D - діаметр таблетки, мм; d_{cp} - середній розмір гранул, мм;

Висновки: Середній діаметр гранул різних розмірів визначається як співвідношення суми мас гранул різних розмірів до суми співвідношення даних мас до середнього діаметру гранул

46. Дослідження процесу змішування сипких компонентів

Дмитро Сачук, Олександр Прохоров
Національний університет харчових технологій

Вступ. Метою перемішування сипких компонентів являється доведення маси, що підлягає таблетуванню до гомогенного стану.

Для досягнення рівномірного перемішування необхідно враховувати наступні фактори: поверхневі сили частинок, що змішуються; величину і форму частинок; густину компонентів суміші та їх вологість.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження являється суміш сипких компонентів. Предметом дослідження являється процес змішування компонентів суміші.

Результати. Процес змішування характеризується наступними показниками: степінь, інтенсивність і ефективність змішування.

Степінь перемішування визначає розділення компонентів після закінчення процесу визначається:

$$y = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}, \quad (1)$$

де n - число відібраних труб; x_i - відносна концентрація взяти x проб.

Інтенсивність перемішування визначається частотою обертання основного робочого органу змішувача, швидкістю обертання кінців лопатей; питомою потужністю, приведеної до одиниці маси перемішуваної речовини або їх об'єму. Найбільше об'єктивною характеристикою процесу являється питома потужність, але по даному показнику неможливо визначити змішувачі різної будови із-за нерівномірності розсіювання енергії в об'ємі матеріала.

Інтенсивність перемішування визначається:

$$n_0 \cdot \tau = C_\tau^{-2}, \quad (2)$$

де n_0 - число обертів, 1/с; τ - час перемішуванні, с; C_τ - стала величина, визначається типом робочого органу змішувача: $21 \leq C_\tau \leq 118$.

Ефективність змішувача визначається кількістю енергії, що витрачається на перемішування.

Для отримання оптимальної кількості обертів робочого органу рекомендована наступна залежність:

$$Re_m = \frac{n_0 d^2 \cdot \rho}{\mu} = C_1 Ar \left(\frac{d_\tau}{d} \right)^{0,5} \cdot \left(\frac{D}{d} \right)^k, \quad (3)$$

де C_1 - константа, для лопатевих змішувачів, $C_1 = 1,47$; Ar - критерій Архімеда, $Ar = \frac{g \cdot d_\tau^3}{k} \cdot \frac{\Delta p}{\rho_c}$; Δp - різниця густин фаз; d_τ - діаметр твердої частинки, м; d - діаметр лопатевих змішувачів, м; D - діаметр апарата.

Час змішування сипких мас триває 7-15 хвилин.

Висновки: Якість процесу змішування компонентів суміші залежить від принципу дії перемішувача, часу та інтенсивності перемішування.

47. Моделювання процесу обробки матеріалів тиском

Олександр Новиченко, Олександр Прохоров
Національний університет харчових технологій

Вступ. В даний час таблетування знаходить все більше використання із-зі високої ефективності використання таблеток, виготовлених із сипких та порошкоподібних матеріалів і появою високопродуктивних машин для таблетування, які працюють в автоматичному режимі.

Таблетки отримують шляхом пресування чистих порошоків або їх сумішей з допоміжними речовинами.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження являється гранулят компонентів лікарських засобів.

Предметом досліджень являється процес обробки гранулята тиском.

В роботі використується методи фізичного та математичного моделювання процесу обробки дисперсного матеріалу тиском.

Результати. Від фізико-механічних властивостей матеріалу, його дисперсності і температури, кінцевого об'єму спресованого продукту залежить величина зони попереднього стискання, пружність маси, робота, що витрачається на зміну форми та швидкість стискання матеріалу.

Запропонована механічна модель стану дисперсного матеріалу при його стисканні. На модель елементи руйнування подані стержнями на пружній основі з гнучкими поперечними зв'язками. На бокових сторонах стержнів знаходяться елементи тертя. Дана модель відтворює пружню із запізненням і пластичну деформації. Миттєва пружна деформація моделює елементи руйнації: при незначних навантаженнях за допомогою круглих і пружних стержнів, а при збільшенні навантаження тільки підвищеною пружністю стержнів. Моделювання пружної деформації елементів руйнації більше відповідає дійсності чим пружні елементи Гука, як як діаграми стискання дисперсних матеріалів не мають лінійної ділянки. Вплив технологічних факторів (температури, вологи та ін.) моделюються жорсткістю елементів та в'язкістю ньютонівського елемента.

Висновки. Механічна модель якісно відображає процес пресування дисперсних матеріалів з врахуванням їх структурних елементів.

48. Змішувально-бродильно-формувальний агрегат

Дмитро Мулько, Юлія Теличкун

Національний університет харчових технологій

Вступ. Для замісу хлібного тіста використовують різні типи машин, які здійснюють різний механічний вплив на тісто. Якість роботи тістомісильних машин визначається якістю тіста та готових виробів. Широке впровадження у виробництво прискорених технологій приготування тіста вимагає інтенсифікації процесу замішування тіста та наступних стадій бродіння.

Матеріали й методи. Дослідження процесу замішування тіста проводились на фізичній моделі тістомісильної машини безперервної дії, а також на фаринографі.

Результати. Проведені дослідження дозволили визначити витрати питомої роботи на процес замішування пшеничного тіста та інтенсивність процесу в залежності від частоти обертання робочого органу.

На основі проведених досліджень розроблена конструкція змішувально-бродильно-формувального агрегату з форкамерою.

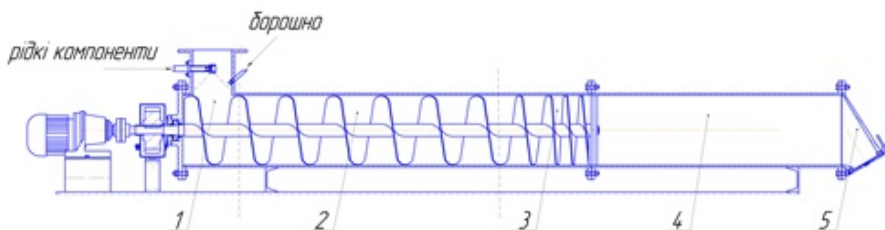


Рис.1. Змішувально-бродильноформувальний агрегат: 1-зона попереднього змішування компонентів; 2-зона замісу тіста; 3-зона пластифікації; 4-смість для бродіння тіста; 5-формувальна частина

Розроблений ЗБФА з формувальною камерою забезпечує тристадійний процес замішування тіста: змішування компонентів, власне заміс та пластифікацію, що забезпечує інтенсифікацію процесу, можливість застосування прискореного тісто готування та суміщення в одному агрегаті процесів замішування, бродіння формування та розрихлення перед випіканням.

Висновки. Розроблена конструкція змішувально-бродильно-формувального агрегату з камерою попереднього змішування компонентів забезпечує виконання основних стадій технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів в умовах потокового механізованого виробництва.

Література.

1. Telichkun Yu., Telichkun V., Desik M., Kravchenko O., Marchenko A., Birca A., Stefanov S. (2013), Perspective direction of complex improvement of rusk wares, *Journal of food and packaging Science, Technique and Technologies*, 2(2), pp. 67-70.
2. Кравченко А., Рачок В., Теличкун Ю. (2013), Интенсификация процесса замешивания дрожжевого теста, *Научни трудове на Русенски Университет*, 52, С. 135-138.

49. Економія електроенергії при використанні ІЧ-випромінюючих скляних панелей

Євген Родіонов, Олександр Ковальов

Національний університет харчових технологій

Вступ. Економія електроенергії нині є актуальним питанням не лише при освітленні і експлуатації побутових електроприладів і пристроїв, але й для промислового обладнання.

Матеріали і методи. Інфрачервоні випромінюючі панелі, що використовують як випромінюючий елемент скло 4-5 мм і тонкоплівковий нагрівальний шар завтовшки 0,3 мкм з напівпровідникового оксиду. Досліджувалися характеристики 1,5 кВт ІЧ панелі розміром 60x120 см².

Вимірювалась кінетика зміни температури випромінюючої поверхні скла після вимкнення електроживлення. Визначення температури проводилося дистанційним пірометром, який контролювався термопарою, при вертикальному розташуванні ІЧ випромінюючої панелі та початковій температурі 135°C.

Результати. Проведені вимірювання температур у стаціонарному режимі показали, що тонкоплівковий шар нагрівається до 150°C за 2-3 секунди, а температура випромінюючої поверхні скла складає 135°C і досягається за 5 хвилин.

Температура поверхні скла після відключення живлення знизилася з 135°C до 110°C за 5 хвилин при температурі довкілля 20°C. При температурі довкілля 10°C температура поверхні скла знизилася з 120°C до 75°C. Ця різниця падіння температур пов'язана із збільшенням конвекційної складової при нижчій температурі довкілля. Також, значення втрат енергії за рахунок конвекції залежить від кута нахилу випромінювача. Найбільш інтенсивне охолодження поверхні відбувається у вертикальному положенні з нахилом 75° до опромінюваної поверхні.

Для визначення можливості економії електроенергії нами здійснювалося періодичне короткочасне відключення ІЧ випромінюючої панелі від електроенергії. Результати вимірювань наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Час вимкнення/вмикання, сек.	10/10	20/20	30/20	40/20	60/30	90/30
Температура до вимкнення, °C	135					
Температура після вимкнення, °C	134	133,5	132,8	132	131	129
Температура після вмикання, °C	134,9	135	135,1	135	135,1	133,5

Як видно з таблиці 1, найбільш прийнятним варіантом є 40-секундне вимкнення ІЧ випромінюючої панелі, а потім, 20-секундне вмикання, що піднімає температуру поверхні ІЧ випромінювача до номінальної.

Висновки. При таких режимах подачі напруги, споживання електроенергії зменшується в 2 рази майже без втрат у випромінюваній енергії. У квазізамкнутому об'ємі печі практично відсутні втрати на конвекцію, тому співвідношення вимкнення-вмикання зміниться, а економія електроенергії зросте в 3-4 рази.

50. Особливості різання багат шарових матеріалів

Олександр Сенін, Віталій Сулима, Олексій Губеня, Віктор Гуць
Національний університет харчових технологій

Вступ. Робота, витрачена на різання багат шарових матеріалів, на відміну від однорідних, залежить від орієнтації та напрямку руху леза відносно шарів продукту. Враховуючи це, можна значно знизити енерговитрати на процес.

Методи досліджень. Дослідження проводились з модельним тілом – пінопластом товщиною 10 мм, на який наклеєна полімерна плівка товщиною 0.2 мм. Зусилля різання визначено на розробленій установці (рис. 1). Продукт 1 знаходиться у фіксаторі 2 між пластинами 4. Ніж 5 рухається з постійною швидкістю, отримуючи рух від двигуна 6 через зубчасті передачі 7 та редуктор 8, рейковою передачею 9. Ваговий пристрій 3 фіксує зусилля при врізанні ножа та надсилає інформацію до комп'ютера 10.

Результати досліджень. Якщо оболонка розміщена на вході леза в продукт, зусилля різання має постійне значення. Якщо оболонка розміщена на виході леза – зусилля різання на порядок збільшується на межі контакту продукту з оболонкою (рис. 2). Питоме зусилля різання оболонки мале порівняно з основною масою продукту. Це викликає збільшення тиску продукту на поверхню леза, і відповідно, збільшення напружень тертя між лезом та продуктом. За рахунок напружень тертя зростає загальний опір переміщенню леза.

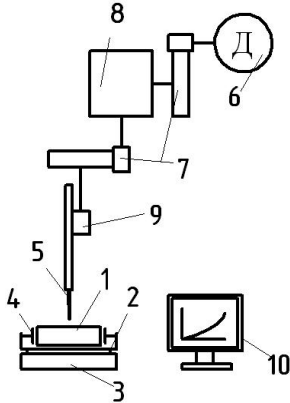


Рис. 1. Експериментальна установка

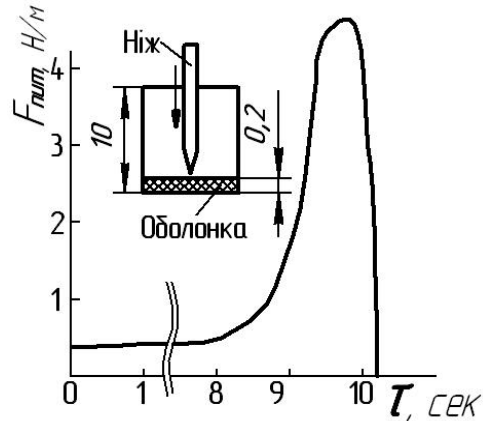


Рис.2. Зміна питомого зусилля різання

Зазначимо, що внаслідок швидкого збільшення опору різання траєкторія леза викривляється, знижується якість зрізу, підвищуються енерговитрати. Для уникнення цих недоліків рекомендовано орієнтувати продукт відносно руху різального інструменту так, щоб спочатку розрізалась оболонка.

Висновок. Використання результатів досліджень дозволяє значно зменшити зусилля різання та підвищити термін роботи різального інструменту під час нарізання багат шарових продуктів - м'ясопродуктів, хлібних виробів, а також пакувальних матеріалів.

12.2. Technological equipment and computer design technology

**Chairperson – professor Valerii Myronchuk
Secretary - associate professor Taras Pogorilyi**

12.2. Технологічне обладнання та комп'ютерні технології проектування

**Голова – професор Валерій Мирончук
Секретар - доцент Тарас Погорілий**

1. Дослідження продуктивності та точності калібрування волоського горіха

Тарас Суховірський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Калібратор відноситься до обладнання по переробці сільгоспсировини, а саме, до пристроїв для масової переробки горіхів, наприклад, фундука, ліщини, а також може бути застосований в харчовій промисловості, що використовує в своїх виробках горіхи.

Широко відомі різні конструкції пристроїв для масової переробки горіхів. Ефективність роботи кожного такого пристрою залежить від конструктивного рішення задачі по забезпеченню розколювання максимальної кількості горіхів від загальної кількості завантажувальних у бункер. При цьому одночасно повинна бути забезпечена якісна очистка і поділ ядер горіхів від шкаралупи. У відомих пристроях ця задача вирішена недостатньо ефективно. Складність вирішення цих завдань полягає в наступному. Загальна маса горіхів, що подаються до молотильного пристрою, складається з великої кількості різних за калібром (діаметру) горіхів. Тому неминуче велика кількість не розколотих горіхів, а також роздроблених повністю і пошкоджених ядер.

Матеріали та методи. В якості лабораторної установки використовувались барабанний та валковий калібратор фірми «Сервіс-ПАК». Для експерименту було взято мішок волоського горіха. Горіх прокалібрували через барабанний калібратор потім через пасовий. Після калібрування було проведено вимірювання відкаліброваного горіху та досліди на оптимальну швидкість пасів, точність калібрування.

Результати та обговорення. При дослідженні лінії по переробці горіху і ознайомлені з проблемою розколу горіха та малою продуктивністю горіхоколів, було прийнято рішення по підвищенню якості калібрування, що зменшить кількість не розколотих горіхів та роздроблених ядер, тим самим збільшить продуктивність всієї лінії.

Калібратор барабанного та валкового типу мають малу продуктивність та досить громіздкі. Щоб усунути дані недоліки було прийнято рішення, використавши принцип валкового калібратора замінити головний робочий орган на більш простіший та легший в обслуговуванні.

Обладнання представляє собою горизонтальну раму з натягнутими одинадцятьма пасами, які розходяться один від одного по мірі віддалення від бункера. Продукт загрузається у вібруючий бункер, чим забезпечує рівномірну загрузку всіх пасів. З загрузочного бункера продукт поступає поштучно на пару пасів з початковою найменшою відстанню між ними.

По мірі віддалення від місця загрузки відстань між пасами збільшується, і в залежності від розміру продукту випадає в підставлені під троси збірники. Сама більша фракція попадає в останній збірник.

Висновок. Замінивши головний робочий орган, калібратор пасового типу показав значне підвищення продуктивності та кращу якість калібрування горіха. Тому поставлена задача по підвищенню якості розколу горіха може бути вирішена за допомогою пасового калібратора.

2. Аналіз системи с розподіленими параметрами для підвищення точності роботи привода запірної трубопровідної арматури

Сергій Володін, Валерій Мирончук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Забезпечення функціональної надійності затворів трубопровідної арматури закладається на стадії розробки і вибору. Системи управління електропневмоприводів (ЕПП) в даний час забезпечують безперебійну і надійну роботу механізмів у технологічних процесах харчових виробництв. Для забезпечення необхідних показників якості регулювання необхідно не тільки враховувати зміну параметрів двигуна, а і зменшити кількість відмов елементів системи управління ЕПП ЗТА (запірної трубопровідної арматури) при змінах навколишнього середовища.

Матеріали і методи. При вирішенні поставлених завдань були використані: теорія електропневмоприводу і електричних машин, теорія автоматичного управління, чисельне моделювання. За властивостями системи управління ЕПП ЗТА відносяться до систем із запізненням, і близькі до систем із розподіленими параметрами. В ході досліджень розглядалась фізична модель одновимірної системи регулювання тиску з розподіленими параметрами рис. 1.

Результати. Досліджено процес регулювання тиску в трубопроводі із рідиною, яка вимірюється вимірювальним пристроєм Р. Результат вимірювання сприймається пристроєм управління і порівнюється з установкою (заданим значенням тиску). При відхиленні результату вимірювання від установки, пристрій управління впливає на привід клапана і змінює його прохідний перетин так, щоб усунути відхилення. Результат впливу буде сприйнятий пристроєм управління тільки після того, як хвиля тиску пошириться по трубопроводу до вимірювального пристрою, тобто системі притаманне запізнювання, яке в даному випадку викликане розподіленням властивостей потоку рідини по довжині трубопроводу (уздовж координати x).

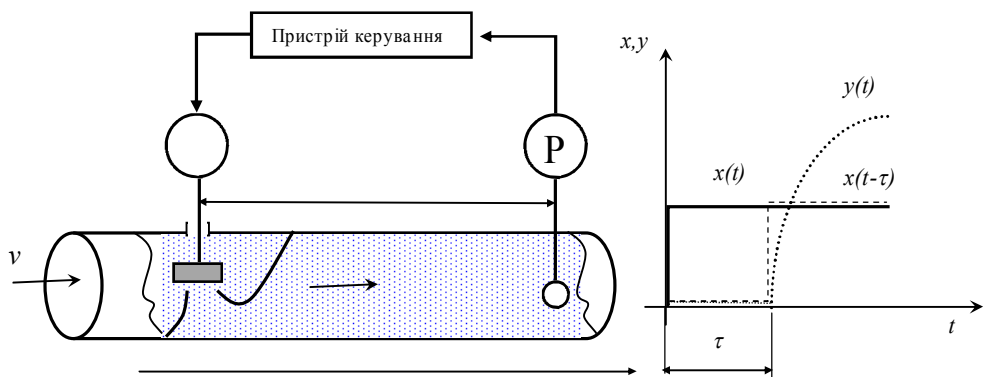


Рис.1. Система з розподіленими параметрами, графік запізнювання перехідного процесу: v - швидкість руху рідини в точці з координатою x вздовж трубопроводу

Висновки. На основі проведених досліджень було виявлено особливості перехідного процесу і за допомогою математичної моделі описано перехідний процес $y(t)$, від якого визначиться видом вхідного впливу і динамічними властивостями системи.

3. Перспективи використання піролізованих деревинних відходів у виноробній промисловості

Олег Кузьмін

Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогодні дим-тління є найбільш поширеним методом генерації повітряно-димової суміші, який застосовують для копчення харчової продукції. В процесі копчення отримують піролізовані деревні відходи, які є перспективними для виробництва вин, коньячних та кальвадосних спиртів.

Матеріали і методи. В якості сировини використовували піролізовані деревні відходи – продукти переробки дубової тріски розміром фракцій 6x12x3 мм з початковою масовою часткою (МЧ) вологи 8-12 %, яку додатково зволожували до МЧ вологи 35-65 % та піролізували за температури 300-500 °С протягом 0,5-48,0 год. Отриманий піролізат послідовно обробляли водними розчинами з водневим показником 2,0-3,0; 9,5-11,0; 6,5-7,5 од. рН та висушували до повітряно-сухого стану з МЧ вологи 4-8 %, наприкінці проводили фракціонування на ситах із отворами діаметром 5,0; 3,6; 1,0 мм та піддоні, з відбором робочої фракції на ситі з отворами 5 мм.

Результати. В процесі фракціонування отримано чотири фракції піролізованої тріски та оцінена перспективність їх використання у виноробній промисловості. Так, з використанням найменших часток – фракцій діаметром менше 3,6 мм у технології виробництва вин, коньячних та кальвадосних спиртів існують певні труднощі, – пилоподібна структура піролізату ускладнює процес фільтрування, тому унеможливає їх використання. Використання середніх фракцій з діаметром 3,6-5,0 мм також унеможливає їх використання, тому що в структурі піролізату деревних часток, які беруть участь в екстракції – до 10 %, при цьому повністю піролізованих часток, які беруть участь в окислювально-відновних реакціях та адсорбції – до 90 %.

Використання найбільших часток – фракцій з діаметром більше 5,0 мм перспективно у виноробній промисловості, а саме у технології виробництва вин, коньячних та кальвадосних спиртів. В структурі піролізованої тріски деревних часток, які беруть участь в екстракції – до 60 %, при цьому повністю піролізованих часток, які беруть участь в окислювально-відновних реакціях та адсорбції – до 40 %. Її слід використовувати одноразово, тому що після першої закладки вин, коньячних та кальвадосних спиртів відбувається збіднення її поверхневого шару ароматичними та фенольними речовинами, тому подальше використання тріски стає неефективним. У порівнянні із традиційною технологією витримки вин та коньячних спиртів у дубовій тарі або емальованих цистернах з дубовими клепами, а також при використанні подрібненої деревини дуба у вигляді мікроклепки, тріски, стружки, які використовуються багаторазово, піролізовану тріску можна використовувати тільки як додаткову сировину при відокремленні від основної сировини. Підприємство індивідуально підбирає співвідношення піролізованої тріски до деревної тріски при поліпшенні органолептичних показників та стабілізації фізико-хімічних показників готової продукції.

Висновки. Оцінена перспективність використання піролізованої тріски, що дозволяє отримати продукти переробки піролізованих деревних відходів із дубу, які адаптовані до технології виробництва вин, коньячних та кальвадосних спиртів.

4. Підвищення ефективності очищення буряків у мийках барабанного типу

Віталій Богонос, Микола Пушанко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Експериментальними дослідженнями у виробничих умовах встановлено, що існуючі технології і обладнання для заготівлі та первинної підготовки буряків до перероблення забезпечують отримання сировини, в якій кількість пошкоджених коренеплодів сягає 12% і більше, забрудненість ґрунтом та іншими домішками коливається в межах 6...20 %, рослинними домішками 3...10 % до маси буряків. Ефективне видалення домішок всіх видів потребує розробки нових типів обладнання, здатних забезпечити максимальне відділення забруднень з поверхні коренеплодів.

Матеріали та методи. Доведено, що кінцева важковідділювана забрудненість коренеплодів формується із залишків забруднень у бічних поздовжніх борознах (62 %) та у заглибинах, утворених травмуванням при виконанні підготовчих операцій. Найменшу забрудненість мають крупні корені, рівень загальної зв'язаної забрудненості середніх та дрібних коренеплодів вищий приблизно у 2 рази.

Результати та обговорення. При використанні гідро подачі сировини частина забруднень переходить у транспортно мийну воду і виводиться з нею перед мийками. Проте в заглибинах і поздовжніх борознах вони залишаються. Спроби їх видалення гідродинамічними способами не забезпечують бажаного результату. Ефективність відмивання буряків збільшується при використанні комбінованої гідравлічної та механічної дії на поверхневі забруднення.

Висновок. В барабанних бурякомийках ці операції пропонуємо виконувати на фінішних стадіях процесу відмивання. Для цього в конусній частині встановлені під кутами лопаті обладнуємо щітковими валиками, які обертаються коренеплодами, що сповзають з лопатей, рухаючись до вивантажувального отвору. Струминне зрошування поверхонь і механічна дія щіткових пристроїв забезпечують повне видалення забруднень.

5. Рекуперація теплоти сатураційного газу

Роман Прозор, Микола Пушанко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні методи очищення defeкованого соку бурякоцукрового виробництва передбачають його двохступеневу обробку сатураційним газом, у складі якого знаходиться 28...35 % діоксиду вуглицю. Промитий водою і охолоджений він має температуру 50...65° С. Турбогазовдувками такий газ продувають в сатураторах I та II сатурацій через шари defeкованого соку висотою 4...5 метрів з температурою 85...95° С відповідно. При цьому крім хімічних реакцій відбувається передача тепла від соку до складових сатураційного газу серед яких основними є водяна пара, повітря і CO₂.

Матеріали та методи. Температура утворених паро газових сумішей коливається в межах 65...75°С і зазвичай вони виводяться в атмосферу. У вигляді сконденсованих крапель, що мають кислу реакцію, вони забруднюють навколишнє середовище. Утилізацію теплоти таких викидів пропонували проводити шляхом облаштування на сатураторах водонагрівачих пристроїв.

Результати та обговорення. Нами пропонується використовувати теплоту таких викидів для попередньої теплової обробки бурякової стружки перед її подачею в дифузійні апарати нахиленого типу. Рекуперація теплоти буде відбуватись шляхом продування вентилятором відпрацьованих викидів падаючого вертикального потоку стружки, обмеженого перфорованими стінками завантажувального бункера з газовими зовнішніми камерами.

Висновок. Попередній нагрів бурякової стружки від температури 5...15°С до 30...35°С прискорить плазмоліз її клітин у першій секції дифузійного апарата, сприятиме збільшенню його продуктивності, зменшенню втрат цукрози в жомі і споживання пари апаратом.

6. Гідродинамічні характеристики елементів транспортних систем колонних дифузійних апаратів

Андрій Парахоня, Микола Пушанко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останні десятиліття на цукрових заводах все більшу популярність здобувають дифузійні установки колонного типу. Основними робочими частинами таких установок є їх транспортні системи, конструкції яких можуть відрізнятися кількістю робочих елементів (лопатей та контрлопатей), геометрією їх взаємного розташування та формою поперечного перерізу.

Матеріали і методи. Розрахунок гідродинамічних характеристик елементів транспортних систем з різною формою поперечного перерізу проведено на основі теореми Жуковського з використанням програмного модуля SolidWorks Flow Simulation.

Результати та обговорення. Форма поперечного перерізу лопатей та контрлопатей значно впливає на гідродинаміку процесу екстрагування. В середовищі програмного модуля SolidWorks Flow Simulation проведено моделювання процесу взаємодії елементів транспортних систем та потоку сокостружкової суміші. Розраховано сили повного та лобового опору, підйомної сили, що виникають в умовах зміни траєкторій руху складових суміші при переміщенні лопатей. Розрахунки проведено для діапазону швидкостей 0,025...0,2 м/с з кроком 0,025 м/с. Визначено гідродинамічні характеристики: коефіцієнти повного опору, лобового опору, підйомної сили та гідродинамічної якості (таблиця.1).

Таблиця 1.

Гідродинамічні характеристики елементів транспортної системи

Профіль транспортної системи колонного дифузійного апарата	Коефіцієнт повного опору C_{Σ}	Коефіцієнт лобового опору C_x	Коефіцієнт підйомної сили C_y	Коефіцієнт гідродинам. якості $C_{y/x}$
Лопать КДА-30-66	2,1	0,74	1,97	2,66
Лопать КД2-А30	1,03	0,45	0,92	2,04
Лопать КДА-30-66 (модернізована)	1,36	0,52	1,26	2,42
Лопать ВМА	2,05	0,7	1,93	2,75
Контрлопатель КД2-А30	2,53	1,78	1,8	1,01
Контрлопатель ВМА	2,1	1,24	1,95	2,71

Обґрунтована необхідність зменшення умовного кута нахилу контрлопати КД2-А30 до 30°, що дозволить зменшити коефіцієнт лобового опору до 0,87 та відповідно збільшити коефіцієнт гідродинамічної якості до 1,98.

Висновок. Отримані дані можуть бути використані при конструюванні нових елементів транспортних систем колонних дифузійних установок та удосконаленні існуючих.

7. Очищення ультрафільтраційного пермеату післяспиртової зернової барди зворотним осмосом

Олександр Бусигін, Людмила Корнієнко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Останнім часом широкого розповсюдження в спиртовій галузі набуває виробництво сухої барди. Однак, не вирішеною проблемою є очищення фугату, що отримується при розділенні післяспиртової барди, який здебільшого потрапляє в стоки підприємства або на поля фільтрації. За допомогою мембранних методів можливо розділити і сконцентрувати фугат барди при низьких температурах, і отримати розчин з нативними властивостями.

Мета роботи експериментально підтвердити можливість застосування процесу зворотного осмосу для очищення ультрафільтраційного пермеату післяспиртової зернової барди.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на установці непроточного типу при застосуванні зворотноосмотичних мембранах НаноРо серії К (ЗАТ «Владіпор»). Перед розділенням робочого розчину мембрана проходила «усадку» при максимальних значеннях тиску і температури, шляхом фільтрування керізь неї дистильованої води до встановлення стабільної продуктивності. Використовували ультрафільтраційний пермеат кукурудзяної післяспиртової барди. Вміст сухих речовин в визначали за допомогою рефрактометра марки УРЛ Модель-1. Вміст мінеральних речовин вимірювали за допомогою кондуктометра HANNA Instruments DIST Із автоматичним компенсатором температури.

Результати та обговорення. Із збільшенням робочого тиску продуктивність мембрани при розділенні ультрафільтраційного пермеату пропорційно підвищувалась, затримувальна здатність мембрани зростала, що спричинено зменшенням концентрації розчиненого компонента в пермеаті. Найбільша селективність досягалась при тиску в діапазоні від 4 до 6 МПа.

Досліджено вплив температури робочого розчину на продуктивність мембрани. Проведено концентрування ультрафільтраційного пермеату. Із збільшенням коефіцієнту концентрування продуктивність мембрани поступово зменшувалась, це пов'язано з підвищенням в'язкості розчину, а також із поступовим забрудненням мембран. Встановлено, що вміст сухих речовин у концентраті збільшився у 8 разів. Разом з тим у зворотноосмотичному пермеаті не виявлено сухих речовин.

Запропоновано схему очищення фугату післяспиртової зернової барди, яка захищена патентом України на корисну модель. Дана схема включає послідовне використання процесів ультрафільтрації та зворотного осмосу. Попередню обробку свіжої післяспиртової зернової барди передбачено проводити на центрифугі. Розрахунковий економічний ефект від впровадження цієї схеми у виробництво складає 221 грн на 1 т. отриманого концентрату.

Висновок. Експериментально підтверджена можливість застосування процесу зворотного осмосу використовуючи мембрани НаноРо серії К для очищення ультрафільтраційного пермеату післяспиртової зернової барди. В отриманому розчині не містилось сухих речовин, а вміст мінеральних речовин зменшився більш ніж в 20 разів. Очищення ультрафільтраційного пермеату післяспиртової зернової барди дозволить знизити кількість стічних вод та їх негативний вплив на навколишнє середовище, що має велике природоохоронне значення.

8. Модернізація зерносушильного комплексу У13-СШ-25 зі встановленням системи НВЧ підігріву

Євгеній Скринник, Святослав Лементар

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Зернопереробна промисловість займає важливе місце в промисловості України, тому необхідно створювати обладнання, яке за своїми техніко-економічними показниками було б конкурентоспроможним.

Матеріали і методи. Використано ефект об'ємного нагрівання харчових продуктів під дією НВЧ поля. Проведено аналіз параметрів установки НВЧ підігріву [1] та розраховано конвеєрний модуль з метою встановлення їх на зерносушильному комплексі У13-СШ-25.

Результати і обговорення. Сутність модернізації полягає в попередній обробці зернового матеріалу, під час якої його піддають дії магнітного поля надвисокої частоти (НВЧ).

Після завантаження в сушарку рециркуляційного типу вологий матеріал оброблюють нагрітим повітрям, але ускладнюючим фактором тут являється опір, який існує при підніманні вологи з глибини зерна на його поверхню. Для того, щоб видалити вологу з середини кожної зернини, зерновий шар піддають дії НВЧ поля заданий час, контролюють його вологу, потім направляють на подальше сушіння в сушарку.

Принцип дії даного процесу сушіння зерна полягає в мікрохвильовому розігріванні сипучого матеріалу. Головною відмінною НВЧ сушіння від традиційних способів є об'ємність нагріву. Тепло проникає в продукт не з поверхні, а виникає відразу по всьому шару зерна.

Крім цього, використання НВЧ-технології дозволяє знезаражувати сільськогосподарський продукт і різко знижувати розвиток грибка і цвілі, які в процесі зберігання можуть викликати його псування.

Відповідно до запропонованого технічного рішення перед основною стадією процесу сушіння вологе зерно поступає на скребковий транспортер, на якому зерновий шар піддається дії НВЧ поля. НВЧ-модуль складається з робочої поверхні із нержавіючої сталі, над якою встановлено послідовно розташовані генераторні блоки, між якими вмонтовані екранні плити, а під робочою поверхнею столу знаходяться відповідні індукційні плити таким чином, що мікрохвильові випромінювачі та індуктори, утворюють робочу камеру. При цьому всередині камери на робочій поверхні розташована верхня гілка скребкового транспортера, обмежена з боків бортами. Для приводу транспортера використані мотор-редуктор та приводні зірочки, розташовані за межами робочої камери. Всі функціональні елементи знаходяться в екранному корпусі. Зона нагріву розташовується горизонтально, відповідно до положення транспортера.

Висновки. В результаті модернізації досягається підвищення якості кінцевого продукту, економія енергоресурсів на основній стадії сушіння та можливість подавати на сушильну установку більш вологий матеріал.

Література.

1. Будников Д. А. Интенсификация сушки зерна активным вентилярованием с использованием электромагнитного поля СВЧ: дис. канд. техн. наук. Зерноград, 2008. 164 с.

9. Дослідження електродіалізу молочної сироватки

Володимир Захаров, Юрій Змієвський

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасний курс української промисловості на впровадження європейських стандартів у виробництві вимагає впровадження нових технологій обробки продуктів і відходів із зменшенням негативного впливу на навколишнє середовище. Одним з перспективних напрямків для обробки молочної сироватки є застосування мембранних процесів, а саме електродіалізу. Перевагою електродіалізу є можливість одночасного знесолення молочної сироватки та концентрування солей без її фазового перетворення, затрати енергії є пропорційними до вмісту солей у робочому середовищі, практично непотрібні хімічні реагенти. Але для процесу електродіалізу присутній і ряд проблем, і однією з найбільш актуальних є забруднення поверхні мембран органічними та неорганічними речовинами, що призводить до зменшення продуктивності та збільшення витрат енергії. Це нівелює переваги електродіалізу. Для вирішення вищезазначеної проблеми сьогодні широкого використання набуває модифікування мембран. Метою даної роботи було дослідження впливу модифікування мембран на процес електродіалізу.

Матеріали та методи. Модифіковані мембрани були отримані шляхом модифікування гетерогенних катіоно- та аніонообмінних полімерних мембран гідрофосфатом цирконію та гідратованим діоксидом цирконію. Їх вміст становив 3,5 і 4,3 мас. % відповідно. Кількість неорганічного компонента в полімері визначали як різницю мас до і після модифікування. Експериментальна електродіалізна установка складалась з електродіалізної комірки (катодна камера, анодна камера і камера знесолення), двох насосів для забезпечення циркуляції ділюату і концентрату, емностей для сироватки та концентрату, вимірювальних пристроїв та блоку живлення. Катодний і анодний відсіки були відокремлені від камери знесолення катіоно- і аніонообмінними мембранами, відповідно, відстань між ними була 1 см, корисна площа - 16 см². Сироватка (ділюат) циркулювала через центральну камеру (камеру знесолення), а концентрат циркулював через катодну і анодну камери (камери концентрування).

Результати та обговорення. Заміна у ході експерименту мембран, що випускаються у промислових масштабах, на модифіковані дозволили збільшити у 2 рази транспорт іонів жорсткості та іонів Na⁺, K⁺. Для модифікованих мембран спостерігається менш інтенсивне (на 27%) зростання напруги між електродами під час знесолення, що пояснюється їх кращими масообмінними характеристиками. Зміни рН сироватки майже не спостерігалось, а значення знаходились у межах 4,3...4,4.

Висновок. У ході експериментів було визначено, що модифіковані мембрани мають кращі властивості у перенесенні іонів, порівняно з немодифікованими мембранами. За рахунок кращого переносу іонів зменшується кількість осаджень неорганічних сполук на мембранах, що дозволяє зменшити енерговитрати на проведення процесу електродіалізу і витрати на очищення поверхонь мембран.

10. Модернізація вакуум-апарата періодичної дії

Євген Бабко, Максим Самофал

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Модернізацію вакуум-апарата проведено для інтенсифікації та оптимізації процесу перемішування утфелю.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані загальнонаукові і спеціальні методи. Моделювання модернізованої утфелемішалки вакуум-апарата виконано з використанням проектування її профілю за спіраллю Архімеда та подальшим моделюванням процесу на основі програмного комплексу Flow Wision.

Результати та обговорення. Недоліки відомих конструкції вакуум-апаратів з механічним циркуляторами полягають у використанні перемішувачих пристроїв різних конструкцій, у яких обертальний рух лопатей перетворюється у направлений зверху вниз рух утфельної маси в циркуляційній трубі, її подальше переміщення під нижню трубну решітку гріючої камери.

В основу модернізації поставлена задача створення вакуум-апарата з циркулятором, який дозволяє забезпечити надійну циркуляцію утфелю, зменшити металоємність пристроїв для перемішування та мінімізувати витрати електроенергії приводом.

Виготовлення лопатей мішалки передня форма яких виконана у вигляді логарифмічної спіралі Архімеда, сприяє організації направленої циркуляції утфелю під гріючою камерою. Така комбінація зменшує кількість лопатей, які мають більшу площу і забезпечують збільшений напір, що призводить до надзвичайного процесу кристалізації в результаті інтенсивного перемішування та руху гомогенної суспензії в середині труб та забезпечує інтенсивний тепло-масообмін.

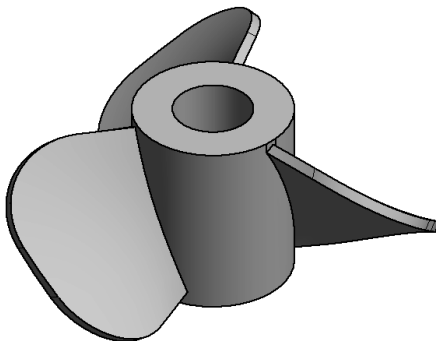


Рис.1 Лопатева мішалка

Висновок. На основі проведеного комп'ютерного моделювання спроектовано модернізований робочий вузол вакуум-апарата, який по завершенню досліджень може бути рекомендований до впровадження на підприємствах цукрової промисловості.

11. Прогнозування процесу уварювання утфелів на основі обчислювального експерименту

Олександр Денисюк, Ростислав Сокол, Оксана Єщенко
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією з задач бурякоцукрового виробництва є одержання високоякісного цукру в процесі кристалізації його у вакуум-апаратах. Важливим чинником забезпечення якості кристалічного цукру є режим підведення живильного розчину до вакуум-апарата на етапі нарощування кристалів цукру.

Матеріали та методи. На основі графа та відповідних матеріальних балансів побудовано математичну модель процесу уварювання утфелів та відповідну їй комп'ютерну програму, яка дозволяє шляхом обчислювального експерименту розрахувати та спрогнозувати кількісні та якісні характеристики уварювання цукрового утфелю в динаміці часу від початку і кінця процесу.

Результати та обговорення. Розглянемо процес кристалізації за періодами. Протягом першого періоду проходить випарювання води до пересиченого стану, а в другому – утворення необхідної кількості центрів кристалізації. Третій період – нарощування утворених кристалів без появи нових – забезпечується підтримкою певного коефіцієнту пересичення шляхом періодичного чи безперервного вводу живильного розчину (підкачок). Четвертий період починається з моменту припинення вводу підкачок сиропу до вакуум-апарата і закінчується після досягнення необхідної концентрації утфеля.

При проведенні обчислювального експерименту найбільша увага приділялась третьому періоду. В момент часу τ_i з живильним розчином ΔG_i до вакуум-апарату поступає Δs_i сахарози, Δn_i нецукрів, $\Delta b_i = \Delta s_i + \Delta n_i$ сухих речовин та ΔW_i води. До наступного моменту часу τ_{i+1} в утфелі відбуваються такі зміни масових показників:

$$\text{маса утфелю} \quad G_{y_{i+1}} = G_{y_i} + \Delta G_i - \Delta W_i \quad (1);$$

$$\text{маса кристалів} \quad Kp_{i+1} = Kp_i + \Delta s_i, \quad (2)$$

$$\text{маса міжкристалевого розчину} \quad G_{m_{i+1}} = G_{m_i} + \Delta n_i. \quad (3)$$

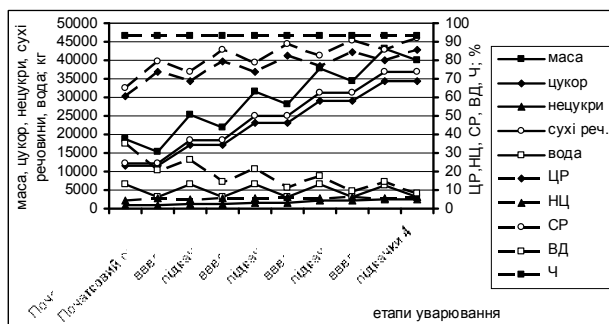


Рис. 1. Поетапні зміни якісних і кількісних показників утфелю першого продукту трипродуктової схеми

Проведені обчислювальні експерименти, проведені для три- та двопродуктових схем (рис. 1) в достатній мірі корелюються з результатами інших авторів, що свідчить про адекватність розробленої нами імітаційної моделі.

Висновок. Розроблена модель дозволяє розрахувати та спрогнозувати якісні та кількісні показники утфелю та міжкристалевого розчину, а також масу цукру, що викристалізувався.

12. Модернізація різальної машини SB-9/1 з метою підвищення надійності і поліпшення якості продукції

Олександр Педенко, Іван Миколів

Національний університет харчових технологій

Вступ. В кондитерській промисловості для нарізання вафельних блоків досить широко використовується різальна машина SB-9/1. Модернізація різальної машини для вафельних пластів SB-9/1 полягає у впровадженні нового ріжучого пристрою.

Матеріали і методи. Для виявлення причин, які обумовлюють підвищення надійності пристрою, була проведена дослідницька робота, в процесі якої було проведено порівняльний аналіз різних схем закріплення струн в ріжучих пристроях. Метою модернізації даної ріжучої машини є підвищення надійності роботи машини та зменшення браку продукції.

Результати. В ході проведення дослідницької роботи було переглянуто декілька схем закріплення струн в ріжучих пристроях і впроваджено нову конструкцію ріжучого пристрою. Одним з достоїнств запропонованої конструкції є зниження кількості обривів ріжучої струни в порівнянні з традиційними конструкціями ріжучих пристроїв.

Пристрій складається з рамки з струнами, яка виконана з верхньої та нижньої планок. До верхньої планки прикріплена пластина, в яку встановлено з можливістю повороту сферичні верхні шарніри. У кожному з сферичних шарнірів встановлена напрямна втулка, в яку входить порожнистий вал, верхній кінець якого жорстко з'єднаний з шайбою і пружиною, а нижній кінець пов'язаний з кулачком. Пристрій забезпечений пристосуванням для натягу струн, що складається з вертикального стержня, який пов'язаний з порожнистим валом через пружину і шайби. Під вертикальним стержнем встановлений з можливістю повороту навколо своєї осі рифлений палець з отвором для струни. До рифленому пальцю прикріплений важіль на якому змонтований з можливістю повороту навколо своєї осі ролик, що входить в паз кулачка. До верхньої, потовщеною частини стержня прикріплена вісь, на якій встановлена засувка. До нижньої планки прикріплена пластина з отворами, в яку встановлені втулки і сферичні нижні шарніри. У кожен з сферичних шарнірів встановлений палець з отвором для струни.

Рамка зі струнами здійснює зворотно-поступальний рух, в площині, перпендикулярній напрямку подачі пластів. Зусилля різання передаються від струн до сферичним шарнірам і при цьому останні повертаються в отворах пластин і відповідно, що забезпечує відхилення струн від вертикального положення без виникнення зрізуючих зусиль в місцях виходу струн з верхньої та нижньої планок. Усунення зрізуючих зусиль в струнах підвищує надійність пристрою.

Натяг струн здійснює пружина через вертикальний стержень, порожнистий вал, ролик пов'язаний за допомогою важеля з рифленим пальцем. Підтримка постійного натягу струн в поєднанні з можливістю повороту струн в сферичних шарнірах і забезпечує якісне розрізання кондитерських пластів.

Висновки. В результаті впровадження нової схеми ріжучого пристрою отримаємо ріжучу машину SB-9/1 з підвищеною надійністю роботи і покращену якість продукції, а також менший брак вафельних виробів.

13. Використання теплового потенціалу відпрацьованого сульфітаційного газу

Ярослав Хитрий, Віталій Пономаренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Процес сульфитації супроводжується постійним виділенням відпрацьованого газу, втратами теплового потенціалу та значним забрудненням навколишнього середовища. **Матеріали і методи.** У роботі використано метод критичного аналізу науково-технічних досягнень вітчизняних та закордонних вчених та інженерів. Здійснено огляд патентних баз та наукової періодики.

Результати. Технічний аналіз відділень цукрового заводу показав, що найкращим варіантом для використання відпрацьованих газів з апаратів сульфитації є попереднє оброблення ними бурякової стружки. Це дасть можливість попередньо нагріти бурякову стружку за рахунок використання теплового потенціалу відпрацьованого газу з установок сульфитації, поліпшити процес екстракції сахарози, знизити її втрати з жомом, зменшити забруднення атмосфери сірчистим газом. Принципову схему оброблення бурякової стружки відпрацьованим сульфитаційним газом подано на рис. 1.

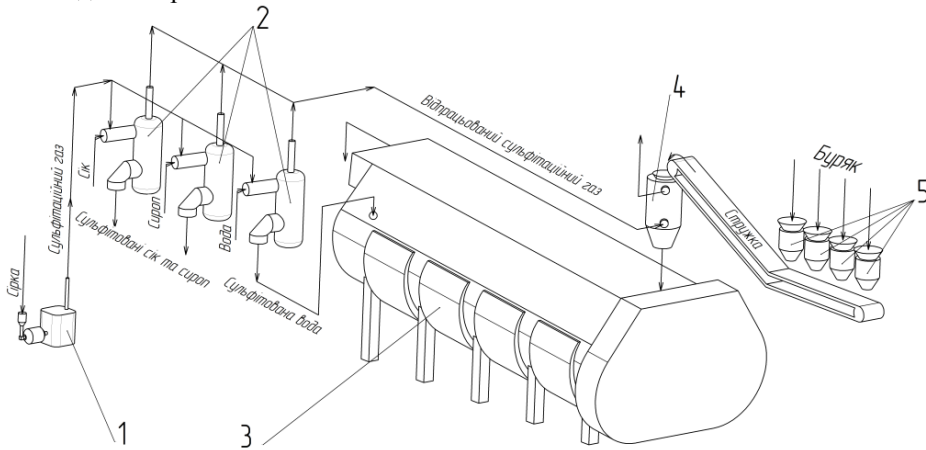


Рис. 1. Принципова схема обробки бурякової стружки відпрацьованим сульфитаційним газом

- 1 — сірчоспалювальна піч; 2 — рідинно-струменевий сульфитатор;
3 — дифузійний апарат; 4 — утилізатор сульфитаційного газу; 5 — бурякорізки

В ролі утилізатора сульфитаційного газу для обробки бурякової стружки може бути використана вертикальна циліндрична ємність з перфорованими перегородками всередині та вирізом для переходу стружки з секції в секцію.

Висновок. Оброблення холодної бурякової стружки відпрацьованим сульфитаційним газом скорочує витрати теплоти на нагрів стружки, зменшує забруднення атмосфери діоксидом сірки.

Література.

1. Патент 101674 UA, МПК С13В 10/00. Спосіб вилучення сахарози з бурякової стружки / Пономаренко В.В., Хитрий Я.С., заяв. і патентовласник.: Національний університет харчових технологій. — № у 201502963; заявл. 31.03.2015, опубл. 25.09.2015, Бюл.№18.

14. Удосконалення заторного апарату

Євгеній Ященко, Владислав Шимуда, Олександр Яненко, Віталій Пономаренко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

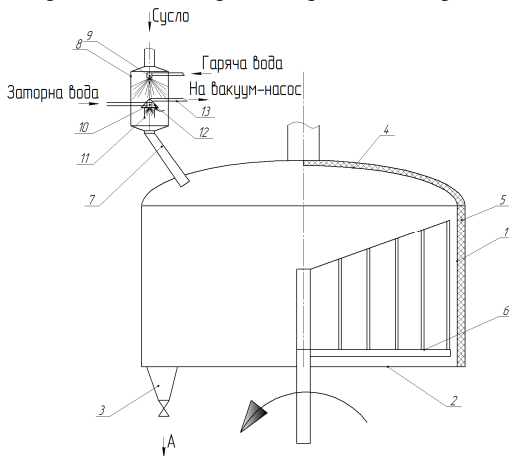
Вступ. Відомі апарати для проведення затору сусла при виробництві пива мають ряд недоліків, серед яких неефективне перемішування затору з водою вже на початковій стадії процесу, внаслідок чого може виникнути його комкування. Повітря, що потрапляє разом з солодом та водою містить кисень, який викликає окислювальні процеси в заторі що знижує якість сусла.

Матеріали і методи. Використовувались літературні та патентні дослідження, експериментальне дослідження роботи ежектора, моделювання його роботи в середовищі Flow Vision.

Результати. Поставлена задача збільшення ефективності змішування солоду з водою на початковій стадії затирання та покращення якості її проведення за рахунок зниження окислювальних процесів.

Солод разом з пиловими солодовими частинками, що потрапляють в заторний апарат повинен бути уже на його вході ефективно перемішаний, щоб запобігти комкуванню в заторному апараті, а пилові солодові частинки повинні бути змочені водою, що знизить можливість втрати частини солоду з ними. Для цього в предзаторнику встановлено гідравлічну форсунку для попереднього змочування гарячою рідиною, чим досягається їх висока змочуваність.

Запропонований принцип роботи заторного апарату показаний на рис. 1.



Попередньо змочений дроблений солод рухається далі по предзаторнику і потрапляє в зону обробки, де встановлений ежекційний пристрій. Рідина з температурою проведення затору подається під тиском в якості робочого середовища в відцентрово струминну форсунку в результаті чого в приймальній камері створюється розрідження, яке підтримується і поглиблюється тим, що вона з'єднана з вакуумною магістраллю вакуум-насосу. В результаті проходить дегазація

рідини в тому числі і від кисню. В цю ж вакуумну камеру засмоктується повітря, яке потрапляє разом з солодом.

На виході з камери змішування ежектора вже дегазованої рідини проходить її змішування з солодом. Механічний вплив на солод відсутній, а отже його подрібнення та зниження його якості не відбувається.

Висновки. При роботі заторного апарату з удосконаленим предзаторником відбувається покращення перемішування солоду з водою та зменшується вплив кисню на якісні показники затору за рахунок використання мілко дисперсного розпилення рідини та ежекційного ефекту, що дозволяє отримувати затор високої якості.

15. Модернізація конструкції апарата для гасіння вапна типу АИ-1,8

Валерій Бойко, Дмитро Люлька

Національний університет харчових технологій

Вступ. Викиди CO₂ промисловими підприємствами кожний рік збільшуються на 2,7 % і на 2015 рік вони на 60 % більші рівня 1990 року — базового року для Кіотського протоколу. Процес гасіння вапна не забезпечує повного обгашування вапнякового каменю. Це пов'язано з тим, що за час гасіння (близько 15хв.) великі шматки вапняку не встигають омиватися промием та гарячою аміачною водою. Маленькі шматки вапна розчиняються повністю, а з великих омивається тільки поверхневий шар. В зв'язку з цим велика частина (в % співвідношенні) іде у відходи виробництва. Перш за все – це великі затрати на виконання технологічного процесу, а також зменшення продуктивності вапно-гасильного апарату.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є шляхи зменшення енергетичних витрат, збільшення продуктивності та збільшення області застосування вапно-гасильних апаратів шляхом модернізації системи відведення гарячої пари та пилу через витяжну станцію.

Результати. У результаті проведених досліджень була запропонована можливість встановлення тунелю на пластинчастому конвеєрі перед завантажувальним пристроєм вапно-гасильного апарата, а на витяжній трубі встановити ежектор та трубопровід, який з'єднаний з тунелем.

Таким чином, раніше пара та вапняковий пил з вапно-гасильного апарата відводилися в атмосферу. Чим ми не тільки втрачали пару як енергоносій, а й забруднювали навколишнє середовище, що зважаючи на сучасний екологічний стан є невірним злочином проти природи.

При запропонованій модернізації пара через витяжну станцію, ежектор та трубопровід подаватиметься в тунель, по якому з вапнообпалювальної печі до завантажувального пристрою вапно-гасильного апарату пластинчастим транспортером рухається вапняковий камінь. Пара зрештуватиме обпалений вапняк, тим самим зволожуючи та пом'якшуючи поверхневий шар вапнякового каменю.

За рахунок проведення модернізації можна досягти збільшення продуктивності вапно-гасильного апарата на 1...2%, а також покращити санітарно-гігієнічний стан вапнякового відділення.

Висновки. Результати проведених досліджень дозволяють удосконалити конструкцію системи відведення гарячої пари та пилу, що приведе до інтенсифікації процесу гасіння вапна, зменшенню енергетичних витрат та поліпшенню умов роботи працівників вапнякового відділення.

16. Удосконалення конструкції барабану сепаратора сиру кисломолочного ОСЯ

Андрій Слюсенко, Дмитро Люлька, Ігор Кухарський
Національний університет харчових технологій

Вступ. Сепаратори молочної промисловості належать до основного обладнання, що застосовується при переробці молока. Їх використовують для очищення молока від домішок, для отримання вершків, відокремлення білку та жиру від сироватки при виробництві молочного цукру (лактози), відділення білку під час виробництва сиру та в інших технологічних операціях, пов'язаних з розділенням дисперсних середовищ.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є шляхи зменшення енергетичних витрат, збільшення продуктивності та збільшення галузі застосування соплових сепараторів шляхом модернізації конструкції барабану сепаратора ОСЯ.

Результати. У результаті проведених досліджень було запропоновано можливість зміни кута соплових отворів між віссю сопла та дотичної до кола. Для цього на периферії основи барабану виконано щілини та перпендикулярні до них канали, в яких встановлено втулки з гвинтами, соплові отвори яких перпендикулярні до вертикальної осі з можливістю регулювання кута повороту між віссю сопла та дотичною до кола. Конструкція вузла розвантаження сепаратора дозволяє попередньо на вимкненому сепараторі встановити кут викиду осаду в межах $10...75^\circ$ на відміну від існуючих соплових сепараторів, де кут викиду осаду становить $17...20^\circ$.

Тому, при встановленні кута викиду осаду в межах 10° буде мати місце можливість регулювання кута між віссю сопла та дотичною до кола, що дозволить досягти максимальної результуючої швидкості та економію потужності на викидання осаду.

Висновки. Результати проведених досліджень дозволяють удосконалити конструкцію барабану соплового сепаратора, що інтенсифікує процес сепарування та зменшить енергетичні витрати.

17. Розроблення сушильної установки з псевдозрідженим шаром для сушіння сипких харчових продуктів

Роман Семенко, Роман Якобчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сушіння матеріалів у багатьох випадках забезпечують їх тривале зберігання та виключає необхідність перевезення баласту, тобто зайвої вологи. Часто сушіння є останнім етапом у процесі виробництва харчових продуктів.

Матеріали і методи. Сушарки з псевдозрідженим (киплячим) шаром застосовуються в основному для обробки сипучих харчових матеріалів: зерна, цукру-піску, овочів, але в окремих випадках – для сушки рідких та пастоподібних продуктів та ін. Спосіб псевдозрідження – це один з ефективних методів інтенсифікації тепло- і масообмінних процесів між твердим тілом і газом. Велика поверхня частинок в одиниці об'єму псевдозрідженого шару та інтенсивне їх перемішування забезпечують сприятливі умови для виконання цілого ряду важливих технологічних процесів. Тому установки із псевдозрідженим (киплячим) шаром широко використовуються в харчовій промисловості.

Результати та обговорення. Застосування в техніці псевдозрідження, обумовило ряд важливих переваг: псевдозрідження застосовують у випадках, коли необхідно досягти високої інтенсивності міжфазового тепло-масообміну або коли необхідно здійснити інтенсивний підвід або вивантаження матеріалу із шару; сипкий матеріал в шарі має велику поверхню контакту фаз; порівняна простота керування процесами, які здійснюються у псевдозрідженому шарі.

Поряд з перевагами, псевдозрідженому шару властиві й деякі недоліки: створення псевдозрідженого шару пов'язано із витратами енергії; є випадки, коли дисперсні матеріали неможливо використовувати в техніці псевдозрідження, через підвищене стирання одних або агломерацію інших; робоча швидкість зріджуючого агента обмежена значенням швидкістю виносу твердих частинок з псевдозрідженого шару; обмежені розміри частинок, які підлягають псевдо зрідженню; гідродинаміка псевдозрідження досліджена недостатньо, щоб отримати ґрунтовні результати для переходу на великомасштабні установки.

Відомо, що розподіл вологи звужується із збільшенням числа ступенів або камер з псевдозрідженим шаром. Таким чином, за допомогою багатокамерної сушарки можна звести до мінімуму коливання вологовмісту матеріалу.

Проаналізувавши існуючі конструкції сушильних установок, нами була розроблена багатокамерна сушарка. Вона є прямокутної форми і складається з трьох камер. В першій камері продукт рівномірно розподіляється по її площині, де рівномірно прогривається. З першої камери продукт поступово потрапляють в наступну камеру, де відбувається основний процес видалення з вологи. Після неї надходить в останню камеру, де відбувається досушування до оптимальних значень та вивантаження його. На виході з третьої камери встановлений пристрій, що призначений для вивантаження готового продукту та запобігання потрапляння повітря ззовні.

Висновки. Отже, можна зробити висновок, що сушильне обладнання з псевдозрідженим (киплячим) шаром є одними із перспективних в харчовій промисловості при сушінні матеріалів. Розробка нових конструкцій сушарок з псевдозрідженим шаром – один із перспективних напрямків удосконалення сушильного обладнання.

18. Модернізація вакуум-апарата ВАЦМ-60 зі встановленням модернізованого пристрою підведення живильного розчину

Василь Любаренко, Тарас Погорілий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Модернізація вакуум-апарата ВАЦМ-60 проведена для оптимізації процесів уварювання цукрового утфелю в промислових умовах з метою отримання більш рівномірного вирощування кристалів цукру в технологічних процесах та економії енергоресурсів.

Матеріали та методи. Модернізація вакуум-апарата ВАЦМ-60 проводилась шляхом встановлення двох підвідних патрубків. Один патрубок забезпечував постійне та неперервне підведення живильного розчину у внутрішню частину циркуляційної трубки обмеженого. Величина об'єму розчину, що підводиться розраховується таким чином, щоб коефіцієнт пересичення у вакуум-апараті за своїм значенням завжди був вище 1,05–1,07. Температура розчину, що подається на цей пристрій повинна бути на рівні середньої температури утфеля у вакуум-апараті, або вище її лише на 1–2°C.

Інший підвідний пристрій живильного розчину виконує звичайну функцію дискретного підведення живильного розчину, який відкривають чи перекривають в залежності від того, на якій стадії знаходиться процес уварювання цукрового утфелю та від наявного коефіцієнту пересичення в самому утфелі. На відміну від звичайного підвідного патрубка, він має наступний модернізований вигляд. Пристрій створено для кращого перемішування з існуючим у вакуум-апараті утфелем та для утворення рівномірного розподілу концентрацій. Пристрій виконано у вигляді кільцевої трубки діаметром, рівним діаметру опускного каналу гріючої камери з радіально розміщеними отворами, направленими в сторону вектора швидкості циркуляції утфелю.

Результати. Ефективність процесу кристалізації залежить від рівномірності розподілу кристалу цукру, що уварюється, та від використаних при цьому енергетичних затрат.

Запропоноване рішення по встановленню підвідного пристрою для живильного розчину значно покращує гідродинамічний рух утфелю в циркуляційній трубі шляхом зменшення зони закипання утфелю в опускному каналі гріючої камери.

Це призводить до більш впорядкованого руху утфелю в опускному каналі по всьому перерізу опускної труби, запобігає утворенню пристінного киплячого шару утфелю в циркуляційній трубі, що підвищує кратність циркуляції, зменшує час уварювання цукрового розчину, та, як наслідок, покращується якість кристалів цукру.

Інший підвідний пристрій забезпечує більш ефективне змішування свіжого сиропу (підкачок) з утфелем, що уварюється. При рівномірному розподілі свіжого сиропу в вакуум-апараті з сиропом, що уварюється, концентрація цукрози в розчині також буде рівномірною. Будуть відсутні локальні зони низьких або високих концентрацій цукрози, що приводить до перекристалізації кристалів цукру, утворення нових центрів кристалізації або зміни їх розмірів.

Висновок. Результати доцільно проведеної модернізації ВАЦМ-60 можна використовувати також для розроблення нових, або ж модернізації існуючих вакуум-апаратів або комбінації уже відомих модернізації апаратів з метою підвищення їх технічних характеристик та якості процесу їх роботи.

19. Нестационарний розподіл температур, концентрацій та коефіцієнти пересичення в комірках міжкристальних розчинів сахарози системи комірок: «більший кристал цукру–міжкристальний розчини сахарози більшого кристалу цукру–менший кристал цукру–міжкристальний розчини сахарози меншого кристалу цукру–утфель»

Тарас Погорілий

Національний університет харчових технологій

Вступ. Процес масової кристалізації сахарози при уварюванні цукрових утфелів є самим енергоємним у промисловому виробництві цукру. Для його керування та зменшення енерговитрат необхідно створити математичну модель цього процесу, яка б найповніше його описувала. Саме цьому й присвячена дана робота.

Матеріали і методи. В зв'язку з тим, що при створенні математичної моделі процесу масової кристалізації сахарози врахувати всі теплофізичні, технологічні та гідродинамічні характеристики надзвичайно складно, практично неможливо, було прийнято ряд спрощень. В результаті проведених спрощень, створювана математична модель процесу масової кристалізації сахарози носить ідеалізований характер.

В першу чергу всі процеси масової кристалізації сахарози розглядаємо з точки зору нестационарних процесів тепло- та масообміну. Створення математичної моделі тепло- та масообміну при масовій кристалізації сахарози утфель розглядали з точки зору комірчастої моделі. В даному випадку розглядали об'ємну комірчасту модель, що складається з двох кристалів цукру, кожен з яких, в свою чергу, оточений відповідною за об'ємом коміркою міжкристального розчину сахарози. Кристали цукру представляли у вигляді прямокутних призм (паралелепіпедів). Товщина міжкристального розчину приймалась однаковою по всій поверхні кожного кристалу, і для кожного кристалу розподілялась пропорційно до площі поверхні відповідного кристалу.

Оскільки знайти розв'язок для такої об'ємної системи комірок нестационарної задачі теплообміну та дифузійного масообміну аналітичними методами надзвичайно складно, було зроблено еквівалентний перехід від об'ємної моделі системи комірок до одновимірної системи комірок. В цьому випадку одночасно розв'язувались нестационарна задача теплопровідності для всієї системи комірок та три окремих нестационарних задачі дифузійного масообміну для комірок міжкристального розчину сахарози. В силу складності одночасного розв'язку такої системи нестационарних задач тепло- та масообміну, було застосовано чисельні методи.

Результати. На основі одночасного розв'язку системи нестационарних задач теплопровідності та трьох окремих нестационарних задач дифузійного масообміну знайдено нестационарний розподіл температури у кожній складовій всієї системи комірок: «більший кристал цукру–міжкристальний розчини сахарози більшого кристалу цукру–менший кристал цукру–міжкристальний розчини сахарози меншого кристалу цукру–утфель», а також розподіл концентрацій та коефіцієнти пересичення в кожній комірці міжкристального розчину сахарози даної системи комірок.

Висновки. Знайдено шуканий нестационарний розподіл температур, концентрацій та коефіцієнти пересичення в кожній комірці міжкристального розчину сахарози системи комірок: «більший кристал цукру–міжкристальний розчини сахарози більшого кристалу цукру–менший кристал цукру–міжкристальний розчини сахарози меншого кристалу цукру–утфель».

20. Розроблення бурякоукладача з барабанним методом очищення буряку для підвищення очищення коренеплодів від сторонніх домішок

Богдан Пінчук, Тарас Погорілий

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією з важливих функцій бурякоукладальників є очищення коренеплодів від домішок. Відокремлення домішок від коренеплодів проводиться у ході транспортування буряків горизонтально-похилим ланцюгово-стрічковим конвеєром.

Матеріали і методи. Відомі бурякоукладальники складаються з ходової частини з станиною, на якій змонтовані розвантажувальні пристрої для автомобілів з буряками, прийомний бункер для буряків, дном якого слугує горизонтальна частина горизонтально-похилого ланцюгово-стрічкового конвеєра для транспортування буряків, система очищення коренеплодів буряків від домішок та стрічковий конвеєр для укладання коренеплодів буряків у кагати. В основу поставлена задача удосконалення конструкції що дає можливість інтенсифікувати механічний вплив на поверхневі забруднення, зв'язані з коренеплодами, зокрема — на забруднення у бічних борознах та інших заглибинах коренеплодів.

Результати та обговорення. В вирішенні поставленої задачі, було отримано наступний результат. На станині розміщено перфорований барабан, привід та зв'язані з ним горизонтальні паралельні вали з блоками опорних коліс, на яких встановлено барабан з перфорованими витками по всій довжині внутрішньої циліндричної поверхні.

Для підвищення очищення коренеплодів від сторонніх домішок було запропоновано наступний підхід. На внутрішній конічній поверхні вивантажувальної частини розміщено радіальні плоскі лопаті, нахилені під кутом до твірних конічної поверхні. Під лопатями (по напрямку обертання барабана) у вальницях встановлено набрані радіально встановленими пружними нитями циліндричні щітки вільного обертання, які кінцями пружних нитей торкаються кромки плоских похилих лопатей та частково виступають за ці кромки, а в циліндричній порожнині барабану встановлені кулачки, що дають змогу перемішувати буряк і завдяки цьому, відбивати свіжий ґрунт за рахунок взаємного контакту буряку один від одного.

Відмінність між запропонованими ознаками і очікуваним технічним результатом буде у наступному. Буряки, що знаходяться у вивантажувальній частині, перевалюючись при обертанні барабана, плоскими лопатями підштовхуються до вивантажувального отвору. У процесі цього переміщення коренеплоди вступають у механічну взаємодію з циліндричними щітками. За рахунок того, що встановлені у вальницях циліндричні щітки вільно обертаються під механічним впливом бурякомаси, корені отримують від кінчиків пружних щіткових нитей множинні точкові впливи найрізноманітнішого просторового спрямування, у тому числі — у заглибинах коренеплодів, що значно інтенсифікує відокремлення зв'язаних забруднень

Висновки. Отже, запропоноване технічне рішення забезпечить підвищення ефективності очищення коренеплодів від забруднень зв'язаним ґрунтом при одночасному транспортуванні буряків до кагатного поля, що зменшить втрати цукру у виробництві.

21. Моделювання напружено-деформованого стану робочої камери установки субкритичної води в системі ANSYS

Дмитро Самсонов, Андрій Маринін, Валерій Сукманов

1 - Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 - Полтавський університет економіки і торгівлі, Полтава, Україна

Вступ. При створенні експериментального обладнання екстрагування рослинної сировини субкритичною водою необхідно, в першу чергу, дослідити напружено-деформований стан робочої камери установки від внутрішнього тиску, температури, циклічних навантажень, втоми матеріалу і т.п.

Високі температури і тиски, необхідні для отримання субкритичної води, призводять до виникнення в корпусі великих напруг, які можуть перебувати на межі міцності матеріалу.

Матеріали та методи. Для вирішення поставленої задачі був використаний метод кінцевих елементів, реалізований в програмному продукті *ANSYS*. Задача була вирішена в рамках теорії пружності методом фізичних середовищ. Внаслідок симетрії для вирішення завдання застосували осесиметричну постановку. При побудові кінцево-елементної моделі використовували 12100 елементів.

Дискретизацію проводили за допомогою твердотілого 8-вузлового теплового елемента *PLANE77* для вирішення теплової задачі і сумісного з ним структурного *PLANE82* для виконання структурного аналізу.

Результати та обговорення. Внутрішній об'єм робочої камери виконаний у вигляді циліндра зі сферичним дном і плоскою верхньою кришкою. Зовнішня робоча поверхня автоклава приєднана до ТЕНів з температурою 673 К, внутрішня знаходиться при кімнатній температурі. Існуючий перепад температури призводить до виникнення термопружних напруг.

При вирішенні даної задачі методом фізичних середовищ на першому етапі була вирішена тепла задача, для чого були побудовані геометрична і звичайно-елементна модель робочої камери установки субкритичної води і прикладені граничні умови для теплової задачі: температура на внутрішній поверхні - 293 К, на зовнішньої - 673 К. В результаті вирішення теплової задачі отримали розподіл температури в стінці корпусу робочої камери.

На другому етапі вирішували структурну задачу. Для цього задавали структурні граничні умови, зчитували тепловий файл фізики і спільно їх вирішували.

Як результат дослідження отримали епюри напружень по товщині стінки робочої камери (зображена осесиметрична частина камери).

Висновок. В результаті проведених досліджень вперше запропонована та вирішена у системі *ANSYS* модель напруг у стінках робочої камери установки субкритичної води. Одержані результати у подальшому були використані на етапі проектування при створенні реального зразка дослідного обладнання.

22. Підвищення ефективності систем очищення пилоповітряних сумішей

Валентин Туфекчі, Василь Гуц, Юрій Вересоцький
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Найбільшого поширення при зневодненні рідких харчових продуктів набув спосіб їх сушіння в розпиленому стані, який характеризується високою інтенсивністю. Проблема очищення відпрацьованого повітря від твердих домішок та значне зниження забруднення навколишнього середовища частинками висушеного продукту і економія сировинних продуктів, можуть бути отримані за рахунок оснащення сушарок спеціальним обладнанням.

Матеріали і методи. Для очищення запиленого повітря і газу застосовують механічні та електричні способи пиловловлення. Пиловловлення під дією відцентрових сил здійснюється в циклонах.

Такий спосіб пиловловлювання розрахований на очищення забрудненого повітряного потоку від дрібнодисперсних пилових домішок, а отже має знижену ефективність очищення забрудненого повітряного потоку з різнодисперсним пилом.

Тому в залежності від вимог, щодо очищення газів, властивостей і складу пилу, що міститься в газах, циклони можуть застосовуватись в одній зі стадій очистки (частіше першої) або у поєднанні з іншими апаратами.

Результати. Надійність і ефективність роботи систем газоочищення залежать від фізико хімічних властивостей частинок, що підлягають уловлюванню і від основних параметрів пилогазових потоків.

У техніці пилоочищення прийнято розрізняти первинні розміри частинок, розміри агрегатованих частинок, що виникають в процесі коагуляції частинок в пилогазових трактах та розміри частинок у вигляді пластівців і грудочок після виділення їх з газової фази.

Одним із шляхів підвищення ефективності вловлювання твердих домішок є зменшення концентраційного навантаження пилоповітряної суміші на основну батарею циклонів.

Використання первинного пиловловлювача, у якого за рахунок вирівнювання швидкостей руху пилоповітряної суміші та забезпечення оптимальної швидкості збільшує ефективність пиловловлювання і зменшується гідравлічний опір.

Запропонована конструкція оснащується вхідним патрубком та патрубком для виведення очищеного повітря, жалюзійними ґратами сполученими із вихідним патрубком, а нижня частина оснащена пиловим ежекційним пристроєм сполученим з пилонакопичувальною камерою.

Висновки. Запропоновано спосіб очищення пилоповітряних сумішей, який комбінує систему згрупованих циклонних апаратів та первинного пиловловлювача.

Це дозволяє розділити газовий потік на дві частини: одну, значною мірою звільнену від пилу, і іншу - де зосереджена основна маса пилу, що забезпечить вилучення в первинному пиловловлювачі крупно- середньо- і частково дрібнодисперсних пилових домішок із сильно забрудненого повітряного потоку і дасть можливість значно підвищити ефективність очищення в цілому.

23. Дослідження процесу очищення дифузійного соку і соку 2 сатурації мембранними методами

Антон Єршов, Юрій Змієвський

Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогоднішній день в Україні гостро стала проблема зменшення витрат енергоносіїв на виробництво харчових продуктів. В цукровій галузі одні з найбільших витрат. Пов'язані вони з використанням випарних установок, теплообмінних і інших пристроїв нагріву. Одним з вирішень цієї проблеми є використання мембранних процесів. У цукровій промисловості ці технології практично не застосовуються, що пов'язано з великими обсягами виробництва і недостатньою кількістю наукових досліджень в цій області. Мембранні процеси допомагають отримати розчини з вмістом сухих речовин в межах 18-25%, при цьому розчин може бути очищений від баластних сполук, що в результаті дає нам змогу суттєво зменшити витрати на виробництво цукру.

Матеріали та методи. *Мембрани.* Використовували ультрафільтраційні мембрани марки УПМ- 10 виробництв ЗАТ НТЦ "Владипор" (Росія)

Лабораторні установки. Використовувалась баромембранна лабораторна установка тупикового типу з ефективною площею мембран $3,42 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

Установка мала теплову сорочку, в яку подавали з термостата дистильовану воду із заданою температурою.—Тиск в установці був в межах 0,5 МПа.

Методика проведення експериментів. Полімерні мембрани в перші години роботи під дією тиску ущільнюються, що призводить до зниження їх питомої продуктивності. Щоб це явище не відбивалося на кінцевих результатах, нові мембрани були "ущільнені" протягом 2 год шляхом фільтрування крізь них дистильованої води при тиску 0,8 МПа. Далі в установку заливали 200 мл соку і встановлювали в камері необхідний тиск. Для стабілізації потоку пермеата, перші 5 мл зливали, далі відбирали 6 проб по 20 мл, вимірюючи час відбору кожної проби. Далі сік зливали, установку промивали дистильованою водою і лимонною кислотою, після чого заливали нові 100 мл соку і продовжували дослідження згідно плану.

Дифузійний сік і сік 2 сатурації : Дослідні суспензії були отримані на цукровому заводі ВАТ «Узинський цукровий комбінат». Досліди проводились на 2-3 день після отримання соків.

Результати та обговорення. В ході дослідів проведених на установці були отриманні наступні результати. Дифузійний сік, який пройшов крізь мембрану містив на 2% менше сухих речовин, вміст сахарози змінився в межах 1 % і суттєво зменшилась густина з 1360 до 1175 кг/м^3 . Сок 2 сатурації – вміст сухих речовин і сахарози змінився в межах 1%, чистота соку збільшилась на 3% і колірність змінилась з 679 до 219 од. опт. густ.

Висновок. Отже, з отриманих результатів, можна зробити висновок, що вміст мезги і різних колоїдних сполук в соці зменшився, що позитивно вплине на подальший процес очищення. При розділенні соку 2 сатурації було встановлено, що в результаті зміни колірності відбувається зменшення редукувальних речовин у розчині, що в подальшому збільшить вихід цукру і призведе до покращення його якості. Можна зробити висновок, що при широкому використанні мембранних технологій за умов виробництва цукру вдасться суттєво зменшити витрати енергоносіїв і покращити якість кінцевого продукту.

24. Виробництво сухих твердих сирів

Сергій Рябокінь, Володимир Яровий

Національний університет харчових технологій

Вступ. В молочній промисловості актуальності набуло питання виробництва сухих твердих сирів. Сир в порівнянні з іншими кисломолочними продуктами може зберігатися дуже тривалий час. Проте, якщо не взяти додаткових заходів, псування його не уникнути. Одним із способів продовження терміну зберігання сиру є його висушування.

Матеріали і методи. Було застосовано ряд способів сушіння, для одержання різних видів сухих сирів. Для визначення найбільш ефективного способу було проведено ряд дослідів отримання сухого сиру.

Результати. Досліджено одержання сухого сиру у вигляді гранул. При цьому технологічний процес передбачає заморожування сиру при температурі мінус 18-27°C протягом 12-18 годин, подрібнення його на гранули розміром 3-5 мм та висушування у псевдозрідженому шарі при температурі теплоносія 120-130°C з одночасним подрібненням до порошокподібного стану.

Результати досліджень виявили низьку якість технологічного процесу за рахунок значних витрат енергії на заморожування сиру та вплив високі температури сушіння на деструкцію білка і зниження органолептичних та реологічних показників.

Одержання сухого сиру у вигляді шматочків розміром до 50 мм, мікрохвильовим вакуумним способом з механічним перемішуванням також привело до зниження органолептичних і фізико-хімічних показників. При цьому спостерігалось нерівномірне висушування, поверхневі шари пересихали, а товща залишалась недосушеною.

Застосування способу вакуумного сушіння твердого сиру у вигляді пластинок розміром 15×2×1 мм, 10×2×2 мм, кубиків розміром 5×5×5, 10×10×10мм з товщиною шару 10...50 мм. При нагріванні до температури 30...40 °C імпульсами інфрачервоного випромінювання з перемішуванням шару дозволило отримати сухий сир у вигляді пластин та кубиків однакової форми, світло-жовтого кольору, пористої структури зі збереженням сирного смаку і запаху. При цьому теплове навантаження вакуумної камери змінювалось в межах 1.5...7.0 кВт/м², а тиск від 2 до 15 кПа.

Висновки. В результаті досліджень було виявлено, що найбільш ефективним є спосіб вакуумного сушіння твердого сиру, при якому значно скорочується тривалість висушування в порівнянні з традиційними способами, а сам процес відбувається без руйнування вітамінів і білків.

25. Модернізація молочного пастеризатора АЕСВ-10 з метою підвищення міцності системи обігріву типу оболонкового типу

Тарас Скірський, Сергій Блаженко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Виробництво молочних продуктів практично неможливо уявити без процесу пастеризації. Такий процес забезпечується обладнанням для молочної пастеризації типу АЕСВ за рахунок системи обігріву апарату.

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження існуючих конструкцій систем обігріву пастеризаційних апаратів типу оболонки та їх оцінка, шляхом порівняння показників металоемності та надійності.

Результати. В результаті проведеної дослідницької роботи було визначено границю пружності простої оболонкової системи обігріву та визначено нову, альтернативну конструкцію даного елемента ємнісного апарату. Основною перевагою нової конструкції є збільшення жорсткості конструкції на 60%, її міцності та зменшення витрат матеріалу на виготовлення в порівнянні з традиційною конструкцією системи.

Запропонована система являє собою циліндричну оболонку заглушену з обох країв, в якій видавлено розвальцьовані отвори. Отвори видавлені по периметру оболонки з певною закономірністю, так щоб центри найближчих чотирьох отворів діаметром 20 мм утворювали ромб зі стороною не більше 120 мм. Саме таке розташування видавлених отворів забезпечує оптимальні показники міцності конструкції при мінімальній товщині матеріалу оболонки.

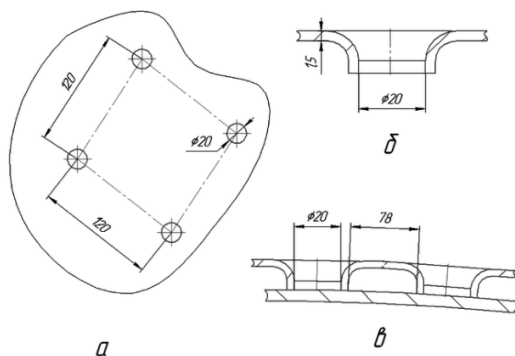


Рис. 1. Ескіз розвальцьованих отворів та їх розташування.

Міцність конструкції забезпечується появою нових зв'язків, а саме підварення кромки розвальцьованих отворів до основної циліндричної оболонки ємності. Наявність кромки має мінімальний вплив на переміщення теплоагенту в площі перерізу, тому що відношення діаметра отвору до відстані між найближчими 1:6. Така конструкція системи дозволяє також зміцнити основну оболонку ємності, що дозволяє зменшити її товщину, а в результаті — витрати матеріалу.

Висновки. В результаті впровадження нової конструкції системи обігріву молочного пастеризатора, отримуємо апарат з підвищеною конструктивною міцністю, а також зменшення витрат матеріалу для виготовлення.

26. Розробка безситової дробарки, яка призначена для подрібнення зерна різних культур, зернових сумішей, а також шроту та гранульованої сировини на комбікормових підприємствах.

Антон Ніздропа, Валентин Олішевський
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Подрібнення сировини – важлива і енергоємна операція при виробництві комбікормів. Вона в значній мірі визначає якість готової продукції, продуктивність заводу і витрати на виробництво.

Матеріали і методи. комбікормів тваринами знаходиться в прямій залежності від величини частинок компонентів, що входять до їх складу.

Подрібнення компонентів всіх видів сировини до часток однакового розміру сприяє кращому їх змішуванню. Сировину, яка іде на виробництво комбікормів, підрозділяють на дві групи: яка підлягає подрібненню та ту, яка не потребує подрібнення .

На ефективність роботи дробарок впливають фізичні властивості продукту (вологість, твердість, в'язкість, величина частинок, тощо), параметри робочих органів машини (колова швидкість молотків, їх розміри і форма, розмір отворів ситової поверхні, тощо).

Результати та обговорення. В розробленій моделі подрібнений продукт виводиться не через сита, а через вивантажувальний патрубок під дією відцентрової сили.

Така заміна пояснюється в першу чергу тим, що сита і молотки дуже швидко зношувалися(1.5-2 тижні), багато часу дробарка простоювала під час заміни сит і молотків. Зношуючись, молотки і сита давали гіршу якість продукції, крупність помелу недопустимо збільшувалася і підвищувалися втрати зерна в подальшому технологічному процесі.

Застосування ж без ситового режиму дозволило зменшити матеріальні та технологічні втрати. Сит немає, а дека та молотки зношуються значно повільніше (4-5 тижнів). Перерахунок геометричних та технологічних параметрів дозволив збільшити продуктивність до 12т/год.

Крім того, в новому обладнанні будуть застосовані стандартні вироби та уніфіковані деталі за ДСТУ, покупні вироби, що випускаються машинобудівними заводами України, що призведе до зменшення вартості модернізації.

Висновок. Застосування уніфікованих деталей спрощує експлуатацію та ремонт машини, а також знижує її собівартість. Згідно економічним розрахункам така конструкція дробарки, при впровадженні її на підприємство, окупиться за швидкий проміжок часу.

27. Особливості температурного режиму в дифузійних апаратах нахилоного типу DC-12

Віталій Букатко, Дмитро Люлька
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дифузійні апарати нахилоного типу DC отримали широке розповсюдження в Україні та країнах СНД. Їх перевагою є те, що нагрівання бурякової стружки і процес екстрагування проводиться в одному апараті, що знижує вартість обладнання. Проте нагрівання стружки і денатурація тканин в таких апаратах проходить повільно. Значну частину апарата займає зона низьких температур, де процес вилучення сахарози теж відбувається повільно, що є суттєвим технологічним недоліком.

Матеріали та методи. В дифузійних апаратах DC-12 розподіл температурних полів по робочих об'ємах має свої закономірності. В технологічних регламентах і режимних картах заводів-виготовлювачів наводяться величини температур, яких необхідно дотримуватися в різних зонах по довжині апаратів. На промислових екстракторах ці температури вимірюють в декількох характерних точках апарата. Проте місця вимірювання температури і відповідні датчики не завжди точно відображають ступінь нагрівання середовища.

Результати. В результаті проведених досліджень встановлено, що розподіл температури по поперечному перерізі апарата не відображає локальних відмінностей ступені нагрівання сокостружкової суміші. Температурні датчики, які встановлені в безпосередній близькості до стінок апарата в умовах нерівномірного розподілу температур по поперечному перерізу потоку не точно відображають температурні поля в екстракторі і їх покази не є надійною основою для визначення теплообмінних характеристик апаратів, в яких величина поперечного перерізу сформована розміром діаметрів двох шнеків.

Характерною особливістю роботи апарату нахилоного типу в періоди досліджень було те, що практично по всій його довжині основна маса бурякової стружки не прогрівалася до температури, яка забезпечує нормальне протікання процесу екстрагування. Такі температури є ідеальними для розвитку мікрофлори і діяльності інвертаз. В той же час зафіксовано дуже нерівномірний розподіл температури по поперечному перерізі апарата, особливо це помітно в головній частині. Різниця температури в цьому поперечному перерізі складає 25...30°C. Стружка в одних точках не догріта відносно оптимального значення температури в цьому перерізі, а в інших — вона перегріта. Завищене значення температури пояснюється тим, що в цих зонах стружка наближена до стінок парової камери, яка нагрівається паром високого потенціалу. Пристінний шар сокостружкової суміші не перемішується з глибинними шарами, перегрівається і зупиняється в середній частині поперечного перерізу. Цим пояснюється найвище значення температури по поперечному перерізі.

Висновок. Порівняння отриманих нами температурних полів апарата DC-12 з оптимальними температурними режимами дозволяє стверджувати, що конструкція дифузійних апаратів нахилоного типу не забезпечує проведення процесу екстрагування при оптимальних температурах. В усіх екстракторах цього типу прогрівання стружки до температури екстрагування досягається лише в кінці третьої парової камери. Для покращення теплової обробки в двохшнекових дифузійних апаратах нахилоного типу існує ряд пропозицій.

28. Управління енергозбереженням і енергоефективністю підприємств харчової промисловості регіону

Роман Андрейченко, Олексій Федяєв

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського м. Кривий Ріг

Вступ Розробка технологій енергозбереження процесів виробництва на підприємствах харчової промисловості Дніпропетровської області за рахунок оптимізації відносин між суб'єктами електроенергетики та споживачами електроенергії, газу, води, тепла є особливо важливим в умовах рецесії промисловості України та її реформування до вимог стандартів країн ЄС.

Матеріали і методи Виробництво еколого-чистих продуктів харчування для дітей та людей, що проживають на територіях з техногенним тиском, вимагає від енергоменеджерів підприємств харчової промисловості регіону впровадження нових механізмів оптимального споживання електрики, газу, води, тепла та впровадження інтелектуальних систем управління технологіями енергозбереження по всій технологічній лінії виробництва продукції.

Результати Одним із сучасних підходів до управління енергозбереженням є використання технологій DSM (demand-side management – менеджмент попиту), програми якого зосереджені на чотирьох напрямках: Load management – регулювання навантаженням; Energy efficiency – енергоефективність та екологічні вигоди; Energy conservation – енергозбереження; Fuel substitution – зміна палива.

Впровадження технологій DSM, стандартів енергоменеджменту ISO – 50001 в умовах підприємства ПАТ «Криворіжхліб» виконано за допомогою інтелектуальної системи енергоменеджменту підприємства (ІСЕП), яка працює в режимі реального масштабу часу оцінки ризиків та прийняття управлінських рішень. Така ІСЕП складається з динамічної експертної системи з програмним комплексом, який пов'язаний з інтерфейсною частиною системи, і яка виконує функції навчання, оцінку інформативності ознак, автоматичну класифікацію ситуацій енергоспоживання та прийняття управлінських рішень. Комбінація нейромережі (НМ) SOM – самоорганізаційних карт Коханена з АПП (асоціативного пристрою пам'яті) дає змогу енергоменеджерам підприємства ефективно оцінювати аварійні, передаварійні, післяаварійні та нормальні ситуації енергопостачання та режими роботи підприємства в періоди обмежень потужності енергосистеми.

Висновки Наведений вище підхід дозволяє управляти траєкторією електроспоживання підприємства на єдиній інформаційній платформі SCADA – систем, автоматизованих систем управління електроспоживання (АСУЕ) та ERP – систем управління прибутком та взаєморозрахунків з енергосистемою.

Section 13

Machines and technologies for packaging

**Chairperson– professor Anatolii Sokolenko
Secretary – associate professor Volodymyr Kostyuk**

Секція 13

Машини і технології пакування

**Голова – професор Анатолій Соколенко
Секретар – доцент Володимир Костюк**

1. Вибір раціональних параметрів підйомно-опускних механізмів пакетоформувальних машин

Назаренко Руслан, Семенов Дмитро, Микола Якимчук, Анатолій Беспалько
Національний університет харчових технологій

Вступ. Широкий розвиток пакетних перевезень потребує впровадження комплексної механізації і автоматизації всіх операцій, зв'язаних з пакетоформуванням і розбиранням пакетів штучних вантажів. З цією метою створені і продовжують проектуватися різноманітні типи пакетоформувальних машин і пакеторозбірних машин, різноманіття конструкцій яких обумовлено номенклатурою штучних вантажів.

Матеріали і методи. Метою роботи є зниження енерговитрат на виконання технологічних операцій підйомно-опускних механізмів пакетоформувальних з забезпеченням заданих умов функціонування шляхом підбору їх раціональних параметрів.

Результати. Виконаний аналіз конструкцій та існуючих методів розрахунку підйомно-опускних механізмів пакетоформувальних і пакеторозбірних машин показав, що рівень проектування даних механізмів без врахування специфічних умов їх функціонування на протязі технологічного циклу не відповідає основним вимогам якісного формування чи розбирання пакетів. Прийнята для розгляду конструкція підйомно-опускного механізму являє собою двомасову коливальну систему, яка включає в себе масу платформи з розміщення на ній вантажами, з'єднану з масою ротора двигуна і елементів приводу. Підйомно-опускний механізм включає в себе два споживачі енергії – двигун і гальмо, які на протязі одного циклу опускання платформи працюють в різних режимах використання енергії з мережі.

Динамічна модель підйомно-опускного механізму з електромеханічним приводом при трьохетапному переміщенні в пакетоформувальних і пакеторозбірних машинах, дозволяє врахувати зміну кінематичних та динамічних властивості механізму при вирішенні задачі оптимізації.

$$\left\{ \begin{array}{l} x_2(0) = \omega_y \\ x_3(0) = x_{30} \\ x_4(0) = x_{40} \\ \varepsilon + \omega_y \cdot t_T - x_1(t_T) = 0 \\ \lambda_3(t_T)x_4(t_T) + \lambda_4(t_T) \left(\frac{M(t_T)}{I_1} + \frac{M_2}{I_2} - abx_3(t_T) \right) + \rho M^2(t_T) + qM(t_T) + \Gamma - (P_2 + P_3) + \lambda_1 \omega_y = 0 \end{array} \right.$$

де $\lambda_i(t)$ – множник Лагранжа; x_i – фазові координати; ρ, q – коефіцієнти параболічного вирівнювання; $M(t)$ – тормозний момент; ω_y – встановлена швидкість двигуна; I_2 – приведений момент інерції мас, що поступально рухаються; I_1 – момент інерції приводу

Висновок. Отримана динамічна модель механізму з електромеханічним приводом і сформульований показник якості, що виражає енергозатрати, дозволяють вирішити задачу оптимального управління, встановить функцію оптимального гальмівного моменту і раціональних параметрів руху механізму на етапі вибору систем керування.

2. Exploring the effect of using UV rays during package sterilization

Yanko Vladimirov Zaikov, Tzvetan Atanasov Yanakiev, Stefan Vasilev Stefanov
University of food technologies, Plovdiv

Introduction. In order to increase the safety and expiration date of food products offered on the market different methods are being used, which affect treatment of both food and packages. A method which uses UV light is highly efficient in controlling microbial growth and reaching sterilization of most of the types of surface. This is an alternative method which increases its use in food industry. The main technology in this type of disinfection is the use of short-ray high energetically UVC rays, generated by mercury lamps with low pressure. Radiation-electromagnetic energy created in the UV lamps is used for irreversible DNA damaging of the microorganisms such as viruses, bacteria, yeast and mold.

UV rays destroy the structure of the microorganisms and block their ability to multiply themselves which leads to their destruction. In nature UV rays with antibacterial effect are the UV-C rays.

Intensive UVC rays, especially the most powerful in the range of 254 nm, change the DNA of the microorganisms, interrupt cell division and prevent infection. UVC effect on the microorganisms depends on themselves. The most sensitive to UVC are viruses and bacteria in their vegetative form (bacilli, cocky) such as *Salmonella typhi*.

Materials and methods. The current work aims to study and explore the effect of UV rays for decontamination of packages used for storing and transportation of food products processed before.

The experiments were done in a tunnel with UV lamps with minimal intensity of 6 mW/cm² and maximal of 10 mW/cm². Impact time was 20 s. Minimal dose was 120 mJ/cm² and the maximal – 200mJ/cm².

Results and discussion. UV dose impact is the same concerning wave length and impact time. Extended but weaker dose 20 s x 6 mW/cm² = 120 mJ/cm² (1 W x s = 1 J) has the same influence as a shorter in time but stronger dose: 2s x 60 mW/cm² = 120 mJ/cm². According to different indicators and types of microorganisms the necessary lethal dose of rays LD for their extinction is being defined.

- for *E.coli* with around 2 000 – 2 500 μJ/cm² and 90% reduction (LD90)
- for yeast and mold LD90 indicator is mainly for 6 000 μJ/cm².
- for fungal spores depending on the type 30 000 - >100 000 μJ/cm².

Conclusion. In the described experiment where there is a fairly uniform surface we recommend usage of longer, homogenously and equal radiation more than shorter but more intensive radiation. The aim is to irradiate the whole surface of the package and not only certain regions.

3. Планирование траектории движения роботов-манипуляторов в рабочей среде с препятствиями

Людмила Лоборева

Могилевский государственный университет продовольствия

Введение. На предприятиях пищевой промышленности роботы используют в процессах фигурной резки, фасовки, упаковки, паллетирования и на вспомогательных операциях, что обеспечивает высокую производительность и соблюдение санитарно-гигиенических показателей.

Материалы и методы. Одной из трудоемких задач является автоматическое управление роботом в рабочей среде с препятствиями и технологическими ограничениями при соблюдении точности относительной ориентации рабочего инструмента и объектов манипулирования. Предлагается использовать новый численный подход для синтеза трехмерного конфигурационного пространства робота-манипулятора на основе его трехмерной CAD модели. Алгоритм планирования траекторий робота основан на детерминистической дискретизации конфигурационного пространства.

Результаты. Существующие алгоритмы управления зачастую генерируют некачественную траекторию движения манипулятора и не учитывают специфики процессов и технологических требований. Наличие в рабочей зоне робота препятствий, изменение их положения создают неопределенности управления и требуют специфических методов планирования и управления перемещением робота.

Предлагается разработать нейросетевую модель столкновения для робота-манипулятора на основе его трехмерной CAD модели и векторную модель рабочего пространства манипулятора. По точным трехмерным геометрическим моделям строится сопряженная векторная модель препятствий. Затем на их основе создается дискретная модель трехмерного конфигурационного пространства робота-манипулятора. Такой способ обеспечивает быстрое преобразование препятствия в трехмерное конфигурационное пространство и учитывает реальную форму звеньев манипулятора, технологического инструмента и препятствий.

Разработанный алгоритм управления роботом-манипулятором в рабочей среде с препятствиями базируется на двухслойной нейросетевой модели конфигурационного пространства, которая представляет собой множество нейронов, распределенных над областью n -мерного конфигурационного пространства робота. На первом этапе подбирается шаг с малым параметром дискретизации конфигурационного пространства. Затем проводится поиск траектории без столкновений с учетом допустимых углов ориентации инструмента и звеньев робота-манипулятора. Если траектория не найдена, то параметр дискретизации увеличивается и поиск траектории продолжается. Этот алгоритм обеспечивает свойство «полноты» решения, оптимальность по критерию «дисперсия» при приемлемом для практики числе тестов на столкновение и позволяет учесть технологические требования по точности позиционирования, ограничения на подход, ориентацию и форму технологического инструмента, а также форму звеньев робота.

Выводы. Результаты экспериментов в среде ROBOMAX подтверждают эффективность предложенного метода. Разработанный алгоритм позволяет улучшить «качество» траекторий движения роботов с минимальной погрешностью достижения целевой точки и правильной ориентацией рабочего инструмента, сохраняя приемлемое для практики число тестов столкновений.

4. Підвищення точності дозування сипкої харчової продукції дозаторами дискретної дії

Павлюк А.В., Гавва О.М., Деренівська А.В.
Національний університет харчових технологій

Підвищення точності дозування сипких харчових продуктів є актуальним науково-практичним завданням, вирішення якого зменшує ризики виробника й покупця пакованої харчової продукції. Рішення такого завдання полягає у вдосконаленні технології, складових елементів та їх компонувань у дозувально-фасувальних модулях пакувальних машин. Аналіз та оцінювання метрологічних характеристик цих модулів їх продуктивності для конкретних типів та видів сипкої продукції дає можливість визначати шляхи підвищення точності дозування.

На сьогодні виділено два основних способи дозування сипкої продукції: об'ємний та ваговий [1].

На сьогодні існують такі шляхи підвищення точності вагового дозування: технологічні та конструкційні.

Технологічний шлях умовно можна поділити на: застосування додаткових енергетичних збурень для стабілізації об'ємної маси продукції та її сипучості (вібраційний, механічний, аераційний, відцентровий, електромагнітний вплив тощо); зміна способу формування складових дози продукції (об'ємно-ваговий, ваговий подвійної дії, комбінаційний).

Конструкційний напрям передбачає визначення оптимальних значень геометричних параметрів бункера, його випускного каналу, живильника, зважувальної ємності та встановлення стабілізаторів переміщення продукції живильником у зважувальну ємність тощо. До конструкційного напрямку можна також віднести вибір системи зважування (електро-механічна, тензометрична, ємнісна тощо) та системи оброблення і керування дозуванням.

Дозатори, що реалізують об'ємний спосіб дозування сипкої продукції, здебільшого характеризуються низькою точністю дозування. Це зумовлено впливом різних факторів, які вносять систематичні і випадкові похибки.

Існуючі шляхи підвищення точності об'ємного дозування умовно також можна поділити на технологічні та конструкційні.[2] Конструкційні шляхи підвищення точності об'ємного дозування сипкої продукції переважно передбачають оптимізацію геометричних параметрів бункера, мірної ємності, статичних стабілізаторів тощо. До технологічних шляхів поряд із введенням додаткових енергетичних збурень для стабілізації насипної об'ємної маси сипкої продукції та її сипучості можна віднести потоковий та роздільно-порційний спосіб дозування. Потоковий спосіб – високопродуктивний, потребує застосування відповідних витратомірів із запірною арматурою та системою керування. Потоковий спосіб формування дози має обмеження щодо застосування для відповідних груп сипкої продукції (різна об'ємна маса частинок, різний гранулометричний склад продукції тощо).

Роздільно-порційний спосіб дозування полягає в тому, що потрібна доза сипкої продукції відміряється не однією, а декількома окремими порціями із подальшим їх об'єднанням у потрібну дозу. При цьому частина порції буде відміряна із недобором до номінальної маси, а інша частина – із перевищенням маси за номінальне значення. Під час об'єднання порцій у потрібну дозу неточність відмірювання окремих порцій частково взаємно компенсується, підвищуючи тим самим точність дозування. Для підвищення продуктивності дозувальних пристроїв, що реалізують роздільно-

порційний спосіб дозування розроблено трубчато-тарілчатий стаканчиковий дозатор (рис.). Така конструкція об'єднує позитивні характеристики стаканчикового, трубчатого дозаторів та роздільно-порційний спосіб дозування.

Висновки. На основі аналізу факторів, що впливають на точність дозування сипкої продукції виділено два основні шляхи її підвищення: конструкційний та технологічний. Запропонована та обґрунтована ефективність трубчато-телескопічного стаканчикового дозатора, що реалізує роздільно-порційний об'ємний спосіб.

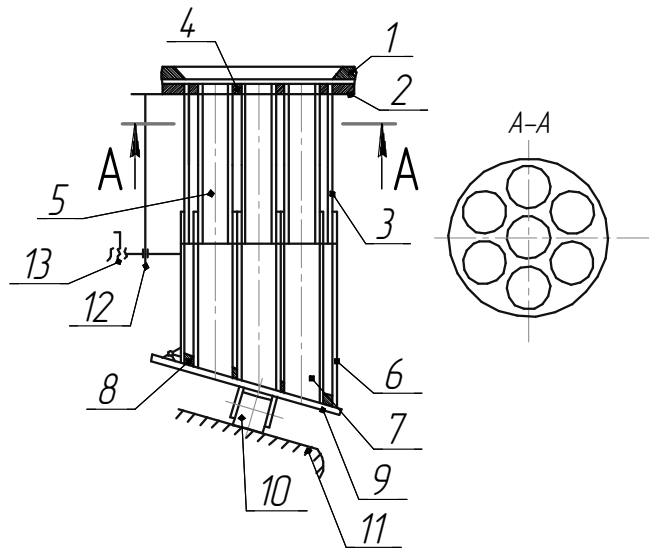


Рис. Схема трубчато-телескопічного стаканчикового дозатора: 1- днище бункера; 2- рухома пластина; 3- верхній стакан; 4- дно верхнього стакана; 5- верхні труби; 6- нижній стакан; 7- нижні труби; 8- дно нижнього стакана; 9- заслінка; 10- ролик; 11- копір; 12- напрямна; 13- механізм переміщення нижнього стакана.

Література

1. Гавва О.М. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко // За ред. О.М. Гавви, - Київ: ІАЦ «Упаковка», 2008.-436с.
2. Пальчевський Б.О. Аналіз точності роздільно-порційного об'ємного дозування сипких матеріалів / Б.О. Пальчевський, Д.В. Бондарчук //Наукові нотатки, - Луцьк - №28 – 2010 – с 398 – 402.

5. Дослідження операції безперервного накопичення шарів пакувальних одиниць в машинах групового пакування

Ніколюк О.Р., Гавва О.М., Якимчук М.В.

Національний університет харчових технологій

Групове пакування це одна із важливих логістичних операцій, що переводить пакувальні одиниці у вантажі. Залежно від виду пакувальної одиниці, продуктивності технологічних ліній, застосовують три способи формування групової упаковки: горизонтальний, вертикальний, комбінований [1]. Для пакувальних одиниць форми паралелепіпеда широко застосовують горизонтальний спосіб із пошаровим формуванням структурних елементів групової упаковки. На основі аналізу структури та циклограми машин для групового пакування пакувальних одиниць форми паралелепіпеда встановлено, що для реалізації високої продуктивності потрібно диференціювати операції формування структурних елементів та формувати групову упаковку шляхом накопичення шарів пакувальних одиниць на піднімально-опускній платформі. Для впровадження такої технології запропоновано нову конструкцію машини для групового пакування пакувальних одиниць форми паралелепіпеда (рис.1)

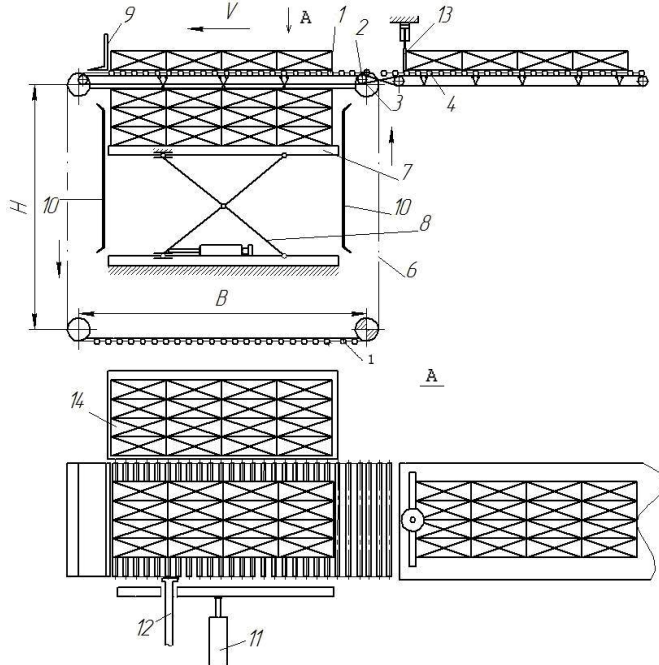


Рис.1 Машина для групового пакування пакувальних одиниць форми паралелепіпеда

Машина складається із накопичувально-подавального конвеєра, механізму укладання, піднімально-опускного механізму, механізму зіштовхування групової упаковки та пристрою позиціонування і утримання транспортної тари. Накопичувально-подавальний конвеєр наведено у вигляді роликowego конвеєра 4, приводом якого є фрикційно-пасова передача. Конструкцією машини передбачено переміщення на накопичувальний конвеєр 4, попередньо сформованого шару пакувальних одиниць. Для позиціонування шару пакувальних одиниць на подавальному конвеєрі встановлено упорну площину 13, яка здійснює зворотно-поступальний рух. Механізм укладання

конструктивно виконаний у вигляді двох замкнених ланцюгових конвеєрів 6, між якими у двох рівнях встановлено роликові доріжки 1. Довжина роликівих доріжок визначається довжиною шару пакувальних одиниць. Роликова доріжка, що розташована на верхньому рівні приводиться до руху фрикційно-пасовою передачею синхронного руху роликів на подавальному конвеєрі. Обмеження руху шару пакувальних одиниць на роликівому конвеєрі 1 здійснюється упорною площиною 9. Між ланцюговими контурами розташований піднімально-опускний механізм у вигляді нюрнберських ножиць 8. Приводом такого механізму прийнято пневмопривод. Несучою площиною нюрнберських ножиць є платформа 7 на якій і накопичуються шари пакувальних одиниць. Механізм зіштовхування групової упаковки наведено у вигляді вертикальної площини, яка рухається у горизонтальному напрямку за допомогою пневмопривода 11, та напрямної 12. Для забезпечення якісного накопичення шарів пакувальних одиниць та визначення тривалості укладання шару з можливим вибором раціональних геометричних, кінематичних і силових параметрів механізму укладання, доречно виконати дослідження операції укладання пакувальних одиниць відвідною приводною роликівою доріжкою. Особливістю операції укладання шару пакувальних одиниць механізмом із відвідною приводною роликівою доріжкою є ковзання пакувальних одиниць по циліндричній поверхні ролика, а не по ребру, як це наведено в роботі [2]. Під час математичного моделювання операції укладання можна виділити такі характерні етапи руху пакувальних одиниць :

переміщення пакувальної одиниці з ковзанням по робочій поверхні ролика та упорній площині;

переміщення пакувальної одиниці з ковзанням по робочій поверхні ролика;

переміщення пакувальної одиниці з ковзанням по робочій поверхні ролика і поверхні укладання;

переміщення пакувальної одиниці з ковзанням по напрямній площині і поверхні укладання;

переміщення пакувальної одиниці з ковзанням по поверхні укладання.

Тривалість операції укладання шару пакувальних одиниць відвідною роликівою приводною доріжкою можна визначити за формулою :

$$T_y = n \sum_{i=1}^{i=5} t_i \quad (1)$$

де n – кількість пакувальних одиниць в ряду шару групової упаковки;

t_i – тривалість i -го етапу операції укладання пакувальних одиниць на піднімально – опускну платформу.

Висновки. На основі аналізу та синтезу технологічних схем та структури машин для групового пакування пакувальних одиниць форми паралелепіпеда запропонована нова структура і конструкція машини, яка забезпечує безперервний режим укладання шарів пакувальних одиниць на платформу піднімально – опускного механізму, що суттєво збільшує продуктивність машини. Для вибору раціональних кінематичних і геометричних параметрів механізму накопичення шарів пакувальних одиниць розроблено математичну модель переміщення шару пакувальних одиниць відвідною роликівою приводною доріжкою на платформу піднімально – опускного механізму.

Література

1. Гавва О.М. Обладнання для групового пакування/ О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волочко – К.: УАД, «Упаковка», 2009 – 115с.
2. Кривопляс А.П. Пакеформировующие машины / А.П. Кривопляс, А.А. Кукибный, А.П. Беспалько и др. –М.: Машиностроение, 1982 – 242 с.

6. Установка для определения распределения давления по поверхности крыла в дозвуковом аэродинамическом канале

Николай Имирски, Донка Стоева, Христо Христов
Университет пищевых технологий, Пловдив, Болгария

Введение. Исследование распределения давления по поверхности тел является одной из наиболее часто встречающихся задач в практике аэродинамических лабораторий. Это исследование позволяет уточнить условия обтекания тела, дает исходные данные для расчета на прочность, а также ряд других необходимых материалов.

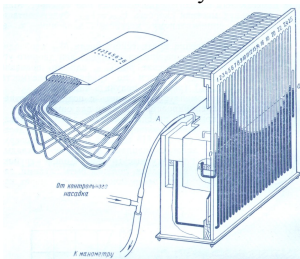
Материалы и методы. На основании отсчетов по батарейному манометру и микроманометру вычисляется безразмерная величина, называемая коэффициентом давления, а затем строятся графики распределения давления.

$$p = p_{\text{изб.}} / q = (p_{\text{точ.}} - p_{\text{ст.}}) / 0,5 \rho V^2$$

Здесь индекс „изб.“ – избыточному давлению в рассматриваемой точке („точ.“), а индекс „ст.“ – статическому. Полученные картины распределения давления на поверхности крыла позволяют определить аэродинамические силы и их коэффициенты. Для измерения давления служит прибор, называемый батарейным манометром *фиг.1*. Прибор приспособлен для измерения давления одновременно в большом количестве точек поверхности модели. Батарейный манометр состоит из бачка объема и ряда вертикальных калиброванных трубок. Бачок расположен на такой высоте, чтобы общий уровень жидкости (спирта) был достаточно высок; это позволит производить отсчет при понижении уровня жидкости в тех трубках, внутри которых будет при опыте действовать повышенное давление. Вертикальные трубки имеют общую шкалу; отметка „0“ этой шкалы поставлена на середине вертикального размера шкалы. Сверху к бачку подведена трубка А. Соединяя какую-либо из вертикальных трубок с точкой на крыле, где необходимо определить давление $p_{\text{точ.}}$, а трубку А – с измерителем статического давления потока $p_{\text{ст.}}$ по батарейному манометру измерим разность давления $p_{\text{изб.}} = p_{\text{точ.}} - p_{\text{ст.}} = (h_0 - h_{\text{точ.}}) \gamma$

Если давление $p_{\text{точ.}} > p_{\text{ст.}}$, то спирт в стеклянной трубке опустится ниже нуля шкалы, если же $p_{\text{точ.}} < p_{\text{ст.}}$, то спирт поднимется; поэтому положительные отсчеты по батарейному манометру нужно отсчитывать вниз, а отрицательные – вверх от нуля.

Результаты и выводы. В данной работе был сделан и описан батарейный манометр и соединен с аэродинамическим каналом. Аэродинамическая установка будет использоваться при работе со студентами. Аэродинамический стенд имеет дозвуковые низкое число критериев эффективности Маха и максимальная скорость воздушного потока 10 м/сек. Существует возможность изменить скорость потока и изменить угол атаки крыла.



Фиг. 1 Батарейный манометр и схема присоединения его к модели и приемнике статического давления

Литература

1. Горшенин Д., *Методы и задачи практической аэродинамика*, Москва, 1977.
2. Станков П., *Ръководство за упражнения и сборник задачи по механика на флуидите*, София, 1986.

7. Вдосконалення робочих елементів молоткової дробарки

Богдан Гембарук, Михайло Юхно

Національний університет харчових технологій

Вступ. Одним із процесів переробки матеріалів на підприємствах переробних виробництв являється подрібнення матеріалів середньої міцності та невеликої вологості. Найбільше застосування в сучасному виробництві знайшли молоткові дробарки.

Матеріали і методи. Подрібнення матеріалу молоткової дробарці проходить за рахунок зіткнення матеріалу з робочими органами дробарки, а також зіткнення в польоті самих частинок одна з одною. Основними робочими органами дробарки служать молотки, вільно насаджені на стержні дисків, закріплених на валу і колосникові решітки, встановлені в нижньому корпусі дробарки. Вдосконалення конструкцій цих елементів являється об'єктом дослідження для збільшення продуктивності. Експериментально досліджено продуктивність дробарки в залежності від розмірів скрізних отворів колосникової решітки.

Результати. Молоткова дробарка представляє собою корпус, в якому на підшипникових опорах змонтований ротор. Ротор складається з вала, на якому насаджені диски, по колу яких на визначеній відстані від осі обертання вільно насаджені на вісі молотки, основний робочий орган дробарки. Під час обертання вала молотки стають у радіальне положення і б'ють частки матеріалу, який завантажується через верхню воронку і подрібнюються до частинок встановлених розмірів. Подрібнений матеріал через колосникові решітки вивантажується. В запропонованій конструкції проведено вдосконалення молотка шляхом створення створення нової конструкції, оснащеного зміцненими стійкими проти спрацювання елементами, які розташовано по куткам пластини з двох сторін плоскої її поверхні, а також забезпечити надійне кріплення цих елементів до молотка, особливо під час роботи дробарки. Поставлене завдання вирішується тим, що молоток дробарки, виконаний переважно у вигляді пластини з отворами для його кріплення і оснащений стійкими проти спрацювання робочими елементами, згідно винаходу стійкі проти спрацювання елементи розташовано по куткам пластини з двох сторін плоскої її поверхні, причому указані елементи мають форму конусів, осі яких перпендикулярні боковій поверхні пластини, а вершини протилежних, конусних стійких проти спрацювання елементів направлено зустрічне, а основи виступають над поверхнею пластини. Нова сукупність суттєвих ознак є достатньою для вирішення поставленого завдання, а саме: розташування стійких проти спрацювання елементів по куткам пластини з двох сторін плоскої п пластини забезпечує надійну роботу молотка і його довговічність; виконання стійких проти спрацювання елементів у вигляді конусів, вершини яких направлено зустрічно, а основи виступають над поверхнею пластини утворює на робочій частині молотка форму виступаючого зуба, а між вершинами конусів стійких проти спрацювання елементів, утворюється розширення V - образної форми за рахунок спрацювання менш твердих частин молотка, чим різко підвищується якість подрібнювання і збільшується продуктивність дробарки.

Висновки. Розроблена конструкція дробарки з вдосконаленими молотками шляхом створення нової конструкції, оснащеними зміцненими стійкими проти спрацювання елементами, які розташовані по куткам пластини з двох сторін. Експериментально встановлена залежність по визначенню продуктивності дробарки враховуючи розміри отворів колосникової решітки.

8. Орієнтування тарних вантажів на гравітаційних спусках

Лук'яненко М.С., Гавва О.М., Кривопляс – Володіна Л.О.
Національний університет харчових технологій

Для раціонального розташування технологічного обладнання на підприємствах харчової промисловості здебільшого транспортні системи для тарних вантажів розташовують у другому рівні виробничої ділянки. Енергоефективним засобом переміщення тарних вантажів із другого рівня на перший, де розташовується обладнання для збільшення вантажних одиниць, є гравітаційні спуски. Конструктивне виконання їх саме різноманітне – суцільна, прямолінійна або криволінійна площина та їх комбінація, роликові та кулькові доріжки тощо. Під час формування збільшених вантажних одиниць, для забезпечення їх динамічної стійкості, шар вантажів формують із перев'язкою стиків. Формування такої структури шару потребує змінювати попередню орієнтацію вантажів (розвертання на 90° та зміщення відносно осі попереднього руху вантажу). Здебільшого ці операції виконуються окремим функціональним модулем пакетоформуючої машини [1]. З метою ресурсо та енергозбереження доцільним є виконання операцій орієнтування тарних вантажів на гравітаційних спусках.

Схеми гравітаційних спусків із орієнтуючими робочими органами наведені на рисунку.

Транспортна система із гравітаційним спуском включає: конвеєр 1 подачі тарних вантажів, що розташовані на другому рівні виробничої ділянки; гравітаційний спуск 2; орієнтуючий робочий орган 3 (упор, напрямна площина); відповідний конвеєр 4, розташований на першому рівні виробничої ділянки або є приймальним конвеєром пакетоформуючої машини. Вантаж 5 послідовно переміщується по трьох складових транспортної системи та відповідно до структури розташування вантажів у шарі взаємодіє із робочими органами орієнтуючих пристроїв.

Для математичного моделювання переміщення вантажу з подавального конвеєра 1 на відповідний конвеєр 4 з його орієнтацією доречно весь процес навести сукупністю окремих етапів, що характеризуються однаковою фізикою навантаження на тарний вантаж. Тривалість процесу переміщення дорівнює сумі витрат часу на кожному етапі.

Висновки. На основі проведених досліджень одержані аналітичні залежності за допомогою яких можна визначити тривалість операцій, кінематичні і силові параметри, геометричні параметри гравітаційного спуску робочих органів орієнтування та їх раціональне розташування відносно гравітаційної площини. Алгоритм розв'язання одержаних рівнянь передбачає застосування числових методів, тому що більшість рівнянь є нелінійними диференціальними рівняннями. Попередньо проведені експериментальні дослідження підтвердили адекватність припущень і математичних моделей.

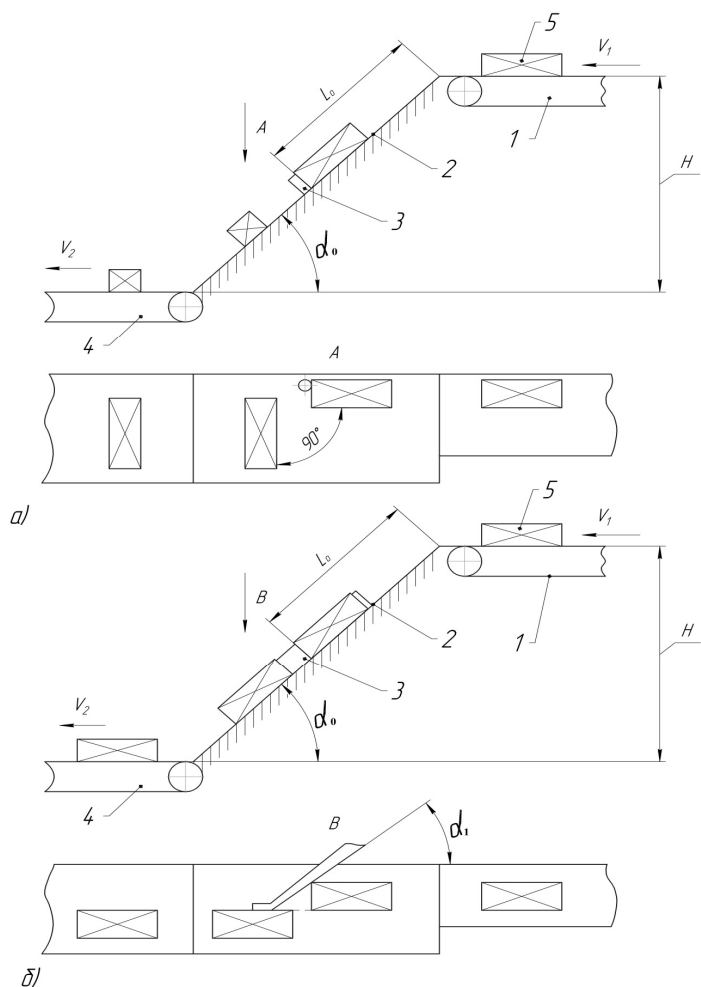


Рис. 1. Схеми орієнтування тарних вантажів на гравітаційному спуску:
 а) нерухомим упором , б) напрямною площиною.

Література

1. Гавва О.М. Обладнання для обробки транспортних пакетів /О.М.Гавва, А.П.Беспалько, А.І.Волчко //-К. ІАЦ Упаковка – 2006 – 96с.
2. Кривопляс А.П. Пакетоформирующие машины / А.П.Кривопляс, А.А.Кукибный, А.П.Беспалько и др. – М.Машиностроение, 1982 – 240с
3. Гавва О.М. Наукові основи розрахунку параметрів потоків транспортних систем харчових виробництв – дис. докт. техн. наук – К. УДУХТ 1996 – 534с.

9. Математичне моделювання процесів безперервного і дискретного дозування сипучих матеріалів в змішувальному агрегаті

Сергій Левик, Ярослав Тітарчук, Ольга Горчакова, Микола Якимчук
Національний університет харчових технологій

Вступ. Дозування багатокомпонентних харчових продуктів в апаратах з безперервною і дискретною (порційною) подачею матеріалу набуває особливого значення. Проведений аналіз теоретичних і експериментальних досліджень процесів для отримання сумішей сипучих матеріалів показує перевагу механізованого способу змішування в агрегатах безперервної дії в порівнянні з їх періодичним аналогом. Однак до теперішнього часу змішувачі безперервної дії (ЗБД) не отримали широкого поширення в промисловості, в основному через складність безперервної подачі вихідних компонентів в строго заданих співвідношеннях, особливо при співвідношенні змішування компонентів на рівні 1:100 і вище.

Матеріали і методи. Метою роботи є вивчення залежності похибок дозування від режимів роботи дозаторів безперервної та дискретної (порційної) дії. Безперервно потокове дозування відповідає установленим проміжкам часу:

$$[G_p(t) - G_{зад}(t)] \leq \Delta G_{дон}$$

де $G_p(t) = \int_t^{t+\Delta t} Q_p(t) dt$ – кількість матеріалу в дозі; $Q_p(t)$ – поточне значення витрат по параметру p ; $\Delta G_{дон}$ – допустиме відхилення дози; t – поточний час; Δt – тривалість формування дози. Значення $Q(t)$ можна отримати з виразу:

$$Q_i(t, \Delta t) = \int_t^{t+\Delta t} S(t) V(t) p(t) C_i(t) dt$$

де $S(t)$ – перетин потоку матеріалу; $V(t)$ – швидкість потоку матеріалу; $p(t)$ – щільність матеріалу; $C_i(t)$ – концентрація i -го компонента.

Результати. В результаті змін режимів роботи дозаторів виникають відхилення витрати $\Delta Q(t)$ і відповідно величини доз $\Delta G(t, \Delta t)$. Причинами відхилень можуть бути різні чинники. Для зручності подальшого розгляду було згруповано основні фактори, які є причинами відхилень витрат. Встановлено, що головна частина відхилення $Q(t)$ може бути визначена як повний диференціал:

$$dQ = \frac{\partial Q}{\partial S_0} dS_0 + \frac{\partial Q}{\partial V} dV + \frac{\partial Q}{\partial p} dp + \frac{\partial Q}{\partial C} dC$$

У свою чергу часткові диференціали: dS_0 , dV , dp , dC можуть бути визначені з залежностей:

$$\Sigma S_0 = f(\Delta b, \Delta h, \delta, \sigma \dots); V = (\Delta P, \omega, \sigma_\omega, U, \sigma_U \dots); p = f(P, T, z, \delta, \sigma_\delta); C = f(G_i, G)$$

де Δb , Δh – неточність ширини і висоти в певному перетині відповідно, м; δ – середній розмір частинок дозуючого середовища, м; σ_δ – середньоквадратичне відхилення розмірів частинок дозуючого середовища, м; ΔP – перепад тисків на дозуючому пристрої, Н/м²; $\omega, \sigma_\omega, U, \sigma_U$ – частота; P – тиск дозуючого середовища, Н/м²; T – температура дозуючого середовища, К; z – стисливість дозуючого середовища; G_i – зміст i -го компонента.

Висновки. Встановлено залежність похибок дозування від режимів роботи дозаторів безперервної (шнекового і спірального типів) і дискретної (порційного) дії. Це дозволяє визначати раціональні режими розвантаження дозаторів, які забезпечують оптимальне формування як окремих потоків дозування, так і сукупного матеріалопотоку на виході блоку дозаторів.

10. Розробка пневматичних систем дозування рідких харчових продуктів

Людмила Луценко, Ольга Тіт, Владислав Якимчук, Микола Якимчук
Національний університет харчових технологій

Вступ. Для вирішення задач дозування рідких харчових продуктів в споживчу тару найбільшого поширення набули дозатори об'ємно-поршневого типу з мірними камерами змінного об'єму і з клапанно-поршневими виконавчими механізмами, а також дорогі вагові дозатори імпортного виробництва.

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження та розробка методики проектування систем автоматизованого дозування (САД) харчових рідин в споживчу тару для малих виробництв харчової галузі з широкими функціональними можливостями переналадження.

Результати. Для визначення узагальненого параметру керування пневматичною системою встановлено зв'язок між обсягом дози (V_d) за час (T_d) циклу порційного дозування і поточної величиною витрати ($Q(t)$) на виході дозуючого пристрою. Шуканий зв'язок між зазначеними параметрами визначено при використанні нового способу порційного дозування. Даний спосіб передбачає одночасне виконання операцій порційного дозування - транспортування рідини, відмірювання її дози і подачу. При цьому обсяг дози, що формується за час T_d , пов'язаний з її витратою $Q(t)$ співвідношенням:

$$V_d = \int_0^{T_d} Q(t) dt$$

Миттєву величину витрати $Q(t)$ змінюють за допомогою її автоматичного дозування, заданим законом руху: спочатку збільшують на протязі часу від його початкового мінімального значення Q_{min} , до деякого, фіксованого для кожної дози, а потім зменшують до нуля. Зазначені зміни параметра $Q(t)$ показані на рис. 1. пунктирними лініями монотонно зростаючою ($\psi_1(t)$) і спадаючою ($\psi_2(t)$) функціями, що мають нульовий корінь.

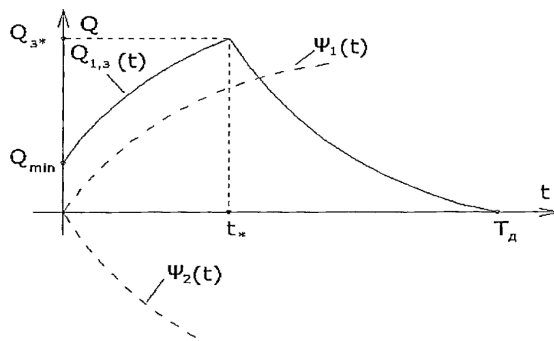


Рис. 1. Графік зміни технічних параметрів пневматичного дозатора при порційному дозуванні рідких харчових продуктів

Висновки: На основі запропонованого нового способу порційного дозування рідких харчових продуктів розроблений нову конструкцію САД з єдиним вихідним параметром - поточною величиною витрати на виході ДП та встановлено взаємозв'язок між тиском стисненого повітря в пневматичній системі керування.

11. Дослідження процесу подрібнення полімерних матеріалів в роторних дробарках

Ольга Горчакова, Сергій Іванченко, Сергій Токарчук, Микола Якимчук
Національний університет харчових технологій

Вступ. Технологічний процес переробки використаної упаковки включає в себе її подрібнення. Традиційно таку операцію виконують дробарки різних конструкцій. У зв'язку з цим дослідження процесів подрібнення полімерних матеріалів, що забезпечують необхідну дисперсність, і низькі питомі енерговитрати є актуальною задачею.

Матеріали і методи. Встановлено, що в роторно-молотковій дробарці на якісні показники подрібнення впливають наступні фактори: D_i – дисперсність матеріалу, T – час подрібнення (с), d – діаметр отворів сита (мм), m – маса матеріалу (кг), l – визначальний розмір матеріалу (мм), що подрібнюється. В якості зразка використовувались закупорювальні полімерні засоби з ПЕНД (поліетилену високої щільності).

Результати. В результаті досліджень розроблено та виготовлено експериментальну установку роторно-молоткової дробарки, що складається зі станини, натяжного пристрою, електродвигуна, бункера, ротора та корпусу. На даній установці було проведено багатофакторний експеримент типу $T = f(d, l, m)$.

Додатково були проведені дослідження впливу наведених факторів на зміну потужності двигуна, характеристика якої через спеціальні пристрої фіксувалась на комп'ютері в реальному часі (рис. 1).

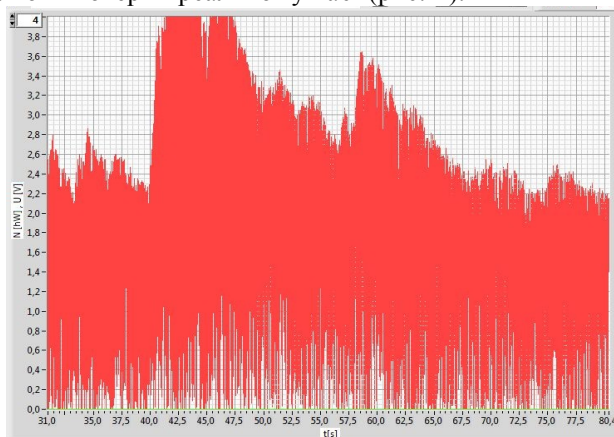


Рис. 1. Залежність потужності двигуна від часу подрібнення

За результатами аналізу графіка, можна визначити 3 зони потужності: номінальну, пікову та мінімальну. Експериментально встановлено, що за характеристикою навантаження можна визначити час подрібнення однієї дози матеріалу та забезпечити характеристику роботи двигуна в номінальному режимі навантаження.

Висновки. За результатами експерименту отримано рівняння регресії для основних факторів впливу: $T = 5,03 \cdot d + 19,89 \cdot l + 10,41 \cdot m - 32,85 \cdot d \cdot l$

12. Моделювання роботи роторно-ножових дробарок з різними робочими органами

Ольга Горчакова, Ігор Черпак, Світлана Мироненко, Микола Якимчук
Національний університет харчових технологій

Вступ. У зв'язку зі збільшенням споживання пластиків зростає і кількість відходів, використання яких є економічно та екологічно доцільним з урахуванням зростання вартості сировини та зменшення його ресурсів. У багатьох випадках вторинна сировина може використовуватися для заміни первинних матеріалів. Оптимальним вирішенням проблеми рециклізації відходів з ПЕНГ в Україні є їх вторинна переробка. У своїй більшості переробка механічним способом здійснюється на роторних дробарках.

Матеріали і методи. Метою дослідження є створення 3-D моделі роторної дробарки для порівняння різних конструкцій робочих органів. Моделювання проводилось згідно типових режимів навантаження, які сприймає на себе електродвигун роторної дробарки під час подрібнення полімерів.

Результати. Моделювання роботи роторної дробарки дозволило провести візуальне дослідження процесу руху матеріалу, що подрібнюється в роторній дробарці. В результаті досліджень було виявлено, що найбільше навантаження сприймає кромка ножа, а подрібнення відбувається в зазорі між ножем та внутрішнім корпусом дробарки.

Для дослідження конструкцій ножів було створено їх моделі. Враховуючи режими роботи, що характерні для процесу подрібнення полімерів, було обрано основні типи ножів дробарок, а саме з трьома, п'ятьма ножами та пилами (рис.1).

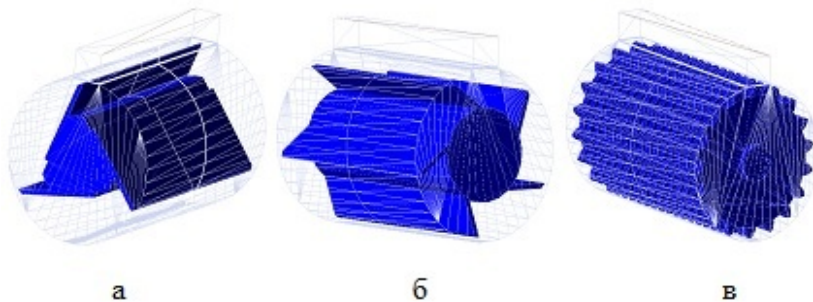


Рис. 1. Типи промодельованих дробарок: а) трьома ножами; б) п'ятьма ножами; в) пилами.

Висновки. Отримані результати моделювання дозволили провести порівняння витрат енергії в ножових дробарках для подрібнення полімерів з трьома, п'ятьма ножами та з пилами. Встановлено, що найбільше навантаження сприймає електропривод, ротор якого виготовлений з пил, а найменше – з п'ятьма ножами. Отримані результати досліджень можна використати при розробці нових конструкцій роторно-ножових дробарок.

13. Дослідження процесів підготовчого циклу переробки використаної упаковки

Назар Аріскін, Сергій Юрченко, Володимир Костюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. Стрімкий розвиток та використання пакувальних матеріалів, та упаковки, масове ввезення упакованої продукції і таропакувальних матеріалів із-за кордону створює все більш актуальною темою питання та проблеми її переробки.

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження стану процесів підготовчого циклу переробки використаної упаковки в Україні. При дослідженні використовувалися існуючі практичні способи зменшення об'ємів використаної упаковки, її переробки, теоретичні методи аналізу літературних джерел та технічних рішень.

Результати. Використана упаковка дуже швидко потрапляє у тверді побутові відходи. Транспортування їх від місць утворення до переробних підприємств є одним з найбільш затратних заходів. Процеси підготовчого циклу включають цілу низку способів та методів – пресування, збирання та попереднього сортування, очищення, розділення за видами, кольором; розпізнавання за видом матеріалу, подрібнення, сушіння, тощо. Використана упаковка може потрапляти на переробні комплекси в несортованому вигляді і після роздільного збирання. Перший характеризується можливостями відбирання до 10 % корисної вторинної сировини, другий – 50, 90 і 95 % вторинної сировини. Проведено дослідження процесів розділення полімерів на існуючих пілотних проектах підприємств комунальної власності. Наявні вітчизняні виробничі системи збирання та переробки відходів, з урахуванням економічного стану країни, власними силами вирішити питання процесів підготовчого циклу не можуть. Відсутність відповідного законодавства й системи призводить до значних збитків у нашій країні. Крім того, вартість утилізації відходів завезеної упаковки повністю лягає на українських громадян. До того ж така «економіка» дає змогу іноземному виробникові ще й за цей рахунок продавати свою продукцію з неабиякою вигодою для себе, ставити цим самим вітчизняного виробника у нерівні конкурентні умови. Тому потрібні термінові заходи щодо створення та втілення в життя гарантованої системи збирання, сортування, переробки та утилізації відходів тари й упаковки.

Висновки. Аналіз використання енергетичних потенціалів на проведення в цілому процесів підготовчого циклу переробки використаної упаковки вказує на великі економічні витрати та екологічні проблеми для майбутнього, що потребує відповідного регулювання законодавчими актами.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Шубов Я.* Комплексное управление твердыми бытовыми отходами и их утилизация // Теоретические и прикладные проблемы сервиса (научный журнал), 2006, №1, с. 3-10.

14. Дослідження процесу переформування масиву пляшок в два ряди з розробкою відповідного пристрою

Олексій Барабаш, Михайло Юхно

Національний університет харчових технологій

Вступ. Сучасні високовиробничі лінії розливу харчових продуктів мають в своєму складі різні накопичувальні пристрої, пристрої для формування та розформування масивів пляшок, пристрої для отримання однорядного потоку із багаторядного і навпаки. Недоліком таких пристроїв є утворення заторів.

Матеріали і методи. Теоретичні дослідження процесу утворення заторів проводились на несучій площині пристрою для розформування багаторядного масиву пляшок в однорядний внаслідок взаємодії між її вантажонесучими елементами: несучою площиною пляшками і елементами каркаса (направляючими). Беззаторне проходження процесу переміщення пляшок досягається за рахунок різниці швидкостей вантажонесучих елементів, вибором геометричних і динамічних характеристик, додаткового ворухіння пляшок в масивах. В даній роботі розроблений більш продуктивний пристрій для розформування багаторядного масиву пляшок в дворядний.

Результати. Встановлення умов виникнення заторів на основі силових і геометричних відносин з врахуванням коефіцієнтів тертя дозволило розробити пристрій беззаторного розформування багаторядного масиву пляшок в два ряди, який представляє собою накопичувальну площину з багаторядних пластинчастих конвеєрів з бічними напрямними нерухомими і рухомими, рухомими напрямними у вигляді трикутника, розміщеного гострим кутком проти ходу конвеєрів накопичувальної площини вздовж її поздовжньої осі. При цьому крайні пластинчасті конвеєри накопичувальної площини переміщуються зі швидкістю більшою ніж середні конвеєри цієї площини. Бічні напрямні трикутника в частині звуження потоку виконано з можливістю зворотньо-поступального в протифазі руху з величиною ходу від одного до півтора діаметра пляшки. Пристрій працює наступним чином. У масиві пляшок що знаходяться на конвеєрі-накопичувачі, під дією сил тертя здійснюється перебудовування і переміщення пляшок в напрямку відвідних конвеєрів. Затор, як правило, виникає в результаті контакту двох чи кількох виробів між собою і бічними напрямними. Перебудова багаторядного масиву в однорядний забезпечується за рахунок контакту пляшок одна з одною і бічними напрямними. Результатом цієї перебудови, як правило, є утворення заторів, який теоретично може виникнути при будь-якому числі пляшок але частіше він є наслідком контакту двох-трьох пляшок з бічними напрямними на виході з накопичувальної площини і послідовним переходом на відвідні конвеєри. Однак, у будь-якому випадку зворотньо-поступальний рух бічних напрямних руйнує затори.

Висновки. В даній роботі розроблені умови виникнення заторів на основі силових і геометричних відношень з врахуванням коефіцієнтів тертя. Враховуючи умови і сукупність запропонованих особливостей елементів конструкції пристрою дозволяє забезпечити гарантовану роботу в режимі розформування, неможливості при цьому утворення заторів пляшок і збільшення продуктивності ліній розливу харчових продуктів.

15. Нормативна база характеристик пакувальних матеріалів

Максим Халіман, Максим Бойко, Володимир Костюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. Сучасна упаковка трансформувалась в активний ринковий інструмент. Такий інструмент буде корисним тільки тоді, коли він дотримується відповідної нормативної бази.

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження нормативної бази характеристик пакувальних матеріалів. При дослідженні використовувалися теоретичні методи аналізу літературних та доступних джерел інформації, діючі види стандартів, нормативно правових актів та законів, що регламентують і стосуються асортименту і характеристик пакувальних матеріалів.

Результати. Останні роки спостерігається інтенсивний розвиток ринку пакувальних матеріалів, розширюються функції упаковки. Для сприяння збереження якості продукції, що пакується, дотримання загальних технічних вимог і методів дослідження використовується стандартизація пакувальних матеріалів. Найбільш поширеними на практиці є нормативні документи ISO, DIN, ASTM, ГОСТ. Із врахуванням широкого асортименту пакувальних матеріалів, нормативна база набуває значення великої комплексної проблеми. Існує значна кількість стандартів, які постійно вдосконалюються і регламентують порядок, особливості та вимоги визначення тих чи інших характеристик. Разом з цим наявні деякі розбіжності і взагалі відсутність, наприклад, міжнародних (ISO), чи стандартів (DIN) для визначення окремих характеристик плівок та ламінатів – пропускання світла, прозорість, тощо. В особливому стані представляється нормативна база питань подальшої переробки та утилізації використаної упаковки. Для України вона характеризується відміною застарілих актів і відсутністю нових. Згідно з євро стандартами до кожної пакувальної одиниці, яка надходить на європейський ринок, висуваються 5 основних вимог: скорочення відходів за рахунок економії матеріалу; можливість повторного використання упаковки; можливість рісайклінга матеріалу; можливість відтворення енергії; органічне відтворення (біологічні розкладання). Розроблено 5 проектів стандартів для членів ЄС.

Висновки. Проведений аналіз нормативної бази характеристик пакувальних матеріалів вказує на значну відсутність стандартів (ДСТУ), необхідність їх розроблення, поновлення та прийняття законодавчих документів, що регламентують їх цикл життя – виготовлення, використання, переробку (вторинну), утилізацію.

Література.

1. *Костюк В.С.* Фізико-хімічні властивості пакувальних матеріалів. / В.С. Костюк, А.І. Соколенко, К.В. Васильківський та ін. // Навч. посібник – К.: Кондор-Видавництво, 2013. – 402 с.

16. Скляна тара в технологіях пакування

Олександр Перов, Дмитро Коновал, Володимир Костюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. Одним з найдревніших матеріалів для фасування продуктів харчової промисловості є скло. Використання його характеризується ємкостями, що налічують велику кількість видів та геометричних форм.

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження особливостей використання скляної тари в лінійх пакування харчової та інших галузях промисловості, загальні та специфічні вимоги, які характеризують у своїй повноті виявлення експлуатаційних, споживчих та інших властивостей продукції. При дослідженні використовувався теоретичний метод аналізу літературних та інших доступних джерел інформації.

Результати. Дослідження в 12 країнах Європи показали, що для продуктів харчування і напоїв понад 74 % споживачів віддають перевагу скляній упаковці. Скляна тара визнана всім світом найбезпечнішою та найекологічнішою у пакуванні харчових продуктів, вона є прерогативою у пакуванні натуральних продуктів та продуктів здорового харчування. Сьогодні все більше поширюється науково доведена думка про потенційно небезпечний вплив на здоров'я безпосередньо тари продуктів та напоїв. Аналіз використання скляної тари в Україні, наприклад, в молочній промисловості вказує, що структура її застосування у відсотках за обсягом за останні 30 років зменшилася більш ніж у 12 разів. Зменшення відноситься до лікєро-горілчастих виробів, пива де найпоширенішими є пляшки місткістю в 0,5л, а фасування в них сьогодні складає до 35 %, продуктів виробництва консервної промисловості – банки 0,5л. Сильні позиції скла у фармацевтичній промисловості де до якості та часу життя упаковки ставляться самі високі вимоги. Вторинне використання склотари, в порівнянні з минулими роками теж характеризується скороченням, втратою існуючих економічних і організаційних механізмів цього процесу. Якщо порівняти провівши паралелі між українськими та радянськими цінами, то склотара подешевшала приблизно в 17-18 разів. Україна має певні досягнення у виробництві склотари. Для повного забезпечення харчових підприємств склотарою передусім необхідна інформація про її потреби. Сьогодні в державі немає єдиного централізованого розподілу продукції між споживачами, що робить ринок збуту та використання хаотичним.

Висновки. Проведено аналіз та розглянуто організаційні можливості стану повторного використання тари в реаліях України, проблеми збору та рециклінгу. Проаналізовано досвід інших країн з використання скляної тари.

Література.

2. Стекольная индустрия Украины: состояние, динамика и перспективы развития 2008-2012 гг. – Киев, 2012. – 262 с.
3. *Костюк В.С.* Фізико-хімічні властивості пакувальних матеріалів. / В.С. Костюк, А.І. Соколенко, К.В. Васильківський та ін. // Навч. посібник – К.: Кондор-Видавництво, 2013. – 402 с.

17. Механіко технічні основи проектування систем дозування для сипучих харчових продуктів

Андрій Шевченко, Олександр Володін, Людмила Кривопляс-Володіна
Національний університет харчових технологій

Вступ. Процес автоматизованого керування дозуванням сипких матеріалів та приготування багатоконпонентних сумішей є невід'ємною часткою сучасних технологічних процесів. Одною з найбільш важливих задач систем безперервного дозування, що входять до технологічного циклу багатьох підприємств хімічної, енергетичної та харчової промисловості, є забезпечення рівномірної подачі матеріалу строго відповідно до рецептури, що стає можливим лише за рахунок підвищення якості процесу керування та підвищення рівня автоматизації. Отже, актуальною є задача розробки або модернізації автоматизованих систем керування процесами безперервного дозування з використанням нових алгоритмів функціонування, більш досконалої структури.

Матеріали і методи. В даній роботі були використані методи планування експерименту, статистичного аналізу, динамічної ідентифікації, а також фундаментальні залежності, що описують рух сипких матеріалів. Об'єкт дослідження – процеси керування дозуванням сипких матеріалів.

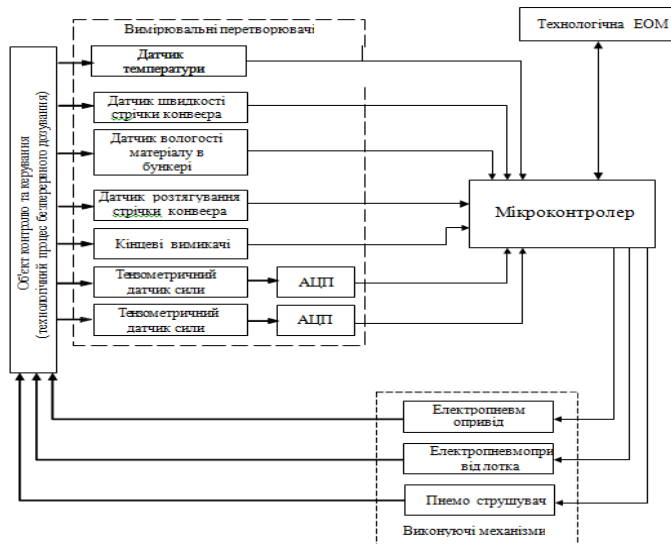


Рис. 1. Схема керування процесом дозованої подачі сипких матеріалів

Результатами досліджень є проведені дослідження дозволили описати поведінку сипкого матеріалу в процесі переміщення по похилій площині ваговимірювального лотка при різних кутах нахилу й вологості сипкого матеріалу, виявити ступінь впливу окремих факторів, розкрити можливості поліпшення технічних показників системи, а також одержати певну інформацію для здійснення даної можливості. Встановлено, що кут нахилу ваговимірювального лотка необхідно змінювати в залежності від вологості сипкого матеріалу.

Висновки. Враховуючи вплив на вихід таких моделей вологості сипкого матеріалу, що контролюється за допомогою датчика вологості у витратному бункері, в спрощеному варіанті системи керування для формування задаючих уставок в контурі керування кутом нахилу лотка можливо обмежитися вживанням залежності вигляду «вологість матеріалу – бажане значення кута нахилу лотка».

18. Спосіб переробки використаних побутових виробів

Назар Аріскін, Сергій Юрченко, Геннадій Валіулін, Володимир Костюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. На вітчизняних сміттєвих полігонах накопилось значна кількість різноманітних відходів. З них не більше 10-12 % переробляються на вторинні ресурси. Інші відкладаються на поверхні сховищ, накопичуються в териконах, зола відвалах, що створює серйозну екологічну загрозу.

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження кількісних та якісних характеристик матеріалів, що потрапляють до твердих побутових відходів у житлових масивах населених пунктів, пошук шляхів та методів їх знешкодження та повторного використання. При дослідженні використовувалися дані підприємств комунальної власності, методи аналізу літературних джерел та технічних рішень.

Результати. Проведені дослідження показують, що в Україні постійно створюються відходи, які на одного мешканця сьогодні складають біля двох кубічних метрів у рік. В екологічному секторі їх переробка відбувається у кількостях, що значно менші вимог змін до директиви 2004/12/ЄС. Економічною кризою створилася і до того загострена проблема їх переробки, оскільки ні державні, ні приватні вітчизняні заводи не функціонують у потрібних масштабах. Аналіз складових відходів привернув увагу наявності використаних батарейок, які відносяться до першого класу хімічних відходів. В Україні вже була практика співпраці з іншими країнами (Ізраїль, Польща) по вивезенню хімічних відходів з українських полігонів, але враховуючи різке падіння гривні Україна не спроможна оплачувати вивіз відходів за кордон. Тому вони почали накопичуватись на несанкціонованих місцях. Викинута металева оболонка батарейки, пошкоджується вже через декілька тижнів, випускаючи назовні такі небезпечні речовини як ртуть, марганець, цинк та нікель. Одна пальчикова батарейка забруднює тяжкими металами близько 20 квадратних метрів землі. Оскільки полігони не оснащені захисною фільтрацією від шкідливих домішок та тяжких металів, вони потрапляють в ґрунт та ґрунтові води, а звідти в річки, озера або в артезіанські води, які використовуються для питного водопостачання. В результаті, один з самих небезпечних металів – ртуть – може потрапляти в організм людини як безпосередньо з води, так і при вживанні в їжу продуктів, мігруючи через рослини або тварини.

Для переробки використаних батарейок пропонується спосіб утилізації, що включає виробничу лінію на якій утилізуються мікросхеми. Переробка складатиметься з двох частин: перша – механічна, в дробарці від батарейок відділяють оболонку та подрібнюють вміст, потім на сепараторі з магнітною рухомою стрічкою відокремлюють метал. Друга – хімічна, з нагріванням та додаванням відповідних добавок за певних умов. Завдяки такій переробці можна використовувати, наприклад, солі цинку в медицині – виготовляти цинкову мазь, солі марганцю в хімічній галузі та фармацевтиці, графіт в машинобудуванні, для простих олівців, метал в чорній металургії, тощо.

Висновки. Впровадження запропонованого способу використаних побутових виробів це необхідний крок до зменшення хімічних відходів, та покращення екологічної ситуації в нашій країні.

19. Визначення розмірів виконавчого механізму укладальника

Павло Петренко, Вадим Гриценко, Олександр Ковальов, Володимир Костін
Національний університет харчових технологій

Вступ. Ряд машин для укладання фасованих продуктів в тару мають в своїй основі механізм, який забезпечує рух захватної головки вздовж траєкторії з постійним радіусом кривини. Наприклад, до цієї групи відносяться машини для укладання пляшок в ящики фірми «Stork-bepak» (Голландія) і «MVK» (Словаччина), автомати фірми «Steinle» та «Seitz Enzinger Noll» (Німеччина) та ін. В конструкції таких машин для переміщення шару упаковок використовується коромисловий важільний механізм, у поєднанні з зубчастими або ланцюговими передачами. Такий механізм має ряд суттєвих переваг, а саме: для операції підйому, переміщення і укладання шару упаковок використовується лише один привод; відсутні ударні явища; малі витрати при експлуатації; енергоефективність.

Матеріали і методи. При проектуванні пристроїв з подібним типом механізму переміщення, треба визначити допустимі співвідношення між габаритами тари та розмірами вузла переміщення. Тому що з одного боку, треба забезпечити найменші розміри і відповідно масу укладальника, з іншого боку виключити можливі контакти шару упаковок із стінкою тари та з бічними напрямними вузлів формування. Тому була досліджена конструкція укладальника із типовим варіантом компоновки, коли захоплююча головка кріпиться до важеля на консолі, а привод механізму переміщення розташований збоку (рис. 1).

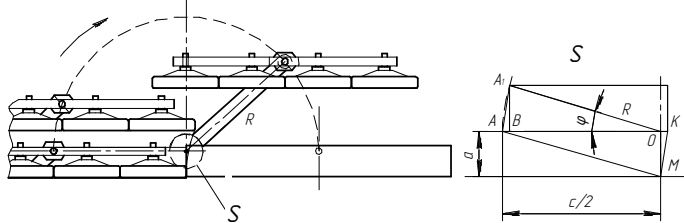


Рис. 1. Схема укладальника з траєкторією руху по колу

При такому компоюванні розміри механізму переміщення і відповідно траєкторія руху упаковок будуть найменшими, при умові що, зони формування шару і переміщення тари розташовані рядом. На першому етапі розглянутий випадок, коли товщина стінок коробки мала, тому розміри тари і габарити шару упаковок вважалися однаковими. З рисунку видно що тут є контакт шару упаковок з боковою стінкою коробки, а саме крайній правий ряд упаковок при підйомі буде деформувати тару (зона ОК). Аналогічний контакт буде і на ділянці опускання при укладанні шару в тару. Максимальна деформації тари (ОК) буде рівнятися довжині ділянки АВ:

$$l_{AB} = \frac{c}{2} \cdot \left[1 - \cos \left(\arcsin \frac{2 \cdot a}{c} \right) \right], \quad (1)$$

Залежність (1) використано для визначення мінімального радіусу траєкторії руху захватів, який буде рівнятися новій довжині важеля:

$$R_{\min} = \frac{c}{4} \cdot \left[3 - \cos \left(\arcsin \frac{2 \cdot a}{c} \right) \right], \quad (2)$$

Висновки. Отримані залежності дозволяють визначити необхідне зміщення вузла формування та мінімально допустиму довжину приводного важеля.

20. Укладальник з захватними головками, що рухаються в проти фазі

Олег Ігнатенко, Олег Мінчинській, Володимир Костін, Олександр Ковальов
Національний університет харчових технологій

Вступ. Одна із конструктивних схем укладальників (Г – подібна, або П – подібна), яка широко застосовується при проектуванні сучасних машин, це схема з однією, або двома колонами по яким рухається вертикально каретка з горизонтальною балкою - напрямною. По балці, в зонах між вузлом формування шару та транспортною тарою переміщуються захватні головки. Основним недоліком подібної компоновки модуль-них вузлів та елементів є значні динамічні навантаження, які виникають в наслідок консольного розташування захватних головок відносно вертикальних колон. Як наслідок значно збільшуються металоємність та енергоємність конструкції.

Матеріали і методи. З метою поліпшення характеристик укладальників даної групи, була запропонована нова схема компоновки привода горизонтального переміщення та схема розташування захватних головок (рис. 1).

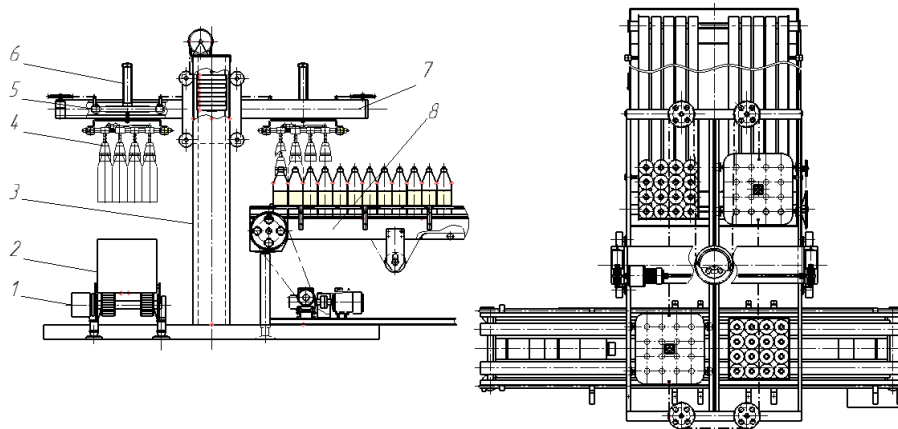


Рис. 1. Укладальник з двома захватними головками: 1 – конвеєр; 2 – ящик; 3 – колона; 4 – захватна головка; 5 – теліжка горизонтального переміщення; 6 – пневмоциліндр; 7 – горизонтальна балка; 8 – вузол формування шару.

В представленій схемі дві захватні головки рухаються горизонтально в протилежних напрямках за рахунок закріплення їх, на різних гілках приводної ланцюгової передачі. При чому сам мотор – редуктор привода горизонтального переміщення, монтується на балці симетрично по центру колон. При роботі захватні головки будуть розташовані весь час на однакових відстанях від осі колон і не зрівноваженим залишиться тільки шар упаковок.

Висновки. Запропонована конструкція приводного механізму і схема компоновки дозволяє зрівноважити захватні головки, суттєво зменшити консольне навантаження і як наслідок металоємність машини. Також дана схема забезпечує зручність доступу до всіх вузлів укладальника, їх заміну та ремонт, дозволяє зменшити експлуатаційні витрати.

21. Дослідження гравітаційних опускних поворотних жолобів

Олександр Зродніков, Анатолій Соколенко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Для переміщення вантажів в харчовій промисловості використовують безліч пристроїв і машин: різноманітні конвеєри, промислові роботи тощо. Задача по переміщенню вантажів зводиться до мінімізації енергетичних витрат та можливість регулювання законів переміщення. Відносна простота конструктивного виконання гравітаційних опускних пристроїв пояснює їх широке розповсюдження.

Матеріали та методи. Дослідження виконано з використанням рівнянь рівноваги оснований на основних законах тертя.

Результати. Розглянемо розрахункову схему для визначення співвідношення між параметрами δ та α (рис. 1)

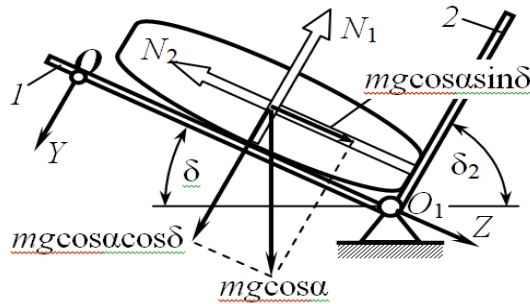


Рис. 1. Схема до визначення співвідношення між параметрами δ та α : 1 і 2 – грані жолоба

Відомо, що

$$F_{m_1} = f_1 N_1; \quad (1)$$

$$F_{m_2} = f_2 N_2; \quad (2)$$

Умови рівноваги в проекціях на осі OZ і OY записуються у формі

$$N_2 = mg \cos \alpha \sin \delta; \quad (3) \quad N_1 = mg \cos \alpha \cos \delta. \quad (4)$$

Тоді умова самогальмування має вигляд

$$f_1 mg \cos \alpha \cos \delta + f_2 mg \cos \alpha \sin \delta = mg \sin \alpha; \quad (5)$$

або

$$f_1 \cos \alpha \cos \delta + f_2 \cos \alpha \sin \delta = \sin \alpha; \quad (6)$$

В кінцевому результаті маємо

$$\delta = \arcsin \frac{2f_2 \sin \alpha \pm \sqrt{4f_2^2 \sin^2 \alpha - 4(f_1^2 \cos^2 \alpha + f_2^2 \cos^2 \alpha)(f_1^2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)}}{2(f_1^2 \cos^2 \alpha + f_2^2 \cos^2 \alpha)} \quad (7)$$

Висновок. За фіксованих значень коефіцієнтів тертя f_1 та f_2 існує можливість досягнення умови самогальмування при зміні в певних межах кута α розташування поздовжньої осі жолоба за рахунок кута δ .

22. Моделювання робочих процесів струменево-сопловими пристроями розпилення газо-рідинної суміші

Андрій Маслянко, Олександр Гавва, Людмила Кривопляс-Володіна
Національний університет харчових технологій

Вступ. Застосування стисненого повітря (газу) в струменево-соплових пристроях є актуальним, враховуючи такі параметри: продуктивність (швидкість потоку стисненого середовища сягає 25 м/с), пожежо- і вибухобезпечність, можливість регулювання тиску в системі розпилення, можливість випуску відпрацьованого робочого тіла в атмосферу. Для підвищення ефективності розпилювальних апаратів, які використовуються в пакувальному обладнанні, проведено дослідження шляхом математичного моделювання. Висвітлено питання компонування і застосування апаратів струменево- соплового типу на прикладі елементної бази WindjetNozzle. На підставі фізичного і математичного опису моделей здійснено розрахунок апаратів. Виконано порівняльний аналіз існуючих конструкцій.

Матеріали і методи. При вирішенні поставлених завдань використовувалися такі методи: аналіз науково-технічної інформації, фізичне і математичне моделювання, фізичний експеримент (рис. 1). Об'єктом дослідження обрано процес в соплових системах різної конфігурації WindjetNozzle.

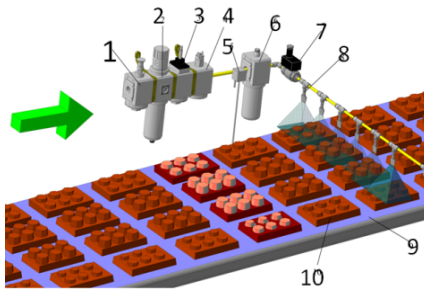


Рис.1 Загальна схема дослідної установки;

1 – електропневматичний пусковий клапан установки розпилення; 2 – фільтр-регулятор; 3 – клапан "м'якого" пуску; 4 – клапан безпеки; 5 – реле тиску з дискретним сигналом і двома діапазонами зміни тиску на виході; 6 – маслорозпилювач для введення рідинної суміші в потік повітря; 7 – клапан електромагнітний мембранний; 8 – сопло-насадка WindjetNozzle, 9 – конвеєр, 10 – продукція

Для створення ефективного пристрою розпилення газо-рідинної суміші на базі математичного моделювання розроблено методику поелементного розрахунку втрат та уточнено методику розрахунку газодинамічних і геометричних параметрів, а також характеристику пристрою за допомогою введення коригувальних розмірних і безрозмірних залежностей.

Результати досліджень є моделювання і дослідження плинності газу в проточній частині реверсивної струминно-реактивної розпилювальної системи за допомогою програмного комплексу FlowVision.

Висновки. За результатами проведеного моделювання отримано залежності для відчутної зміни надлишкового тиску; показано та проаналізовано структуру потоку, виявлено основні зони, що знижують ефективність розпилення; встановлено, що результати механічного моделювання з достатньою точністю збігаються з результатами експериментальних досліджень.

23. Аналітичні і експлуатаційні дослідження процесу дозування сипких продуктів

Сергій Савельєв, Костянтин Васильківський
Національний університет харчових технологій

Вступ. На ринку круп відродилася тенденція зростання в зв'язку з поліпшенням благостроєння народу. В структурі виробництва лідером стабільно займає гречка, біля 40 %, що користується великим попитом у населення. У споживчому кошику з нею може змагатися хіба тільки рис. питома вага інших видів круп колебеться від 10 до 2

Матеріали і методи. Метою роботи є дослідження малогабаритних об'ємних дозаторів для фасування круп (рис, гречка), які мають підвищену точність виміру маси доз в тару. Для досягнення поставленої мети і вирішення відповідних завдань використовувалися методи: математичного моделювання процесу об'ємного дозування круп; теорії ймовірностей і математичної статистики, які дозволили з достатньою точністю провести експериментальні дослідження. Застосування комп'ютерних програм сприяло зменшенню трудомісткості обробки експериментальних даних.

Результати. При низькій інтенсивності вібрації крупинки переміщуються з інтервалом відносного спокою також в сторону основи

$$A\omega^2 < gf \cos \alpha$$

A - амплітуда, м;

ω - частота, рад/с;

g - прискорення вільного падіння $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;

f - коефіцієнт опору переміщення частинки;

α - кут при основі конуса.

Крупинки знаходяться на конусі, здійснюють поступальні кругові коливання з частотою вібратора і радіусом, завжди меншим амплітуди коливання. Також зростає рівномірність заповнення ємності.

Під дією вібрації приходив в рух верхній шар. Крупинки орієнтувалися великою стороною уздовж твірної конуса і сповзли вниз в сторону циліндра мірної ємності. При русі крупинок виникає їх орієнтація щодо напрямку руху. Вони займають положення в якому опору руху найменше. При цьому стійкість зростає при розгоні і спадає в разі гальмування. Тому різке гальмування тіла пов'язано з його дезорієнтацією. Швидкість орієнтації тіла також зростає зі зменшенням сил взаємодії між частинками сипучого середовища.

Як випробуваного тіла прийнятий рис. Крупинки фарбували іншим кольором. Для визначення верхніх шарів продукту, прозору мірну ємність засипали наполовину випробуваним тілом і розрівнювали поверхню. Продукт висипався, утворюючи гірку. Включали вібратор і плавно змінювали частоту коливання, спостерігаючи за гіркою. Фіксували прискорення дії вібрації, при якому вона руйнувалася.

Висновки: Перед надходженням в мірну ємність, в гнучкому рукаві, відбувається інтенсивне перемішування шарів, що призводить до руйнування склепінь. Крім того, віброюча заслінка розкидає продукт по всій ємності.

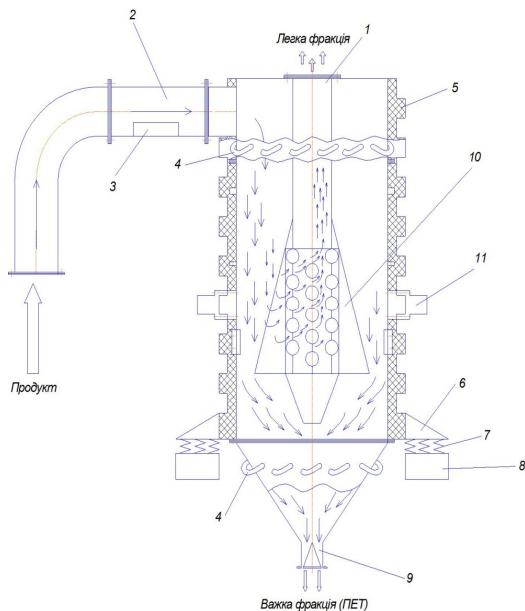
24. Дослідження динаміки руху ПЕТ-пластівців в лініях переробки ПЕТ-пляшок

Тарас Гнатів, Людмила Кривопляс-Володіна

Національний університет харчових технологій

Вступ. Сучасні екологічні методи переробки пакувальних матеріалів, і зокрема поліетилентерефталатових виробів, передбачають використання оновлених конструктивних рішень циклонних апаратів і систем пневмотранспортування – що є основою ліній по розділенню і сортуванню подрібнених сумішей із упаковок. Актуальність поставленої задачі дослідження була сформована після проведеного аналізу існуючих компоновочних рішень для ліній перероблення поліетилентерефталатових упаковок.

Матеріали і методи. В якості матеріалів дослідження в роботі були розглянуті різні компоновочні рішення циклонів для відділення поліетилентерефталатових пластівців із потоку



газової суміші і встановлення раціональних режимів руху потоку в різних перерізах циклону за рахунок використання пасивних і активних елементів конструкції. Гідродинамічний метод для визначення швидкостей і витрат потоків та витрат тиску; ваговий – для визначення ступеня очищення; дисперсійний – для визначення складу пилу. Використано сучасні методи математичної фізики, теорію ймовірності при теоретичних дослідженнях і моделюванні динамічних процесів руху повітряних потоків у сепараторах з використанням САПР. Для обробки експериментальних результатів досліджень застосовані основні методи математичної статистики.

Рис. 1. Циклон для відділення ПЕТ – пластівців в процесі переробки використаної упаковки: 1 – вихідний патрубок із перфорованою поверхнею; 2 – вхідний складальний патрубок; 3 – гофрорукав; 4 – трубки для підведення води; 5 – корпус; 6 – амортизатори; 7 – пружини; 8 – опорна поверхня; 9 – вихідний конусний патрубок; 10 – конусоподібна втулка; 11 – пневмозтрушувачі.

Результати проведених досліджень сформовані на базі оновленої конструкції (рис. 1) циклона – сепаратора для відокремлення ПЕТ-пластівців від домішок води, пилу і можливих включень легкої фракції паперу і поліестеролу.

Висновки. Рух гранульованих матеріалів у системах пневмотранспорту засновано на ефекті псевдозрідження. Рух повітряного потоку через шар сипучого матеріалу викликає зменшення його насипної щільності і приводить його частинки в хаотичний рух. Коли швидкість повітряного потоку досягає критичного значення (швидкість вітання), сипучий матеріал переходить в псевдозріджений стан і може транспортуватися по трубопроводу. Швидкість початку псевдозрідження залежить від розмірів частинок, їх щільності і в'язкості, газу та ін. Для проведення розрахунку в програмі твердотільного моделювання створено тривимірну геометричну модель циклона.

Section
14

**Mechanical
engineering and
engineering
graphics**

Секція
14

**Машинобудування
та інженерна
графіка**

**14.1.
Quality, reliability and
durability of food equipment
companies**

**Chairperson - professor Yevhen Shtefan
Secretary – associate professor Sergii Kadomskyi**

**14.1.
Якість, надійність та
довговічність обладнання
харчових підприємств**

**Голова - професор Євген Штефан
Секретар – доцент Сергій Кадомський**

1. Гумова суміш на основі натурального каучуку

Дмитро Трегуб, Богдан Пашенко, Юрій Бойко
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гумові суміші на основі натурального каучуку призначені для виготовлення амортизаційних, силових деталей харчового машинобудування, працездатних в умовах екстремальних температур (в інтервалі від мінус 45 °С до плюс 70 °С), в контакті з водою, в умовах агресивних середовищ, високих швидкостей, частот деформації і підвищених навантажень.

Матеріали. Розглянемо переваги гумової суміші на основі натурального каучуку, призначеної для амортизаційних, силових деталей, працездатних в контакті з водою. Така композиція має високий показник еластичності по відскоку, що дозволяє уникнути розігріву робочих деталей. Близький за істотними ознаками і призначенням аналог композиції на основі натурального каучуку - композиція на основі синтетичного каучуку для харчового машинобудування.

Результати та обговорення. Композиція являє собою гумову суміш, що складається з каучуку (або суміші каучуків), в даному випадку натурального, і різних інгредієнтів. Використання такої композиції, що володіє високими гігієнічними властивостями, для виготовлення деталей харчового машинобудування дозволяє отримувати екологічно чисті продукти споживання за рахунок виключення попадання в продукти харчування і питну воду різних складових полімеризації синтетичного каучуку. Кількісний склад композиції на основі натурального каучуку представлений в таб. 1.

Таблиця 1

Кількісний склад покращеної резинової суміші.

Натуральний каучук	100,0
Сульфенамід Ц	1,0-3,0
Цинкові білила	5,0-15
Стеаринова кислота	0,5-3,5
Сірка	2,0-3,0
Протизістарювач	1,0-2,0

Натуральний каучук, що лежить в основі композиції для виготовлення деталей харчового машинобудування, що володіє високим межею міцності при розтягуванні і високою еластичністю, дає додаткові переваги, яких немає у аналогів: можливість виготовляти високоміцні, низькомодульні, високо еластичні гуми з мінімальною кількістю наповнювачів. Гуми з натурального каучуку характеризуються гарною шприцюємністю і невеликою усадкою, мають гарний опір стиранню і розриву, високі газо- водонепроникність і гарні діелектричні властивості.

Висновок. Таким чином, наявність в основі гумової суміші натурального каучуку в поєднанні з вищевказаними інгредієнтами в заявленому інтервалі усуває недоліки аналогів - композиції на основі синтетичного каучуку для харчового машинобудування, а також дає додаткові переваги в застосуванні.

2. Chemical surface treatment of stainless steels

Stanimira Tsekova, Stefan Stefanov
University of Food Technologies – Plovdiv, Bulgaria

Introducing. Stainless steel is a metal alloy of iron and chromium, with or without other added components. The minimum content of chromium in the alloy is 10.5%. Due to its corrosive effect, which is because of the transition of chromium and oxygen into a chromic oxide, steels of this type are widely used in many fields, especially in the food industry. This layer of chromic oxide is invisible and just a few molecules thick, but its properties provide a barrier, which prevents the moisture to reach the inner layer of the iron and makes it sustainable to corrosion.

Exposure. The equipment in the food industry is exposed to an impact of an aggressive environment – low Ph values, high temperatures and high pressure, as a result of which its materials are subject to an alteration and this affects negatively the equipment's hygiene. To avoid this, there are a few methods which can be used to protect the supernatant against corrosion. The main method is the chemical treatment of steels.

The report provides an analysis of chemical methods for surface treatment of stainless steel, such as pickling and passivation, used in the manufacturing of technological equipment for the food industry, in order to increase resistance to corrosion and to improve its hygienic design.

Passivation is a process which improves the passive properties of two materials relative to each other and makes them usable without unnecessary chemical reaction between them. By covering the metal surface with a protective layer, passivation prevents the surface from evolving a corrosion. The widespread product used in passivation is a highly concentrated nitric acid called "Pascal".

Unlike passivation, pickling can be the last operation before inflicting a covering or final operation in the cultivation of copper products and alloys. The etching process is implemented by immersing the metal in a bath of acids and bases while rust and oxides are removed from the surface. The choice of the acids for etching depends on the type of the metal and the intended use of the technological operation itself.

Electropolishing is a process which easily and finely polishes the sharp edges of the metal surfaces. Moreover, it may also be used to remove parts of the shreds that were not separated successfully from the workpiece. Electropolishing is the only method to process surfaces of materials using an external source of electricity. The bath is a strong mixture of sulfuric and phosphoric acid, which is carried out at a temperature of above 50°C and by using a rectifier, the sample is connected to the anode while the steel is used as a cathode. During the process, the steel is dissolving slowly, while etching is being performed from the upper layer to the point that the difference between the upper and lower surface layer is reduced to a minimum.

Conclusion. Stainless steel is an immutable material for the equipment used in the food industry. It is widely disseminated because of its resistance to corrosion in aggressive environments. However, the chemical surface treatment of stainless steel is extremely important especially in the food industry, because of the contact of the metal with the products and the following requirements for avoiding any contamination of the food are comprehensible.

3. Вдосконалення різального вузла емульсатора

Костянтин Мирошніченко, Олександр Батраченко
Черкаський державний технологічний університет

Вступ. Емульсатори використовуються для якісного подрібнення фаршу з метою зменшення капітальних та експлуатаційних витрат на виконання даної операції. Пошук нових технічних рішень вдосконалення цих машин є актуальною проблемою в сучасних умовах розвитку технології м'ясопереробки.

Емульсаторам з різальним механізмом типу «ніж-решітка», властива низка недоліків, які обумовлені тим, що для тонкого подрібнення в їх різальних механізмах використовують перфоровані решітки з отворами малого діаметру (1,0±0,5 мм), які виготовляються з радіальними ребрами жорсткості. Одним з суттєвих недоліком є те, що при використанні решіток з ребрами жорсткості надто підвищується температура фаршу при подрібненні. Ця проблема потребує вирішення.

Матеріали і методи. Для порівняння напружено-деформованого стану решіток відомої та нової будови використано чисельне моделювання в середовищі програмного комплексу *T-Flex Analysis*. За основу було взято решітку відомої будови емульсатору *Karl Schnell FD 175* із зовнішнім діаметром 175 мм та робочими отворами діаметром 1,0 мм. Товщина перфорованої частини решіток складала 2 мм, елементів жорсткості – 5÷9 мм. В якості матеріалу решіток було обрано сталь леговану з межею міцності на розрив 400 МПа. Прикладене навантаження в усіх випадках складало 0,6 МПа.

Результати. За допомогою функціонально-вартісного аналізу було встановлено, що щільний контакт лез з решіткою в зонах поза межами отворів не є обов'язковим, оскільки процес різання сировини в даних зонах не здійснюється. Таким чином, згідно розглядуваної задачі, контакт лез ножа з ребрами жорсткості бажано щоб був відсутній, оскільки він є шкідливим. Контакт лез з ребрами жорсткості можна було б усунути, як би орієнтування ребер було змінено. Цього можна досягти, якщо замість ребер жорсткості застосувати кільце жорсткості.

Авторами запропоновано нову будову різального механізму емульсаторів. До складу різального механізму входить перфорована решітка, з якою контактує обертовий ніж з лезами. Решітка має периферійне кільце жорсткості, центральне кільце жорсткості та робочі отвори. Поміж центральним та периферійним кільцями жорсткості наявне проміжне кільце жорсткості.

Леза ножа мають проміжні ділянки (пази). Проміжні ділянки розташовані над проміжним кільцем жорсткості таким чином, що проміжні ділянки ножа не труться об кільце. Внаслідок такого конструктивного виконання загальна площа тертя лез ножа об перфоровану решітку значно зменшується (на 25%), що призводить до зменшення роботи тертя різальної пари та зменшення нагріву фаршу.

Встановлено, що перехід від ребер жорсткості до кільця жорсткості з перемінною шириною дозволяє зменшити максимальні напруження на 37% (з 262 до 164,6 МПа) та підвищити коефіцієнт запасу міцності на 57% (з 1,53 до 2,4).

Висновки. Запропоновано новий шлях зменшення нагріву сировини при її подрібненні в різальному вузлі емульсатора – застосування решітки з кільцем жорсткості та ножа, леза якого мають відповідні пази.

4. Різновид нанесення захисного покриття на метали методом хімічного осадження із газової фази

Орест Синільник, Богдан Пащенко, Юрій Бойко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Корозія металів завдає колосальної шкоди сучасним економікам. Ці втрати могли б бути в сотні і тисячі разів більше, якщо не захищати поверхню металевих виробів, завдяки нанесенню на поверхню різних захисних шарів або плівок, або модифікуючи властивості поверхні.

Матеріали. Існує два підходи до вирішення проблеми. З одного боку, щоб підвищити корозійну стійкість (жаростійкість, жароміцність) і зносостійкість металевих виробів, створюються нові матеріали. Але при цьому існує досить суттєвий недолік – висока вартість тугоплавких і корозійностійких матеріалів. А другий підхід - нанесення цих металів у вигляді захисних шарів на відносно недорогий матеріал основи деталі.

Результати та обговорення. Як правило, після використання фізичних методів осадження деталі вимагають додаткової обробки, що вкрай важко після нанесення, наприклад, твердих і крихких керамічних покриттів, типу оксиду цирконію, корунду. Мінімізувати подібні негативні ефекти можна методом хімічного осадження з газової фази (Chemical vapor deposition, CVD). Для обробки цим методом деталь поміщають в пари одного або декількох речовин, які, вступаючи в реакцію і/або розкладаючись, утворюють на поверхні деталі необхідний матеріал покриття або плівки. Газоподібні продукти реакції несуться з зони осадження потоком газу-носія. Але і у методу CVD в існуючому сьогодні вигляді, є свої недоліки. Справа в тому, що для осадження покриттів з тугоплавких металів, як правило, використовують їх галогеніди, які вимагають високих температур, а це неприйнятно для більшості матеріалів-підкладок. Для зниження температури осадження, їх відновлюють воднем. Однак вплив водню на матеріали покриття і підкладки може призводити до утворення нових сполук і фаз, викликати деградацію структури матеріалів і їх додаткову крихкість. Тому важливо скорегувати метод CVD таким чином, щоб покриття, що відповідають за своїми якість всім вимогам (міцні, безпористі, тугоплавкі) можна було наносити в безводневому середовищі. Для реалізації цього процесу необхідно одночасно подавати в зону осадження газоподібні галогеніди тугоплавкого металу (тантал, молибден і ін.) та металу-відновника - цинку або кадмію. Відновлення галогеніду супроводжується осадженням плівки металу. Для отримання карбідних плівок в зону реакції додатково подають чотирихлористий (або чотирьохебромистий) вуглець або проводять відновлення метаном.

Висновок. Пропонована методика нанесення дозволить створювати багат шарові захисні покриття на поверхні деталей, що складаються з верхнього щільного шару осаджених матеріалів (з щільністю близькою до теоретичної) і дифузійного шару, що забезпечує високу зчеплюваність покриття з матеріалами, що потрібно захистити, тобто пропоновані технологічні рішення дозволять проводити безводнє, відносно низькотемпературне газофазне осадження покриттів на деталі складної форми, отримуючи високочисті покриття, відтворювані за складом.

5. Моделювання пресування порошкових виробів з урахуванням ущільнення біпористих матеріалів

Богдан Пашенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Технологічний процес пресування широко застосовується для отримання компактних виробів методами порошкової металургії. При цьому властивості пресованих порошків можуть бути різними. Зокрема, пресоване тіло може мати пори різного виду і розмірів.

Матеріали та методи. Розглядається пресування біпористого порошкового матеріалу. Порошок засипається в порожнину, утворену матрицею і нерухомим нижнім пуансоном. Ущільнення матеріалу відбувається під дією верхнього пуансона, що рухається вниз. Площини верхнього і нижнього пуансонів мають однаковий нахил відносно горизонтальної площини (кут α). Метою обчислювального експерименту є визначення особливостей деформування пористих частинок в різних зонах пресованих виробів, а також - розподілу таких параметрів матеріалу, як пористість і накопичена пластична деформація.

Результати та обговорення. При моделюванні процесу ущільнення біпористого матеріалу використаний метод моделювання, що поєднує континуальний і дискретний підходи. Поведінка порошку досліджується на двох масштабних рівнях. Деформування кожної пористої частинки розглядається в рамках континуального підходу. Використовуються співвідношення теорії пластичності пористого тіла і метод кінцевих елементів. При цьому кожна пориста частка замінюється її кінцево-елементної моделлю.

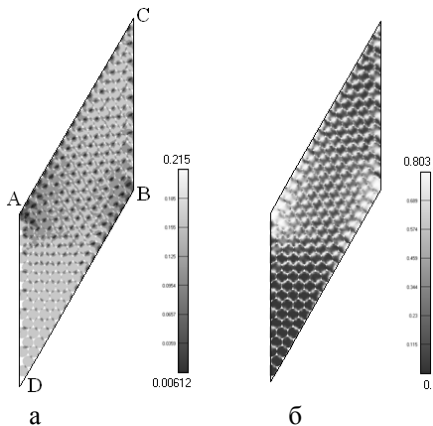


Рис. 1. Розподіл пористості (а) і накопиченої пластичної деформації матеріалу твердої фази частинок (б).

Розподіл внутрішньої пористості частинок і величини накопиченої пластичної деформації матеріалу основи частинок за об'ємом виробу є нерівномірним (рис.1). Найбільш інтенсивно ущільнення відбувається в області тупих кутів (А, В на рис.1) і менш інтенсивно - в області гострих кутів (відповідно С і D). У верхній частині тіла, що ущільнюється щільність частинок вище, ніж в нижній його частині. Ця різниця зумовлена впливом контактного тертя між порошком і інструментом.

Найбільша деформація матеріалу відбувається в області тупих кутів виробу, найменша - в області гострих кутів. Вплив сил зовнішнього тертя якісно аналогічно відомим результатам, отриманим при ущільненні монопористих дисперсних середовищ. Зменшення загальної пористості системи обумовлено зміною розміру пор між частинками і зміною пористості всередині частинок.

Висновок. Встановлені особливості деформування частинок порошку і закономірності розподілу властивостей можуть бути використані при оптимізації процесів пресування виробів розглянутого типу.

6. Модернізована конструкція кутер-мішалки для виробництва ковбасного фаршу

Богдан Пашенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Дана конструкція відноситься до харчових виробництв і може бути використана при отриманні м'ясного фаршу при виготовленні сосисок, сарделок, варених та напівкопчених ковбас.

Матеріали та методи. В основу конструкції кутер-мішалки поставлена задача покращення якості фаршу шляхом усунення доступу повітря до оброблюємої сировини в зоні кутерування та перемішування фаршу.

Результати. Кутер-мішалка, що складається з корпусу 1, діжі з місильними спіральними шнеками 2 всередині, кутера 3, що під'єднаний до торця мішалки з ножами 5 на приводному валу 4 та торцевої кришки 6. Згідно даного виконання моделі кришка мішалки та торцева кришка кутера приєднуються герметично та забезпечені системою вакуумування 7.

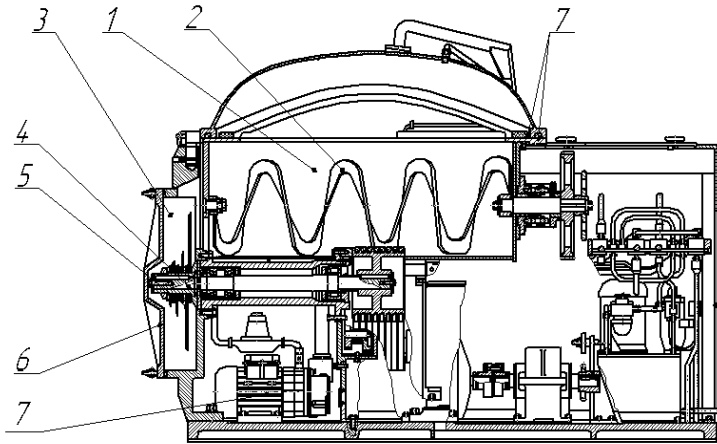


Рис. 1. Кутер-мішалка покращеної конструкції.

Застосування вакууму в мішалці дозволяє зберегти колір сировини, поліпшити зв'язування протеїну і води та збільшити вихід і якість продукції, знизити швидкість розвитку аеробних мікроорганізмів, прискорює процеси окислення білків і жирів. Зменшення вмісту кисню в сировині збільшує термін її зберігання. Внаслідок вакуумування зменшується доступ кисню повітря до фаршу та скорочується тривалість кутерування, покращується процес подрібнення сполучної тканини, фарш набуває менш інтенсивного, стійкого кольору, пригнічується розвиток аеробних мікроорганізмів.

Запропонована конструкція кутер-мішалки з встановленою системою вакуумування фаршу, не тільки підвищить його якісні показники, а й дозволить замінити на підприємствах по виробництву ковбас відразу дві машини – вакуумний кутер та фаршемішалку.

Висновок. Технічний результат від використання запропонованого технічного рішення полягає в покращенні якості фаршу внаслідок вакуумування зони кутерування та перемішування.

7. Критерії оцінки різального абразивного інструменту

Яна Сиворакша, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Абразивне різання є одним з найбільш ефективних, доступних і продуктивних видів заготівельних операцій. Широкому використанню відрізних абразивних кругів сприяє їх доступність, висока продуктивність, можливість обробляти заготовки практично з будь-якого матеріалу, невимогливість до середовища і температури, експлуатація даного інструменту не потребує спеціальної підготовки.

Матеріали та методи. У дослідження були використані універсальні вимірювальні засоби: штангенінструмент ШЦІ, мікрометр МКЦ, індикатор.

Результати обговорення. Для виготовлення відрізних кругів застосовують схожі технології та типовий перелік основних матеріалів, але це не гарантує якість кінцевої продукції. Випробувальні лабораторії існують тільки на спеціалізованих підприємствах, а метод перевірки «на око» дає результати, які не можуть бути використані як аргумент у суперечці з продавцем. Ви вправі заявити, що поставлений їм круги не забезпечують заявленої якості, але як це довести практично?

Експлуатаційні характеристики відрізних кругів, визначені ДСТУ ГОСТ 21963:2003. і передбачає повний приймальний контроль продукції за вищевказаними параметрами (максимум 10% виробів від партії), а перевірки на граничну робочу швидкість піддається лише 1%. Якщо розглядати основні з них, то в першу чергу необхідно звернути увагу на ті, перевірити які не складає труднощів:

1. **ЗОВНІШНІЙ ДІАМЕТР КРУГА** – допустимий відхил діаметра (± 3 мм) .
2. **ВИСОТА КОЛА** – допустимий відхил ($\pm 0,3$ мм) .
3. **НЕРІВНОМІРНІСТЬ ВИСОТИ КОЛА** – визначає дисбаланс і вібрації в роботі інструменту, можливість отримання косоного різку.
4. **РАДІАЛЬНЕ І ТОРЦЕВЕ БИТТЯ КОЛА** – відхил від нормативного значення (0,8 мм) не дозволяє зробити рівний різ, призводить до викришування торцевої поверхні круга.
5. **НЕВРІВНОВАЖЕННЯ КРУГА (ДИСБАЛАНС)** – створює підвищені вібрації при роботі, може призводити до руйнування кола при високих обертах.

Маркування на етикетці в обов'язковому порядку включає такі дані:

1) Марка абразивного матеріалу, як основний компонент кола, вказує, чи підходить він для обробки конкретного матеріалу. У всіх, без винятку, випадках електрокорунд (нормальний, білий, цирконієвий та ін.) Призначений для різання металів, а карбід кремнію - переважно для неметалічних матеріалів. При цьому, різних видів електрокорунду існує досить багато, і якщо на кругах, що випускаються в Україні, вказується конкретна марка (наприклад, 14А, 13А, 25А, 38А, 54С), то закордонні виробники обмежуються узагальненими символами А, Z С.

2) Існує пряма залежність між товщиною кола і розміром використовуваного зерна, і будь-який відхил від технічно обґрунтованих показників відразу повинні насторожувати споживача. Як правило, більш дрібний абразив виробники використовують для підвищення стійкості кола, на шкоду його ріжучій здатності. А іноді це робиться і з метою економії «елітних» номерів зернистості (F24, F30, F36), які на 15-20 відсотків дорожче абразивних суміжних величин зернистості.

Висновки. Використовуючи данні методи оцінювання ви можете обирати відрізни круги високої якості і гарантію того, що в процесі експлуатації круг не розсиплеться, чи не перегірється і забезпечить необхідні продуктивність і ефективність.

8. Забезпечення якості продукції машинобудування удосконаленням процесів обробки внутрішніх порожнин оброблюваних деталей.

Андрій Марченко, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Найбільші труднощі визиває обробка порожнин, асиметрично розташованих відносно осі оброблюваної деталі. До цього процесу пред'являється одне і те ж вимога - управління спеціальним інструментом згідно із заданим техпроцесом. Для обробки виїмок інструментальний ринок пропонує головним чином інструменти фірм Cogsdill і ITS. Обидва виготовлювача пропонують наступний варіант: утримувач інструменту має діаметр, що дозволяє переміщати в радіальному напрямку ріжучі пластини, розташовані на його кінці. Управління ріжучими пластинами здійснюється, як правило, за допомогою механізму, який приводиться в дію додаткової обертової віссю, розташованої усередині тримача інструменту.

Матеріали та методи. У дослідження були використані методи узагальнення. Інформаційною базою виступають роботи опубліковані у вітчизняних виданнях.

Результати обговорення. Сьогодні широкого вжитку набули верстати, які можуть здійснюватися кілька спеціальних технологічних процесів внутрішньої обробки за один установ. Час на закріплення деталі і оснащення верстата мінімізується, так як глибоке свердління, розточування і виконання виїмок тепер можна виконувати без переустановлення деталі, при цьому забезпечується оптимальну якість поверхні і найвища точність виконання робіт.

Інструменти з керованими змінними ріжучими пластинами, через наявність механізму всередині, важче, ніж аналогічні за функціями розточувальні інструменти. Крім того, наявність механізмів знижує жорсткість інструментів. Тому довгий інструмент для обробки виїмок оснащений опорами у формі напрямних втулок, які стабілізують інструмент на ріжучої кромці. Діаметр направляючої втулки повинен точно відповідати діаметру оброблюваного отвору. Матеріал напрямних планок обирають таким чином, щоб він, був зносостійким і не ушкоджував стінки базового отвору.

Особливою проблемою при обробці порожнин є видалення стружки. Якщо обробка виконується в наскрізному отворі, то вимити стружку можна досить просто за допомогою МОР, що надходить через шпindel. Але якщо ми говоримо про глухі отвори, то завдання суттєво ускладнюється. У цьому випадку необхідно таким чином підбирати режими різання, щоб запобігти виникненню зливний стружки, яка в процесі свердління може намотуватися на інструмент.

В зв'язку з важкими умовами праці однією з причин низької якості поверхні є проблема недостатнього терміну роботи інструменту, що призводить до виконання обробки в кілька етапів, під час яких інструмент виводять з зони різання для заміни ріжучих пластин. Щоб при цьому обробка була точною, потрібно безліч ноу-хау, як в технологічному процесі, так і в рішеннях, що дозволяють компенсувати виникаючі зміни.

Висновки. Сучасні обробні центри, що забезпечують виконання всього спектру операцій, за один установ, а якість обробки відповідає рівню верстатів спеціального призначення. Можливість використання різноманітного інструмента й борттанг, розташованих в магазинах, для виконання всіх етапів техпроцесу забезпечує безперебійну обробку.

9. Забезпечення промислової чистоти виробів з методами круглошліфувальної обробки

Дмитро Трегуб, Сергій Кадомський
Національний університет харчових технологій

Вступ. Сьогодні ситуацій в машинобудуванні нагадує атракціон з привидами, в якому за кожним поворотом стрімко рухомого поїзда може з'явитися нове несподіване явище. Кожен день з'являються нові гнучкі технологічні процеси, завдяки яким підвищується ефективність роботи виробництва і з більшою віддачею буде використовуватися персонал.

Матеріали та методи. У дослідження були використані загальнонаукові та спеціальні методи, зокрема методи узагальнення та економіко-статистичного аналізу. Інформаційною базою виступають роботи опубліковані у вітчизняних і зарубіжних періодичних виданнях, тощо.

Результати обговорення. Оптимізація використання ресурсів починається з вивчення та аналізу ланцюжка виробничих процесів. Важливо, щоб для кожної деталі була визначена оптимальна стратегія обробки і найефективніша технологія виготовлення. Велика роль у заходах по удосконаленню шліфувальних верстатів, реалізація яких призводить до зниження їх енергоспоживання сьогодні належить вживаному на верстатах програмному забезпеченню, завдяки якому можна на 50% скоротити час обробки і, отже, енергоспоживання.

Головні особливості, що дозволяють метало оброблюваним верстатам бути більш енергоефективними:

- ◆ виготовлення станин з мінерального литва вимагає на 40% менше енергії, ніж станин з чавуну;
- ◆ ПО дозволяє оптимізувати технологічні процеси, що скорочує час обробки до 50%;
- ◆ Детальне моделювання процесу налаштування верстата на нові завдання дозволяє уникати простоїв і дефектів. При цьому суттєво знижується потреба в енергії та сировині;
- ◆ енергоефективне оснащення систем МОР і аспірації;
- ◆ постійна робота над удосконаленням процесів з метою економії ресурсів.

Оптимізація використання ресурсів починається з вивчення та аналізу ланцюжка виробничих процесів. Важливо, щоб для кожної деталі була визначена оптимальна стратегія обробки і найефективніша технологія виготовлення.

Висновки. На база проведених досліджень були виявлені головні принципи конструювання ресурсозберігаючих верстатів, що враховує весь їхній життєвий цикл:

- ◆ спеціальні методи і способи моделювання, що дозволяють оптимізувати конструкцію і динаміку верстатів;
- ◆ розробка і застосування технологій і процесів для економії енергії та витрат;
- ◆ енергоефективні концепції виготовлення і виробництва;
- ◆ скорочення використання експлуатаційних матеріалів та рідин;
- ◆ оптимізація роботи оператора.

10. Сучасні методи та прилади для неруйнівного контролю в промисловості

Ксенія Комісар, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Удосконалення контролю якості продукції промислового призначення на всіх стадіях життєвого циклу підвищує надійність її експлуатації і збільшує ресурс. Тому контрольна апаратура успішно використовується в енергетиці, машинобудуванні, металургії, будівництві, тощо. Контроль якості металопродукції стає все більш очевидним способом заощадження ресурсів, продовжує термін їх експлуатації, дозволяє суттєво зменшувати ризики техногенних аварій, рятуючи людські життя й екологічне середовище.

Матеріали та методи. Потоковий вихрострумний дефектоскоп ВД-41 П, магнітний товщиномір МТ-23 МП, магнітний структуроскоп МС-10, 15-ти-каналний дефектоскоп ВД-91 НМ аналізу. Інформаційною базою виступають роботи опубліковані у вітчизняних і зарубіжних періодичних виданнях, тощо.

Результати обговорення. Для контролю зварних швів деталей і вузлів широко застосовуються ультразвукові дефектоскопи, допрацьовуються і розвиваються методи вихрострумного і магнітного контролю металоконструкцій, створюються нові прилади і засоби для оцінки їх залишкового ресурсу, підвищується достовірність автоматичного виявлення дефектів і їх ідентифікація.

Одним з напрямків підвищення якості поверхні і залишкового ресурсу металопродукції є використання вихрострумного і магнітного контролю, з метою дефектометрії об'єктів із захисними покриттями значної товщини, з коригуванням впливу робочого зазору на результати вимірювань (до 10 мм для перетворювача з діаметром обмотки 5 мм).

Для контролю товщини нікелевих покриттів на немагнітній основі використовують магнітний товщиномір МТ-23 МП. Висока точність вимірювання досягається шляхом намагнічування об'єкта контролю під перетворювачем до стану насичення.

Для контролю металопродукції різного сортаменту використовують потоковий вихрострумний дефектоскоп ВД-41 П (рис. 4, 5), що має широкі комунікаційні можливості для інтеграції в гнучку виробничу лінію.

У переважній більшості сучасних приладів і систем неруйнівного контролю та технічної діагностики для обробки, збереження і відображення результатів досліджень застосовують цифрові технології. Це дозволяє не тільки забезпечити віддалений доступ до результатів контролю з використанням локальних мереж та Інтернету, а й дистанційно контролювати технічний стан обладнання, проводити технічне обслуговування, налаштування режимів вимірювань і навіть ремонтні роботи.

Сучасні системи вимірювань забезпечують високий рівень безпеки і повністю виключають можливість стороннього втручання в технологічний процес виробництва. У разі складних несправностей дистанційно аналізуються значення параметрів контрольованого приладу або комплексу, що дозволяє оперативно внести корективи в налаштування і забезпечити працездатність обладнання.

Збереження всіх результатів калібрувань в архіві, без можливості їх видалення оператором (прокатником) дозволяє проводити аналіз роботи товщиномірів і системи в цілому, включаючи механічне обладнання прокатного стану, на досить повному статистичному матеріалі.

Висновки. Сучасне обладнання для неруйнівного контролю та технічної діагностики, завдяки цифровим технологіям, дозволяє збирати і накопичувати статистику результатів контролю, передавати їх по телекомунікаційних мережах.

11. Забезпечення промислової чистоти виробів у машинобудуванні

Альона Шковира , Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Ресурс і експлуатаційна надійність наземних транспортних засобів, верстатів, пресів, будівельно-дорожніх, сільськогосподарських та ін. Машин в значній мірі залежать від промислової чистоти (ПЧ) робочих порожнин їх деталей, вузлів і агрегатів, гідравлічних, паливних, масляних та інших систем .

Матеріали та методи. У дослідження були використані загальнонаукові та спеціальні методи, зокрема методи узагальнення та економіко-статистичного аналізу. Інформаційною базою виступають роботи опубліковані у вітчизняних і зарубіжних періодичних виданнях, тощо.

Результати обговорення. У високорозвинених в промисловому відношенні країнах процеси видалення ліквідів розглядаються як особливо важливі елементи технологічних систем, на одному рівні з процесами лезовійної обробки, шліфування, обробки тиском і т.п., оскільки значно впливають на якість продукції, що випускається.

В даний час, крім традиційних способів очищення, таких як очищення лужними водними розчинами, механічного та електромеханічного видалення задилок і зняття фасок, звичайного гідроструменевого, дробометної, абразивно-струменевого очищення, та ін., Створюються нові технології очищення поверхні за допомогою агрегатів для криогенного видалення задилок, очищення ультразвуком, обробки поверхні за допомогою плазми, вакуумного очищення, електролітичного, термічного і термоімпульсного видалення задилок.

Різноманіття існуючих методів (більш 120) видалення ліквідів і обробки поверхонь і кромки деталей викликано тим, що більшість технологій мають вузьку область застосування, оскільки розроблялися під структуру спеціалізованих підприємств країн Заходу. Методи умовно можна розділити на п'ять груп:

1. Механічні методи, при яких видалення ліквідів здійснюється шляхом механічного впливу на оброблювані деталі твердих тіл, інструментів.

2. Хіміко-механічні методи, при яких має місце одночасне механічне вплив інструмента і хімічний вплив зовнішнього середовища.

Хімічні методи, при яких видалення ліквідів здійснюється за рахунок впливу хімічно активної рідкої або газового середовища.

4. Електрохімічні методи реалізуються хімічним впливом рідкого середовища на матеріал деталі при проходженні електричного струму через електроліт.

5. Фізичні методи здійснюється за рахунок фізичного впливу на матеріал (ультразвукових хвиль, електричних розрядів, електрогідравлічних ударів та ін).

Загальними видами забруднень, що зустрічаються є: 1 - металеві частинки у вигляді мікро-, макрозадилок і частинок оброблюваного матеріалу; 2 - частки різального інструменту; 3 - оксиди металів, компоненти притиральних паст, ґрата, не видалені залишки масел, розчинників, жирів, технологічних розчинів, пилу і піску, вологи, продуктів розкладання робочих і технологічних рідин; 4 - мікроорганізми і продукти їх діяльності.

Висновки. Оздоблювально-зачисні технології інтенсивно просуваються у високорозвинених в промисловому відношенні країнах. Причому розробки технологій та обладнання супроводжувалися розробками відповідних засобів вимірювань і контролю, а також розробками стандартів. Все це пов'язано з тим, що забезпечення промислової чистоти машин і механізмів є одним з найбільш важливих заходів щодо досягнення високого ресурсу і надійності.

12. Мастильно-охолоджуючі рідини і захист від корозії

Богдан Шмиганівський, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Впровадження нових технологій, постійне вдосконалення обладнання, високі експлуатаційні навантаження вимагають використання все більш якісних мастильних матеріалів, які можуть забезпечити як високу ефективність роботи машин і механізмів, так і їх належний захист. Тому важливий сегмент сучасного ринку металообробки складають такі засоби, як індустриальні масла, антикорозійні покриття, мастильно-охолоджуючі рідини та інші. Велика різноманітність матеріалів спеціального призначення виробництва включає, в тому числі, і біорозкладні мастильні матеріали серії PLANTO, вогнестійкі гідравлічні рідини, а також спеціальні масла, використовувані в харчовій і фармацевтичній промисловості.

Матеріали та методи. У дослідження були використані методи узагальнення. Інформаційною базою виступають роботи опубліковані у вітчизняних виданнях.

Результати обговорення. Сучасні багатофункціональні МОР серії ECOCUT-3000 виготовляються на основі високоякісних базових мінеральних, рослинних і синтетичних масел, не містять хлору та інших шкідливих компонентів. Вони застосовуються при легких і середніх режимах різання кольорових металів і сплавів, чавуну, вуглецевих і легованих сталей середньої міцності. Особливо добре підходять для токарної обробки та операцій шліфування на обробних центрах. Включення до складу присадок покращує роботу підшипників під навантаженням і зменшує знос інструменту. Можуть також використовуватися як гідравлічних рідин.

Універсальні водозмішуючі МОР серії ECOCOOL відрізняються низьким вмістом мінеральних масел, призначені для використання при обробці чавуну, сталі і кольорових металів. До їх складу в різних співвідношеннях входять емульгатори, інгібітори корозії, змочувальні, протизношувальні, протизадирні, антипініні та інші присадки. При цьому, відповідно до нормами TRGS 611, рідини серії ECOCOOL не містять хлору, вторинних амінів та інших канцерогенних речовин.

Антикорозійні матеріали серії ANTICORIT повністю відповідають всім необхідним вимогам, що пред'являються до мастильних матеріалів подібного призначення, і вже протягом багатьох років вважаються еталоном якості в європейській сталеливарній та автомобільній промисловості. Вони високоефективно захищають від корозії всі види листового прокату і штамповані деталі зі сталі з цинковим, нікелевим і іншими покриттями, сумісні з фосфатними сполуками. Їх використання дозволяє знижувати тертя за рахунок змазування при процесах глибокої витяжки, не перешкоджають зварюванні, захищають метал від старіння.

Індустриальні масла RENOLIN застосовуються в гідравлічних системах і в циркуляційних системах змащення підшипників і редукторів. Легкі масла цієї серії застосовуються для змащування шпинделів верстатного обладнання. Продукти середнього ступеня в'язкості використовуються в гідросистемах, що вимагають використання масел, без цинку, а також в системах змащення високопродуктивних турбокомпресорів, у тому числі з планетарними передачами.

Висновки. Всі сучасні мастильні матеріали створюються з урахуванням максимально тривалого терміну служби в найскладніших умовах, щоб замовник отримував можливість підвищувати ефективність власного виробництва. Також особлива увага завжди приділяється гарантовано відповідають продукції найсуворішим санітарно-гігієнічним нормам.

13. Забезпечення найвищої якості в металообробці за допомогою оптимального вибору абразивних матеріалів

Оксана Броницька, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. У металообробці одним із способів збільшення продуктивності та підвищення якості є широке застосування сучасного абразивного інструменту.

Матеріали та методи. У дослідження були використані методи узагальнення. Інформаційною базою виступають роботи опубліковані у вітчизняних виданнях.

Результати обговорення. З усього різноманіття абразивних матеріалів, використовуваних для виробництва шліфувальних кругів, особливе місце належить електрокорунду - абразивному матеріалу, що складається з корунду і невеликої кількості домішок. При шліфуванні відповідальних деталей і спеціального інструменту часто використовуються абразивні круги з хромистого електрокорунду. Він, містить від 0,2% до 2% окису хрому рубінового кольору і призначений для обробки легованих конструкційних сталей, загартованих до твердості HRC 60.

При виборі абразивних кругів для шліфування технологи часто стикаються з проблемою їх порівняння за певними характеристиками. Одним з найбільш затребуваних напрямів застосування кругів з хромистого електрокорунду є шліфування загартованих зубчастих коліс. Це: тарілчасті кола для круглошліфувальних верстатів, конічні кола для шліфування конічних зубчастих коліс та черв'ячні круги для зубошліфувальних верстатів.

Результати випробувань показали, що при обробці зубчастих коліс тарілчастими кругами із хромистого електрокорунду діаметром 280 мм продуктивність при тій же точності і якості підвищується в 1,2 рази в порівнянні з технологічним процесом при якому використовують круги з білого електрокорунду.

Результати шліфування зубчастих коліс дрібного модуля ($m = 1,4$) мм абразивним черв'яком з рожевого електрокорунду (A94) $350 \times 63 \times 160$ A94150 Is 7V на верстатах показали їх більш високу продуктивність у порівнянні з колами з білого електрокорунду. Для довідки: рожевий електрокорунд - це суміш 70% білого електрокорунду (A99 B) і 30% хромистого електрокорунду (A98).

Важливим напрямком шліфування абразивними кругами з хромистого електрокорунду є заточка спеціального інструменту із загартованих інструментальних сталей. Досвід шліфування чашковими колами стрічкового ріжучого інструменту на підприємствах «Інтерфом-Україна» показав високу ефективність при використанні кіл з хромистого електрокорунду розміром $80 \times 40 \times 20 \times 5 \times 8$ A98100 Gs (I) 7V і $125 \times 63 \times 301$ A / 109×51 A9860 Is (K) 9V. Комплект з двох кіл з хромистого електрокорунду дозволяє підвищити продуктивність шліфування і скоротити кількість використовуваного інструменту завдяки їх підвищеній стійкості.

Для шліфування ріжучих ножів на м'ясокомбінаті ефективно використовуються чашкові круги з хромистого електрокорунду A9840Ns 9V $150 \times 80 \times 32 \times 12,5 \times 15$ і круги з прямим профілем A9854HS 9V $300 \times 10 \times 32$. Продуктивність шліфування тіла пилки кругами із хромистого електрокорунду вище на 20% у порівнянні з технологією, що використовує кола з білого електрокорунду, при забезпеченні однакової якості обробленої поверхні.

Висновки. Обираючи абразивний матеріал для шліфування виробів з загартованої сталі необхідно попередньо проводити обробку різними матеріалами та обирати криг з того абразивного матеріалу, який дає найкращу якість поверхні і точність.

14. Як забезпечити високу якість мастильно-охолоджуючих рідин

Ольга Кузьменчук, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Сьогодні провідні виробники пропонують споживачам величезна кількість різних технічних рідин для будь-яких видів металообробки.

Матеріали та методи. У дослідження були використані методи узагальнення. Інформаційною базою виступають опубліковані роботи у періодичних виданнях.

Результати обговорення. Проведений аналіз найбільш затребуваних видів МОР показав, що найбільше очікуванням споживачів відповідають напівсинтетичні МОР з вмістом в концентраті до 40 відсотків мінерального масла. Вони більш стабільні в порівнянні зі звичайними емульсіями. Перевага при цьому віддається мікроемульсійній МОР, в яких дрібнодисперсні частки олії розчинені у воді, утворюючи напівпрозорий розчин.

Мікро- та Макроемульсії являють собою два типи мастильно-охолоджуючих рідин. Їх основна відмінність - у розмірі емульгованих частинок масла. Перші мають більш стабільними експлуатаційними характеристиками, вони на 20-30% економніше Макроемульсії, через мінімізацію виносу. Практика свідчить: у процесі шліфування доля 5% розчину МОР мікроемульсією вимагає всього 2-3-% розчину продукту, тоді як розчин Макроемульсії повинен бути 5-8% концентрації.

Однак відмінні властивості продукту можуть бути легко нівельовані порушенням умов експлуатації МОР. У першу чергу, це стосується застосуванню для приготування МОР змішувачів-дозаторів. Вони дозволяють отримати розчин більш дрібної дисперсії, що покращує його стабільність. Але, головне, істотно знижують вплив людського фактора, коли концентрат доливається «на око». До того ж, дозатори попереджають ще одну неприпустиму помилку, коли наготовлюючи МОР, концентрат розводять водою, а не навпаки, що може призвести до отримання, так званої, «зворотної» емульсії. У результаті розчин втрачає необхідні властивості, що призводить до появи негативних явищ у подальшому.

Ще один найважливіший постулат - застосування якісної води. Вона повинна мати певну жорсткість, потрібний рівень рН, мінімальний вміст хлоридів, бути свіжою і чистою.

Пряма залежність існує також між погіршенням властивостей МОР і рівнем жорсткості води. Так, при її підвищенні до 25 нем.ед. і більше ріст бактерій помітно прискорюється, але істотно сповільнюється при зниженні цього показника. Підвищений вміст хлоридів і солей жорсткості призводить до втрати стабільності розчину, появи корозії устаткування, тому в дотриманні вимог, що пред'являються до води повинні бути, в першу чергу, зацікавлені споживачі, а постачальники МОР готові допомогти їм у цьому.

Ще одна неодмінна умова по-справжньому ефективного застосування МОР - впровадження та виконання планових заходів з контролю стану та обслуговування мастильно-охолоджуючих рідин, що передбачає періодичну ретельну очистку, миття та знезараження всього обладнання циркуляційної системи МОР, видалення сторонніх масел і механічних домішок.

Висновки. Сьогодні вибір мастильно-охолоджуючих рідин на Україні дозволяє виробникам обирати, тому що збільшується кількість вітчизняних виробників, продукція яких орієнтована на зарубіжний ринок. Пропозиції постачальників за бюджетними продуктам, дає споживачам компромісний варіант для оптимізації витрат на період освоєння нових ринків.

15. Як підвищити властивості ріжучого інструменту

Тетяна Косенко, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Забезпечення конкурентної переваги продукції машинобудування проблема багатофакторна, пов'язана з вибором раціонального співвідношення якості і вартості виробів. Стабільність якості виробів після прийняття технологічних рішень повинна базуватися на науково обґрунтованих результатах.

Матеріали та методи. У дослідження були використані загальнонаукові методи узагальнення. Інформаційною базою виступають роботи у періодичних виданнях.

Результати обговорення. Близько 50 відсотків формоутворення трудомістких деталей виконується лезового інструменту. У зв'язку з цим ведуться інтенсивні дослідження, спрямовані на збільшення стійкості, швидкості різання, формування мікрорельєфу поверхонь та ін. Широке застосування отримала високошвидкісна обробка (ВСО) високоміцних деталей в режимі твердого точіння (у цьому варіанті лезова обробка замінює шліфування). Помічено істотне зниження сил різання, що дозволяє виконувати обробку складних тонкостінних деталей, а також вести обробку твердих сплавів після їх термообробки, наприклад при виготовленні прес-форм. Крім того при ВСО відбувається перерозподіл тепла в зоні різання.

Однією з умов практичного застосування твердої лезвийної обробки є істотне зменшення глибини різання. При цьому вона не може бути менше радіуса ріжучої кромки інструменту, що накладає певні обмеження на реалізацію обробки. Зниження значення глибини зрізаного шару нижче значення радіуса ріжучої кромки призводить до утворення мікрозадирок.

Ефективність процесу різання усіма типами лезових інструментів багато в чому залежить від якості ріжучих крайок. Результати досліджень побічно підтверджують, що фізичні процеси утворення ліквідів при механічній обробці можна пояснити законами гідродинаміки наступним чином. Шар матеріалу, що зрізується розділяється на два потоки клином ріжучої кромки, товщина яких обернено пропорційна опору течії металу і прямо пропорційна радіусу округлення кромки. Шар над різцем формується у вигляді стружки, а мікрошар між різцем і деталлю - у вигляді мікрочастинок через його дроблення при вібрації системи ВПД.

Провідні виробники інструментів обов'язково використовують після заточування оздоблювальні операції. Дослідження інструментів різних фірм показали, що радіус округлення різальних крайок коливається від мікрона до декількох десятків мікрон.

Роботи професора Барона Ю.М. та його учнів свідчать, що округлення кромки на ріжучих інструментах з будь-якого інструментального матеріалу здатне істотно (від 2 до 12 разів) підвищити стійкість інструментів, поліпшити якість поверхонь виробів, підвищити надійність зносостійких покриттів.

Стійкість фірмового інструменту з радіусом кромки ~ 1 мікромметр, що застосовується для обробки матеріалів твердістю близько 60 одиниць HRC в кілька разів вище стійкості фрез з несформованою кромкою.

Висновки. Підвищення якості прецизійних поверхонь, на стабільність розмірів ліквідів при механообробці істотно впливає якість ріжучих інструментів - їх стійкість, параметри різальних крайок, що включають шорсткість, радіус округлення та ін. Стан різальних крайок також істотно впливають на міцність зносостійкого покриття інструментів. Якщо при обробці перед нанесенням покриття на ріжучі кромки неокруглені, то різання відбувається з викришуванням зносостійкого покриття у кромки. Встановлена закономірність впливу радіуса ріжучої кромки на стійкість інструменту є важливим фактором, що впливає на утворення ліквідів.

16. Використання адитивних технологій

Андрій Марченко, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Вимоги ринку споживачів до якості підвищення точності, продуктивності, довговічності і складності продукції, що випускається з кожним роком зростають. Вироби стають більш складними, адаптивними, ефективними в роботі, так як відкриваються нові можливості їх виготовлення, а значить, нові варіанти форми і функціональності. Незважаючи на високу продуктивність сучасних верстатів, для виконання окремих операцій було необхідно зняти оброблювану деталь з верстата для подальшої обробки на іншій ділянці, а потім повернути її назад на верстат для заключних операцій. Такий порядок дій був потрібний в тих випадках, коли після механічного оброблювання потрібно було виконати операції по зміцненню, зварюванню або наплавленню. На заміну технології послідовної обробки, що знижує базові переваги сучасних верстатів, в світі широко розробляються і впроваджуються у виробництво адитивні технології, які широко використовуються при виготовленні складних поверхонь, або виготовленні деталей складної форми за один установ. Для цього використовують адитивні технології, що сприяють появі нових видів продукції, які не можливо виготовити традиційними методами виробництва.

Матеріали та методи. У дослідження були використані загальнонаукові методи узагальнення та логічного аналізу.

Результати обговорення. При конструюванні деталей методами 3D свобода вибору форми означає абсолютно новий рівень складності заготовок, що є найсильнішим аргументом для використання адитивної технології внаслідок її унікальності. Так внутрішні канали охолодження прес-форм для лиття під тиском або вільно сформовані елементи турбін і двигунів при послідовній обробці займає багато часу і дуже коштовна, але за допомогою адитивного нарощування виключається необхідність багатоетапної обробки заготовки на спеціалізованих верстатах. Для цього розроблюється програмне забезпечення 3D-конструювання є частиною сучасних технологій. Нове програмне забезпечення Windows 10 дозволяє створювати об'єкти в 3D і підключати 3D-принтери. Зробити цю технологію привабливою для багатьох додатків можна, лише підвищивши їх продуктивність. Поки що перехід від одного матеріалу до іншого відбувається надзвичайно довго. Чищення машини в деяких випадках займає від двох до трьох днів. Ще однією перешкодою для подальшого зростання галузі є обмежене число металевих сплавів, придатних для 3D-друку. Підвищення ефективності роботи 3D-принтерів здійснюється завдяки оптимізації процесу спікання витратних порошкових матеріалів за технологією SLS (Selective Laser Sintering), за рахунок впровадження лазерної системи-матриці (касетки, на якій встановлені 8 лазерів). Лазерні голівки живляться від діодного лазера і мають потужністю 10-40 кВт.

В інструменті, виготовленому методом лазерного плавлення, можна створити спіральний канал для подачі СОЖ. При лазерному спіканні металів є можливість отримання ріжучого інструменту, міцного зовні і пластичного всередині. Об'єднання процесів на одному верстаті надає користувачеві можливість спочатку наростити елемент до певної висоти за допомогою лазерної порошкового наплавлення, а згодом, де це необхідно, обробити певні області. Цей підхід економічно виправданий, в першу чергу, при виготовленні великогабаритних деталей.

Висновки. Різноманіття матеріалів, які можна обробляти за допомогою технології порошкового наплавлення лазером, в поєднанні з високою швидкістю процесу створюють оптимальні передумови для найширшого застосування.

17. Комплексні рішення для оброблювання зубчатих коліс

Тетяна Косенко, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Зубооброблювання - одне з основних операцій сучасного машинобудування. Шестерні, вал-шестерні, редуктори, зубчасті вінці є ключовими компонентами для автомобільної, авіаційної, металургійної промисловості, суднобудування, гірського і металургійного машинобудування.

При вирішенні завдань зубооброблювання найбільш важливим є забезпечення необхідною точністю виготовлення виробу. Це критично важливо при випуску зубчатих коліс 6 ступеню точності авіаційних і судових редукторів, гідравлічних вузлів, автомобільних елементів коробок передач.

Матеріали та методи. У дослідження були використані методи узагальнення. Інформаційною базою виступають роботи опубліковані у періодичних виданнях.

Результати обговорення. Розглядаючи актуальні завдання сучасної зубообробки в Україні, можна звернути увагу на помилкова думка про те, що вибір верстата є 100% вирішенням проблеми. Однак це не так. Дійсно, правильний вибір основного верстата закладає фундамент для успіху чи неуспіху технології в цілому. Для досягнення потрібного результату необхідно моделювати технологічний процес, що включає в себе: вимір, безпосередньо механічна обробка, програмне забезпечення (і його інтеграцію з вже використовуваним на підприємстві софтом), вибір оптимального інструменту, термообробку.

Сьогодні існує багато верстатів: зубофрезерні верстати; зубофрезерні верстати; зубодовбальні верстати; зубофрезерні верстати для спіральних і гіпоїдних конічних шестерень методом обкату; зубошліфувальні верстати; профільні зубошліфувальні верстати; верстати для зняття задирок з шестерень; вимірювальні прилади для контролю черевиків методом двостороннього обкату; вимірювальні прилади для контролю конічних зубчастих коліс; вимірювальні приладдя контролю великих конічних, гіпоїдних і черв'ячних шестерень методом одностороннього обкату; вимірювальний прилад для контролю точності циліндричних шестерень методом двостороннього обкату; прилад для вимірювання похибок черв'ячної пари методом одностороннього Обкату; прилад для комплексного вимірювання похибок зубчастих коліс; прилад для вимірювання зубчастих коліс методом двостороннього обкату; прилад для вимірювання похибок конічної колісної пари методом одностороннього обкату.

Для виконання жорстких вимог до якості поверхні, забезпечення максимального економічного ефекту сьогодні світові лідери у виробництві та постачанні абразивного і алмазного інструменту пропонують повну гаму інструменту: абразивні шліфувальні круги всіляких форм і розмірів; шліфувальні головки; зачисні і відрізні абразивні круги; швидкісні шліфувальні круги; подаючі круги; профільні шліфувальні круги; хонінгувальні бруски; шліфувальні сегменти; галтувальні тіла; CBN кола; алмазні круги; алмазний інструмент для виправлення абразивних кіл.

Сучасний інструмент має характеристики, що у кілька разів перевершують характеристики аналогічного інструменту.

Висновки. Під час виготовлення зубчатих коліс необхідно обирати оптимальне обладнання та інструмент в співвідношенні ціна / якість і з впевненістю обирати інструмент, максимально відповідний для вирішення конкретних завдань на наявному обладнанні; комплексні рішення: верстат + софт + вимірювальна машина + інструмент. І ці рішення будуть найкращими.

18. Абразивний інструмент для чорнового і чистового оброблювання деталей

Андрій Анісімов, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Шліфування великогабаритних деталей зі зносостійкими твердими наплавленнями виконувати кругами з електрокорунду або карбїду кремнію - вважається недоцільним, тому в зоні обробки розвивається температура, як правило, перевищує температуру структурних і фазових перетворень оброблюваного матеріалу. Виходом із ситуації є глибинне шліфування алмазними кругами

Матеріали та методи. У дослідження були використані методи узагальнення. Інформаційною базою виступають роботи опубліковані у періодичних виданнях.

Результати обговорення. Продуктивність шліфування, собівартість операції і якість обробки покриттів в значній мірі залежать від характеристик абразивного інструменту. При шліфуванні деталей, відновлених методами наплавлення, застосовують шліфувальні круги з електрокорунду з керамічною зв'язкою. Це обумовлено здатністю електрокорунду до самозаточуванню. Круги з нормального електрокорунду 14А використовують для шліфування незагартованих сталей, а круга з білого електрокорунду 25А - для шліфування загартованих вуглецевих і легуваних сталей. Для шліфування чавуну і кольорових сплавів застосовують круга з чорного карбїду кремнію 54С.

Одним з основних недоліків шліфування кругами з електрокорунду або карбїду кремнію є те, що в зоні обробки розвиваються температури, як правило, перевищують температури структурних і фазових перетворень оброблюваного матеріалу. В результаті цього на поверхні деталі з'являються припали, відбувається зниження міцності поверхневого шару, формуються розтягуючі залишкові напруги, що призводять до утворення мікротріщин. Ці недоліки відсутні при використанні алмазних кругів. Промисловість не випускає великогабаритних алмазних кіл.

Шліфування включає дві технологічні операції: попередню (чорнову) обробку контактних поверхонь; остаточну (чистову) обробку із застосуванням інструменту з алмазів марки АС6 зернистістю 125/100. Чорнова обробка полягає в шліфуванні на глибині $t = 0,2-0,3$ мм, чистова - багатопрохідне шліфування ($t = 0,05-0,1$ мм).

Товщина наплавлених шарів може досягати 10 мм і більше. У цих випадках ефективно застосовувати обдирне шліфування на спеціальних верстатах з регульованою силою притиску круга до оброблюваної деталі.

Основною вимогою до процесу обдирного шліфування є досягнення найбільшої швидкості знімання металу при мінімальному зносі круга. Для цього застосовують грубозернисті круга з нормального або цирконієвого електрокорунду на бакелітовій зв'язці зернистістю 63-250 і твердістю С2-ЧТ. Міцність кругів на бакелітовій зв'язці дозволяє обробляти з силою притиску круга до деталі до 10 кН. При дослідженні процес обробки наплавочного матеріалу типу реліт-мельхіор кругами із синтетичних алмазів. Найкращі результати дали круга з алмазів АС6 М і АС15 М на металевій зв'язці М04. При обробці алмазним кругом АС6 на зв'язках М1 і МК, а також АС15 і АС32 на зв'язках М016-2 і МЖ має місце інтенсивне налипання відходів на ріжучу поверхню круга. При роботі кругами на керамічній зв'язці К1 через її малу міцність спостерігається підвищена витрата алмазів. Порівняння працездатності алмазних кругів і кубоніта на зв'язці М04 при однаковій продуктивності показало, що відносні витрати кубоніта в 6 разів вище, а питомі витрати на інструмент з нього в 34 рази більше, ніж на інструмент із синтетичних алмазів.

Висновки. Для забезпечення високої якості механічної обробки необхідно оптимально підбирати матеріал абразивних кругів.

19. Вплив властивостей абразивних матеріалів на ефективність абразивного оброблювання.

Ростислав Цяпкало, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Технічний прогрес в машинобудуванні характеризується швидко зростаючими вимогами до точності розмірів і геометричної форми деталей і якості їх поверхні, тому найбільшу актуальність набуває абразивна обробка деталей. На Україні обсяг абразивної обробки складає понад 30% всієї металообробки, а в підшипникової промисловості $\geq 70\%$. У зарубіжній практиці загальний обсяг абразивної обробки досягає 50%. Інструментальна промисловість і верстатобудування, обладнання для легкої і харчової промисловості - це лише деякі з галузей машинобудування в яких застосовується якісний абразивний інструмент. Правильно підібраний абразивний інструмент - необхідна складова виробничого процесу на підприємствах машинобудування.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані методи узагальнення та логічного аналізу. Інформаційною базою виступають роботи опубліковані у вітчизняних і зарубіжних періодичних виданнях.

Результати обговорення. Головною проблемою вибору характеристик абразивного інструменту є «багатоваріантність» його параметрів, а при призначенні параметрів шліфування ігноруються процеси взаємодії абразиву з оброблюваним матеріалом. Питання про вплив складових абразивного інструменту на його властивості та експлуатаційні показники залишаються предметом полеміки є однією з причин відсутності загально визнаних взаємозв'язків властивостей абразиву і параметрів шліфування.

Класифікація абразивних матеріалів передбачає два класи: штучні (синтетичні) і природні. До штучних віднесені електрокорунди (нормальний, білий, леговані, монокорунд, спечені корунди (формокорунди), SG-абразиви; карбіди кремнію зелений і чорний. Карбід бору, синтетичні алмази і матеріали на основі кубічного нітриду бору (ельбор, гексаніт, кубоніт та інші марки) виділяються в самостійну групу надтвердих матеріалів. До природних абразивних матеріалів відносяться природні алмази, природний корунд, гранат, кремені та ін., які не мають вирішального промислового значення. На всі абразивні матеріали є стандарти, що регламентують їх властивості (хімічний склад, насипна вага, здатність до руйнування і призначення). Основною властивістю абразивних матеріалів є їх висока твердість, в порівнянні з іншими матеріалами, так як саме ця властивість дає здатність одному тілу обробляти поверхню іншого, маючого меншої твердості. Стандартами передбачена перевірка за хімічним, мінералогічним і зерновим складом, насипний масі і в окремих випадках по абразивній і ріжучій здатності. Фізико-механічні властивості абразивного матеріалу, як правило, не регламентуються.

При більш глибокому вивченні властивостей абразивів було встановлено, що їх експлуатаційні властивості в значній мірі залежать від термостійкості абразивних матеріалів і ступеня хімічної взаємодії абразивного матеріалу з оброблюваним. Найбільшою термостійкістю мають матеріали електрокорунду (1700-1900°C), найменшу (700-800°C) - алмаз і карбід бору. Термостійкість впливає і на технологію абразивного інструменту і на вибір режимів шліфування.

Висновки. При некоректному використанні абразивного матеріалу у складі інструменту їх значення нівелюється. Ґрунтуючись на вищенаведених параметрах, можна зробити висновок що електрокорунд (нормальний, білий, цирконієвий) призначений для різання металів, а карбід кремнію - для різання неметалів.

20. Помилки, що виникають під час фарбування обладнання.

Дмитрій Шемідько, Сергій Кадомський
Національний університет харчових технологій

Вступ. Сучасні технології забарвлення поверхні не є досконалими. Помилки обробки можуть виникнути на будь-якому етапі обробки і часто дефекти лакофарбового покриття є причиною вилучення виробів з продажу.

Матеріали та методи. У дослідження були використані методи узагальнення. Інформаційною базою виступає особистий досвід.

Результати обговорення. Пріоритетом будь-якого виробництва має бути попередження утворення дефектів на пофарбованих поверхнях. Це вимагає жорсткого контролю на кожному етапі технологічного процесу виробництва.

Найчастіше виникають дефекти: розтріскування лакофарбового покриття; нерівномірний шар фарби; прошліфовка; недостатня гладкість лакофарбового покриття; низький блиск покриттів. У великосерійному виробництві бракований елемент, як правило, знищують. Але якщо вартість виготовлення елемента значна, застосовують відновлювання покриття бракованого елемента. Виявлений брак, виправляють видаленням покриття із застосуванням абразивних матеріалів та нанесенням нового. Для видалення товстого шару твердого покриття можна було б застосувати абразивний матеріал з низькою грануляцією, наприклад, Р36. Однак така операція пов'язана з небезпекою uszkodження тонкого поверхневого шару деталі. Застосування абразиву з більш високою грануляцією дозволяє більш безпечно проводити роботу, але збільшує її трудомісткість і швидкого зносу шліфувальної стрічки на паперовій основі. Для видалення лакофарбового покриття слід застосовувати шліфувальну стрічку з керамічним зерном електрокорунду на твердій поліефірній підкладці.

Керамічний електрокорунд дозволяє отримати значно меншу шорсткість поверхні, ніж при шліфуванні класичним корундом. Наприклад, стрічка з керамічним зерном грануляції Р40 забезпечує ефективність, порівнянну з корундовою стрічкою грануляції Р36, одночасно залишаючи шорсткість поверхні, близьку до тієї, яку ми б отримали після шліфування електрокорундовою стрічкою з грануляцією Р50. Додатково, поліефірна підкладка забезпечує стійкість шліфувальної стрічки до механічних пошкоджень. Водостійка поліефірна тканина дозволяє очищати засалену стрічку.

Недостатня гладкість поверхні фарби пов'язана, як правило, з поганою підготовкою поверхні шару ґрунту. Гладку поверхню можна отримати тільки на поверхні, яку попередньо добре відшліфували. Необхідно, щоб поверхня шару ґрунту була досить шорсткою. Покривний лак, нанесений на шорстку поверхню, має зовсім інший гладкістю і ступінь блиску, ніж лак, нанесений на непідготовлену поверхню.

Для забезпечення блиску лакофарбового покриття на етапі забарвлення. Іноді потрібно полірування. Операція полірування зводиться до обробки покриття дрібнозернистим абразивним матеріалом з грануляцією Р1200 або Р1500, а потім поліровці за допомогою полірувальної пасти або рідини. Перевагою полірувальної рідини є значне скорочення часу полірування в порівнянні з поліруванням пастами. Полірувальна рідина є емульсією м'яких абразивних зерен, води і мінеральних масел. У процесі полірування зерно грануляцією Р1500 руйнується до величини 1 мікрона, що забезпечує можливість високого ступеня полірування.

Обов'язковою умовою отримання гладкого лакофарбового покриття є дотримання ідеальної чистоти у фарбувальних приміщеннях.

Висновки. Застосовуючи відповідні абразивні матеріали з дрібною грануляцією, а також полірувальні рідини, можна легко виправити дефектну поверхню.

21. Використання у технологічних процесах надкритичного стану рідин

Богдан Пащенко, Сергій Кадомський

Національний університет харчових технологій

Вступ. За останні роки відбувається зміна пріоритетів розвитку багатьох технологій під впливом нових розробок і досліджень, на ринку з'являються нові поліпшені матеріали та технології.

Матеріали та методи. У дослідження були використані методи узагальнення. Інформаційною базою виступають роботи опубліковані у періодичних виданнях.

Результати обговорення. Вперше надкритичної стан речовини виявив Каньяр де ла Тур в 1822 році, нагріваючи різні рідини в паровому автоклаві Папена. Всередину автоклава він помістив кремнієвий кульку. Сам де ла Тур працював в області акустики - зокрема, йому належить винахід сирени. При струшуванні автоклава він чув сплеск, виникав, коли кулька долала межу розділу фаз. Повторюючи струшування в процесі подальшого нагрівання, Каньяр де ла Тур зауважив, що звук, видаваний кулькою при зіткненні зі стінкою автоклава, в певний момент різко змінюється - стає глухим і більш слабким. Для кожної рідини це відбувалося при строго певній температурі, яку стали іменувати точкою де ла Тура.

Використання надкритичних флюїдів в якості екологічно чистих, ефективних розчинників є в даний час напрямом в розробці принципово нових технологій як у великих промислово розвинених країнах світу (США, Великобританії, Німеччини, Франції, Японії), так і в країнах, що розвиваються (Сінгапурі, Південній Кореї та ін.). Надкритичні розчинники являють собою речовини, що знаходяться при температурах і тиску, що перевищують критичні значення. Багато газів мають критичну температуру, близьку до кімнатної ($\text{CO}_2 + 31^\circ\text{C}$, $\text{C}_2\text{H}_4 + 9^\circ\text{C}$, $\text{C}_2\text{H}_6 + 19^\circ\text{C}$, $\text{N}_2\text{O} + 36,6^\circ\text{C}$) і критичний тиск, що лежить в діапазоні 50-80 атм., Що робить вельми зручним і недорогим їх застосування на практиці.

Широкий розвиток технологій із застосуванням надкритичних розчинників пов'язане з використанням їх унікальних властивостей: поєднання властивостей газів при високих тисках (низька в'язкість, високий коефіцієнт дифузії) і рідин (висока розчинна здатність); розчинна здатність надкритичних флюїдів дуже чутлива до зміни тиску або температури; швидкий масообмін, здійснюваний завдяки низькій в'язкості і високому коефіцієнту дифузії; поєднання малого міжфазного натягу з низькою в'язкістю і високим коефіцієнтом дифузії дозволяє надкритичним флюїдам проникати в пористі середовища більш легко, в порівнянні з рідинами; простота поділу надкритичних флюїдів і розчинених в них речовин пониженням тиску.

Унікальні властивості надкритичних флюїдів стали широко використовувати тільки в 1980-х рр. Перше промислове виробництво на основі застосування надкритичних рідин запрацювало в 1978 році - це була установка по декофеїнізації кави, у 1982 році з'явилась промислова екстракція хмелю.

Висновки. Сьогодні основними напрямками використання надкритичних технологій є:

1. Фармацевтична промисловість - провідна галузь по використанню нових технологій для виділення біологічно активних речовин з рослинної і синтетичної сировини, при збереженні незмінного складу. За допомогою надкритичного стану отримують мікрочастинки і наночастинки лікарських препаратів для створення систем контрольованої доставки і вивільнення лікарських препаратів.

2. У харчовій і косметичній промисловості нова технологія дозволяє витягувати без деструкції з рослинної сировини різні смакові і ароматичні компоненти, що додаються в одержувану продукцію.

22. Сучасні матеріали та технології при створенні інноваційних методів обігріву приміщень підприємств

Лілія Буй

Національний університет харчових технологій

Вступ. Робота присвячена аналізу особливостей впровадження сучасних технологій опалення виробничих та побутових приміщень підприємств харчової промисловості включаючи підрозділи, що надають готельно-ресторанні послуги. Головним завданням керівників підприємств та їх структурних підрозділів є створення максимального рівня комфорту, що забезпечується відповідним температурним режимом у приміщеннях.

Матеріали і методи. Для забезпечення відповідного рівня комфортності при перебуванні у виробничих або побутових приміщеннях необхідно створювати оптимальні мікрокліматичні умови, зокрема температурний режим та естетичне оформлення, що неможливе без застосування інноваційних технологій. Крім того, необхідно приділити увагу економічним показникам, які сприяють рентабельності підприємства.

При дослідженні даного питання доцільно використати метод наукового аналізу, який включає вивчення предмета за допомогою мисленого або практичного розчленування його на складові елементи.

Результати. Одним з інноваційних методів обігріву харчових підприємств і, особливо, готельно-ресторанного напрямку, може бути застосування настінних інфрачервоних плівкових обігрівачів-картин або інфрачервоних арт-панелей, які виконуватимуть функцію як обігрівача, так і предмета декору.

Інфрачервоний плівковий обігрівач-картина — це настінний обігрівач, виготовлений із двох шарів щільної електроізоляційної плівки, висота - один метр, ширина – 0,6 м. Нагрівальним елементом між плівками є карбонова нитка. При включенні вся поверхня миттєво нагрівається до температури 70-75 °С і забезпечує м'який обігрів приміщення площею до 15 квадратних метрів. Таким чином обігрівач дає м'яке тепло не висушуючи повітря і не спалюючи кисень.

Переваги обігрівача-картини: споживання енергії становить 400 Вт, що у 4-5 разів менше у порівнянні зі звичайними обігрівачами; компактність; безпечність у використанні: не завдає шкоди людині та не залишає опіків; створення естетичного задоволення завдяки вибору індивідуального дизайну.

Конкурентною перевагою даного обігрівача є наявність енергозберігаючого теплонакопичувача, який складається із натуральних матеріалів, що акумулюють тепло, і являє собою керамічну плиту із такими фізичними характеристиками: висока міцність; електробезпека; пожежобезпека; низьке вологопоглинання.

Обігрівач починає випромінювати тепло через 5хв після ввімкнення, через 20 хв — виходить на робочу температуру, а остигає завдяки теплонакопичувачу протягом 1,5 год, продовжуючи випромінювати тепло. Таким чином обігрівання приміщення здійснюється з нульовими втратами електроенергії. Для регуляції температури використовуються програматори.

Рівномірне розподілення тепла на поверхні опалювального приладу, його довговічність і низька гігроскопічність досягається завдяки тому, що нагрівальний елемент розміщений у теплонакопичувачі завдяки пресуванню під високим тиском.

Висновок. Таким чином, застосування інфрачервоних дизайнерських обігрівачів може слугувати інноваційним економічним та екологічним методом обігріву різноманітних підприємств.

23. Особливості технологічних процесів виготовлення обладнання для кондитерської промисловості

Юрій Лопатко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Робота присвячена аналізу особливостей виробничих та технологічних процесів на машинобудівних підприємствах України. Як приклад розглянуто виробниче підприємство ТОВ “Пещерін”.

Матеріали і методи. Робота виконувалась безпосередньо на підприємстві ТОВ “Пещерін”, під час проходження виробничої практики. Було вивчено історію, організацію та структуру підприємства, особливості і типи виробничого та технологічних процесів, а також номенклатура виробів, що виготовляються на підприємстві.

Результати. Підприємство виготовляє якісне і сучасне обладнання для кондитерської промисловості, а саме: глазувальні, холодильні та темперуючі машини, тунелі для вистійки продукту, сушильні тунелі, декоратори, екструдери, депозитори, крохмальні лінії, автоматичні різки, транспортні системи різних видів, металодетектори, рентгендетектори, системи динамічного зважування, пластифікатори жиру типу PLF, ємкості для шоколаду, харчові насоси, а також будь-яке нестандартне обладнання під замовлення.

У поєднанні всіх цих компонентів машини стають прості у обслуговуванні та використанні, а також підвищується якість оброблюваних продуктів та мінімізується ручна праця обслуговуючого персоналу.

Основними технологічними процесами підприємства є:

- Проектування обладнання та розробка технічної документації.
- Виготовлення окремих деталей спроектованого обладнання.

Деякі виготовлені деталі віддаються на піскоструминну обробку для доведення їх до використання.

- Закупка спеціалізованих комплектуючих.
- Складання окремих вузлів.
- Збирання обладнання з готових вузлів, деталей та комплектуючих.
- Автоматизація роботи готового обладнання із використанням сучасних технологій.

• Доведення готових виробів до безпечного використання, тобто зняття непотрібних загусениць, фасок та забруднень. А також продувка від стружки та сміття із послідуочим натиранням спеціальним маслом для надання естетичного виду.

• Монтаж в випробувальному цеху та установка з вивіркою відносно горизонту.

- Випробування обладнання з узгодженням керівництва.
- Демонтаж, пакування та відправка обладнання замовнику.

Ті замовники, які вже знайомі з обладнанням, високо оцінюють його якість, надійність, експлуатаційні характеристики, швидко окупність та отримане оптимальне співвідношення: ціна - якість.

Висновок. Технічні можливості та кваліфікація персоналу дають змогу виконувати замовлення якісно, швидко і оптимально. Саме цим підприємство завоювало повагу та вибір не тільки в Україні, а й закордоном.

14.2. Engineering graphics

**Chairperson - associate professor Vadym Serpuchenko
Secretary – Nataliia Kovalova**

14.2. Інженерна графіка

**Голова - доц. Вадим Серпученко
Секретар – Наталія Ковальова**

1. Поверхні обертання

Юлія Василюк, Людмила Іванова

Національний університет харчових технологій

Поверхнею обертання загального виду називають поверхню, яка утворюється довільною кривою (плоскою або просторовою) при її обертанні навколо нерухомої осі.

До складу визначення поверхні обертання входить твірна, вісь обертання та умова, що ця твірна обертається навколо вісі.

Кожна точка твірної (**A, B, C, D, E**) при обертанні навколо осі описує коло з центром на вісі обертання. Ці кола називають паралелями. Найбільшу та найменшу паралель називають відповідно екватором і горлом (шийкою).

Часткові види поверхонь обертання.

В техніці поверхні обертання знаходять широке застосування. Особливо поширені поверхні, які мають в меридіальному перетині криву другого порядку або дві прямі, на які розпадається ця крива. Візьмемо в якості твірної коло. В залежності від взаємного розташування кола (чи її дуги) і осі обертання можна отримати різні поверхні.

Тор.

Тором називається поверхня, яка може бути отримана при обертанні кола **q** навколо осі **i**, яка не проходить через центр кола **O**.

В залежності від співвідношення величин **R** – радіуса твірної кола і відстані **t** – від центра кола до осі обертання поверхні тора поділяються на:

- відкритий тор (або кільце) при $R < t$ – коло не перетинає вісь обертання (рис. 2,а).
- закритий тор при $R \geq t$ – коло перетинає вісь обертання або дотичне до неї (рис. 2,б).

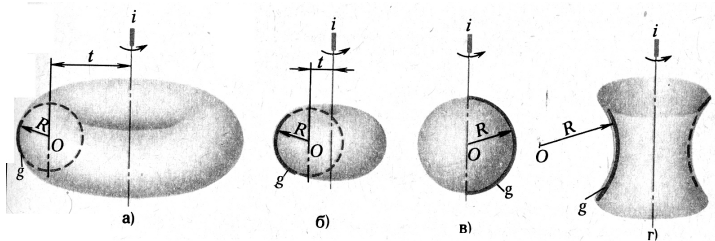


Рис. 2

Сфера.

Сфера утворюється в тому випадку, коли центр кола належить осі обертання $O \in i$, тобто сфера – частковий випадок тора (рис. 2,в).

3. Глобод.

Твірною цієї поверхні є дуга кола, площина якої може не співпадати з віссю обертання (рис. 2, г).

2. Поверхні обертання

Інна Васьківська, Людмила Іванова
Національний університет харчових технологій

До складу визначення поверхні обертання входить твірна, вісь обертання та умова, що ця твірна обертається навколо вісі.

Кожна точка твірної при обертанні навколо осі описує коло з центром на вісі обертання. Часткові види поверхонь обертання.

1. Еліпсоїд обертання.

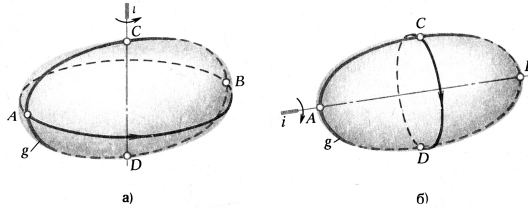


Рис. 2

Ця поверхня створюється при обертанні еліпса навколо його вісі, при цьому, якщо за вісь обертання прийняти малу вісь (**CD**), то отримуємо стислий еліпсоїд обертання (рис. 4, а), коли обертання здійснюється навколо великої вісі, створюється поверхня витягнутого еліпсоїда обертання (рис. 4, в). Всі ці поверхні відносяться до замкнутих поверхонь.

5. Параболоїд обертання.

Параболоїд обертання – незамкнута поверхня. Створюється за допомогою твірної **q** – параболи навколо вісі обертання **i** (рис. 5).

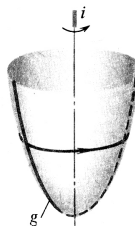


Рис. 5

6. Гіперболоїд обертання.

При обертанні гіперболи можливо отримати дві різні поверхні.

– однополосний гіперболоїд обертання, створюється при обертанні гіперболи **q** навколо її уявної вісі **i** (рис. 6, а).

– двополосний гіперболоїд обертання, створюється при обертанні гіперболи навколо її дійсної вісі **i** (рис. 6, б).

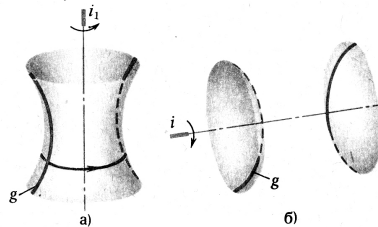


Рис. 6

3. Гвинтові поверхні

Олександр Зінченко, Людмила Іванова
Національний університет харчових технологій

Поверхня називається гвинтовою, якщо вона виконується гвинтовим переміщенням твірної (рис. 1).

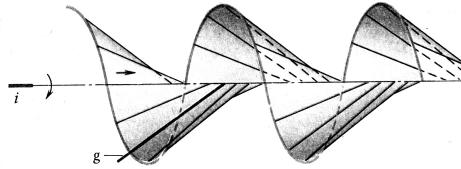


Рис. 1

Використання цих поверхонь має велике значення в техніці, а особливо в машинобудуванні. Створення гвинтової поверхні включає вказівку, що твірна q здійснює гвинтове переміщення, яке потрібно розуміти як композицію із двох переміщень: а) паралельного переміщення вздовж вісі i ; б) обертання навколо цієї вісі.

А. Гвинтові поверхні з криволінійною твірною. На рис. 1 показана гвинтова поверхня, створена плоскою кривою q , яка здійснює гвинтове переміщення. Закон цього переміщення визначається видом гвинтової лінії d (її діаметром, кроком та ходом) та характером розташування твірної q . На рис. 2 площина γ , який належить твірна, весь час проходить крізь вісь обертання i .

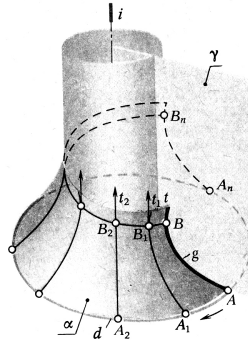


Рис. 2

Б. Гвинтові поверхні з прямолінійною твірною і напрямною – гвинтовою лінією постійного кроку.

Всі точки твірної при гвинтовому русі описують гвинтові лінії, кожна з яких може бути напрямною поверхні. Такі лінії називають гвинтовими паралелями. Всі гвинтові паралелі мають однаковий крок P – крок гвинтової поверхні. Одиничний крок P_0 у цих паралелей буде загальний: $P_0 = P/2\pi$.

Гвинтова лінія постійного кроку, яка побудована на поверхні прямого колового циліндра, називається гелісой. Тому лінійчаті гвинтові поверхні, напрямна яких – геліса, називаються гелікоїдами. В залежності від величини кута нахилу твірної до вісі гелікоїди бувають прямими, якщо цей кут дорівнює 90° , і косим, якщо кут – довільний, який відрізняється від 0 до 90° .

Література

Фролов С.А. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 240 с.

4. Електронні конструкторські документи в інженерній графіці

Слизова Фоменко, Андрій Коцюбанський
Національний університет харчових технологій

Вступ. Однією з основних задач курсу інженерної графіки є набуття студентами знань щодо виготовлення і оформлення конструкторської документації. Швидкий розвиток інформаційних технологій значно сприяв тому, що процес виконання таких робіт стає все більш автоматизованим. Виконання проектних робіт з використанням автоматизованих систем проектування дозволяє об'єднувати в єдиному інформаційному просторі значні ресурси інформаційно-проектувальних засобів та проектувальників, забезпечуючи оперативне погодження їх дій та швидке внесення змін у проект на всіх стадіях його розробки.

Знайомство студентів з особливостями роботи графічних редакторів є першим кроком до оволодіння автоматизованими засобами виконання певних етапів проектних робіт. Стрімкий розвиток інформаційно-проектних засобів призвів до створення потужних проектних систем, за допомогою яких стало можливим замкнути всі проектні лінії та забезпечити обіг електронної документації. Тому, з метою більш швидкої адаптації студентів в професійну діяльність, слід знайомити їх з особливостями створення електронних конструкторських документів та вимогами до них.

Матеріали і методи. В практиці навчального процесу студентами вивчаються конструкторські документи, які можуть бути виконані в паперовій чи електронній формі. Конструкторський документ в електронній формі виконується як структурований набір даних, які створені програмно-технічними засобами.

Електронний конструкторський документ (ЕКД) отримують в результаті автоматизованого проектування виробу або внаслідок перетворення конструкторського документа, виконаного на папері, в електронну форму.

ЕКД можуть бути представлені у двох формах внутрішній (у вигляді запису інформації документа на електронному носії) та зовнішній (доступній для візуального сприйняття).

Як правило, такий документ виконують на стадії розробки виробу і використовують на всіх стадіях його життєвого циклу. Він може бути виконаний у вигляді електронної моделі (ЕМВ). ЕМВ можна представити у вигляді набору даних, які визначають геометрію виробу та інші властивості, які необхідні для його виготовлення, контролю, складання, експлуатації, ремонту та ін. ЕМВ використовують для інтерпретації всього набору даних, які складають модель в автоматизованих системах; візуалізації конструкції деталі в процесі виконання проектних робіт; виробництва; виготовлення конструкторської документації в електронній чи паперовій формі.

Висновки. Створення технічної документації в електронному вигляді шляхом залучення сучасних потужних інформаційно-проектних систем, які можуть об'єднуватись в єдиному інформаційному проектувальному просторі, дозволяє значно підняти рівень проектувальних робіт та суттєво скоротити терміни проектування. Тобто, отримання студентами інформації, яка забезпечить розуміння ними процесів інформаційного проектування та вимог до створення та обігу електронної документації, дозволить їм швидше адаптуватись в сучасний інформаційно-проектний процес при виконанні професійних обов'язків.

5. Створення тривимірної моделі деталі

Діна Базиленко, Анастасія Мироненко, Вадим Серпученко
Національний університет харчових технологій

У інженерному проектуванні під час створення тривимірної моделі деталі конструктор має виконати певні дії, які можна поділити на три етапи.

Підготовчий етап

Вибираємо початкову орієнтацію моделі. Від неї буде залежати тільки орієнтація моделі у просторі.

Вказуємо властивості моделі. У полі «Позначення» вводимо шифр кресленика, у полі «Найменування» вводимо назву деталі і вибираємо колір її відображення на екрані.

Вибираємо матеріал нашої деталі зі списку.

Тепер бажано зберегти обрані властивості у новому файлі.

Етап створення тривимірної моделі деталі

Спочатку створюємо ескіз перерізу нашої деталі на одній з основних площин проєкцій. Далі застосовуємо базові операції побудови об'ємних елементів і поверхонь:

Операція видавлювання — видавлювання ескізу у напрямку, що перпендикулярний його площині.

Операція обертання — обертання ескізу навколо осі, що лежить у його площині.

Кінематична операція - переміщення ескізу уздовж напрямної лінії.

Операція по перерізах - побудова об'ємного елемента або площини по декількох ескізах (перерізах).

За потреби створюємо ескіз перерізу нашої деталі на інших основних площинах проєкцій і знову застосовуємо базові операції побудови об'ємних елементів і поверхонь для формування зовнішніх контурів деталі.

Ескізи також можна створювати на побудованих плоских поверхнях деталі і застосовувати до них операції створення об'єму деталі, або створення отворів у об'ємі деталі.

Завершальний етап – задавання Елементів оформлення і Технічних вимог

Позначення шорсткості поверхні може проставлятися на таких об'єктах: грань тіла або поверхні, ребро тіла або поверхні, сегмент просторової ламаної, розмір, позначення.

Для проставлення позначення базової поверхні можуть бути зазначені такі об'єкти: грані поверхонь і тіл, ребра поверхонь і тіл, розміри, допоміжні осі й площини, просторові криві.

Позначення допуску форми й розташування поверхні бути проставлене до таких об'єктів: грань тіла або поверхні, координатна площина, допоміжна площина, ребро тіла або поверхні, сегмент просторової ламаної, допоміжна вісь, розмір, позначення.

Для вставки технічних вимог необхідно активувати відповідну команду, і внести відповідний текст. Тепер при створенні кресленика з даної моделі, при додаванні першого виду, автоматично будуть додаватися й технічні вимоги.

При створенні тривимірної моделі слід пам'ятати, що її можна виконати різними способами із застосуванням різних команд і операцій у різних послідовностях. Швидкість і правильність виконання тривимірної моделі залежить в першу чергу від просторової уяви оператора-виконавця, який повною мірою може виявити свою інженерну творчість.

6. Формування кресленника з тривимірної моделі

Іван Глущенко, Вадим Серпученко

Національний університет харчових технологій

Із вже створеної тривимірної моделі деталі можна швидко створити кресленник, що містить не лише види, а і розрізи – як прості, так і складні. Спочатку треба створити новий документ типу «кресленник», а далі у меню «Вставка»/«Вид з моделі»/«Стандартні» створити стандартні види кресленника. При цьому надається можливість вибрати існуючу (збережену на диску) тривимірну модель і створити в активному документі кресленник цієї моделі, що містить один або декілька стандартних асоціативних видів – видів, асоціативно пов'язаних з існуючою моделлю. При зміні форми, розмірів і топології моделі змінюється й зображення у всіх пов'язаних з нею видах.

Під час встановлення зображень можливий вибір орієнтацій моделі для її відображення на головному виді, можна вказати які стандартні види моделі потрібно створити в кресленнику, та чи відображати лінії невидимого контуру і лінії плавних переходів.

Після вибору потрібних стандартних видів і їх настроювання в активний документ будуть вставлені види моделі а у основний напис кресленника передадуться відомості з документа-моделі: позначення, найменування, маса та матеріал.

Для утворення розрізів достатньо по активному асоціативному видові провести розтинальну площину (встановити відповідні позначення). Утворене зображення розрізу можна накреслити як у безпосередньому проєкційному зв'язку, так і у будь-якому вільному місці кресленника. Дозволяється виконувати прості і складні розрізи, які мають всі ознаки асоційованих видів.

Утворені зображення мають необхідні умовні позначення.

Після компоновання зображень на кресленнику необхідно лише встановити потрібні розміри.

Перевага такого варіанту створення кресленника у тому, що внесені зміни у тривимірну модель автоматично відображаються на зображеннях створеного кресленника.

7. Параметричне моделювання в Autocad 2013

Микола Чепіга, Андрій Коцюбанський

Національний університет харчових технологій

Вступ. У сучасному світі все актуальніше стають слова: краще, надійніше, швидше, дешевше. Необхідність бути конкурентно-здатним примушує досконально володіти комп'ютерними технологіями. Одним з таких засобів є параметризація геометричних об'єктів, який дозволяє за короткий час "програти" (за допомогою змін параметрів або геометричних стосунків) різні конструктивні схеми і уникнути принципових помилок.

Матеріали і методи. При проектуванні, в кресленнях доводиться вносити зміни, викликані недоліками конструкції або її модифікацією, і іноді навіть незначні коригування в розмірах однієї деталі призводять до редагування значної частини креслення. Поява можливості двовимірної параметризації дозволяє значно підвищити продуктивність за рахунок обмежень: накладення геометричних і розмірних залежностей.

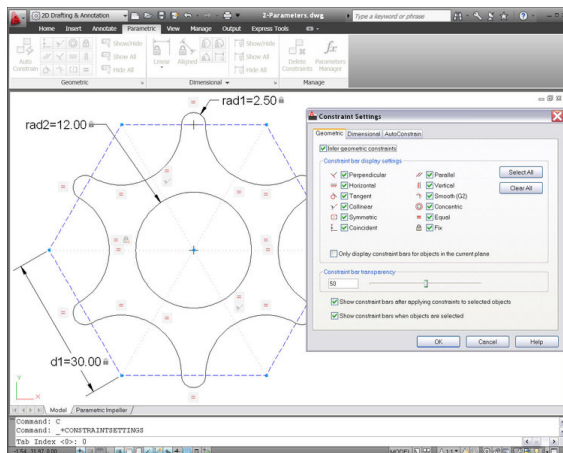


Рис. 1. Приклад параметричної двовимірної побудови

Геометрична залежність відповідає за розміщення елементів один відносно одного у просторі, а розмірні - регламентують постійність розмірів або задають розміри за певними формулами.

При внесенні в об'єкт змін, виконується автоматична підлаштування інших об'єктів. Тобто, при зміні одних об'єктів (радіусів кіл, округлень, довжин ліній) будуть змінюватися інші об'єкти. Це дає можливість візуально спостерігати якою буде наша деталь, при тих чи інших параметрах, розмірах, без «руйнування».

Проектування на основі існуючих ескізів (креслень) деталей, дає можливість значно скоротити час виконання проекту і кількість помилок, що часто грає вирішальну роль в умовах жорсткої конкуренції.

Висновки. Геометрична параметризація дає можливість гнучкішого редагування моделі у разі потреби незапланованої зміни в моделі

8. Використання системи тривимірного моделювання для створення упаковки

Дмитро Дудко, Наталія Ковальова
Національний університет харчових технологій

Вступ. Аналіз структури і форм більшості видів продукції харчових підприємств показує, що найчастіше для їх пакування доцільно використовувати транспортну і споживчу упаковку у вигляді паралелепіпеда, циліндру, конуса та ін., а також складніших форм, які можна отримати за допомогою певних операцій з базовими геометричними тілами, які в системах САПР називаються формоутворюючими елементами. В системі КОМПАС-3D моделі упаковок створюють в два етапи. На першому етапі розробляють ескіз – кресленик в будь якій площині. На другому етапі до ескізу застосовують твердотільні операції: «видавлювання», «обертання», так звану «кінематичну» операцію та ін.

Матеріали і методи. При створенні упаковок використовувалися наступні основні операції твердотільного моделювання та методи їх реалізації.

1. *Витискування ескізу в напрямку, перпендикулярному площині ескізу.*
2. *Обертання ескізу навколо осі.*
3. *Кінематична операція – переміщення ескізу вдовж визначеної лінії.*
4. *Побудова нової форми переміщенням вдовж різних перерізів – ескізів.*

Кожна з показаних операцій має додаткові можливості – опції, які дозволяють змінювати методику побудови.

Результати. Методика створення транспортної упаковки.

Нижче представлена послідовність розробки транспортної упаковки – картонної коробки з кришкою.

1. Створюємо «Нову деталь» та обираємо в **Дереві моделі Горизонтальну площину (ХУ)**.

2. Викликаємо команду **Ескіз** та будуємо прямокутник необхідного розміру. Після цього в **Дереві моделі** обираємо команду **Операція видавлювання** з необхідними параметрами операції та створюємо прямокутний паралелепіпед.

Наступний крок – Застосування операції **Вирізати видавлюванням** для створення коробки. Товщина стінок коробки – 4 мм. Для отримання коробки слід із побудованого паралелепіпеда вирізати паралелепіпед розмірами 92×92 мм та висотою 76 мм. Ескіз основи створюємо на верхній грані вихідного паралелепіпеда.

Створюємо об'єкт за допомогою команди **Вирізати видавлюванням** з необхідними параметрами операції.

Останній крок – оскільки коробка закривається накривкою, то знімемо на глибину 30 мм від верхньої грані коробки шар матеріалу товщиною 2 мм за допомогою операції **Вирізати видавлюванням** з необхідними параметрами операції.

Для зовнішніх та внутрішніх ребер коробки застосовуємо операцію **Скругленн** на інструментальній панелі **Редагування деталі** (радіусом 2 мм та радіусом 1 мм).

Аналогічним способом виконується розробка моделі накривки.

Висновки. Дану методику та послідовність можна використовувати при лабораторних та курсових роботах студентів спеціальності «машини і технологія пакування».

Література.

1. Компас 3D V14. Руководство пользователя / ЗАО «Аскон». т.1-12, 2013. – с. 2367
Электронная версия учебного пособия.
2. Азбука Компас 3D V14. / ЗАО «Аскон». 2013. – с.437.

9. Створення параметричних креслеників в системі «Компас-Графік» при виконанні кінематичних схем

Данії Філозоф, Наталія Ковальова
Національний університет харчових технологій

Вступ. Як відомо створювати параметричні кресленики можна програмуванням, або накладанням додаткових умов (обмежень) на окремі елементи побудов при виконанні кресленика. В першому випадку проектувант слід досконало володіти сучасними мовами програмування, в другому – процес розроблення параметричних креслень спрощений і його може виконати будь який конструктор, який розібрався з варіаційним методом побудови параметричного кресленика.

Матеріали і методи. Сучасна версія «Компас 3D» значно збільшує можливості конструкторів при створенні параметричних креслеників. При виконанні кресленика, фрагмента, ескізу можна задавати різні обмеження: розмірні (лінійні, кутові, радіальні та діаметральні), геометричні (паралельність, перпендикулярність, дотикання, фіксація точки і т. п.), а також зв'язки між об'єктами зображення.

Параметричний кресленик, крім даних про об'єкти, містить інформацію про зв'язки між об'єктами та про накладені на об'єкти обмеження.

Під зв'язками розуміють залежності між параметрами об'єктів. Наприклад, одним із найпоширеніших видів зв'язку є *співпадіння точок*. Якщо два відрізки мають такий зв'язок, то система автоматично підтримує рівність координат цієї точки для обох відрізків. В результаті чого можна як завгодно переміщувати будь який із відрізків, але не вдасться розірвати їх в точці зв'язку. Під обмеженнями розуміють залежність між параметрами окремого об'єкту або рівність параметра константи. Наприклад, якщо на відрізок накладено обмеження *вертикаль*, то система автоматично буде забезпечувати постійну рівність координат його кінцевих точок по осі *OX*.

Переваги параметричного креслення були використані в навчальному процесі при аналізі структури та кінематики важільних механізмів. Ці механізми використовуються в машинах-автоматах та робото-технічних комплексах ліній фасування харчових продуктів і досить складні за конструкцією. За допомогою параметризації були створені декілька типових кінематичних схем, які також використовуються в завданнях на курсовий проект з ТММ. За допомогою створених моделей можна моделювати роботу важільних механізмів, показувати зв'язок між ланками, характер руху ланок і траєкторії окремих точок, крайні положення виконавчих елементів та довжини робочого і холостого ходів.

Результати. Розроблена методика і створені параметричні моделі деяких важільних механізмів, які можна використовувати в навчальному процесі при виконанні лабораторних робіт і курсових проектів студентів-механіків.

Висновки. Використання параметричного креслення суттєво спрощує процес конструювання на етапі розробки нових конструкцій машин і автоматів, дає можливість наочно показати роботу майбутніх вузлів, виключити конструкторські помилки, зробити варіаційний аналіз впливу геометричних параметрів на технічні характеристики майбутнього обладнання.

Література.

1. Компас 3D V14. Руководство пользователя /ЗАО «Аскон». т.1-12, 2013. – с. 2367
Электронная версия учебного пособия.
2. Азбука Компас 3D V14. / ЗАО «Аскон». 2013. – с.437.

10. Застосування планетарних механізмів

Дмитро Самойленко, Наталія Романченко
Національний університет харчових технологій

Вступ. В харчовій, мікробіологічній, фармацевтичній та інших галузях широко застосовують процес змішування різних речовин. Для чого використовують мішалки різних типів. Суттєвим недоліком більшості таких пристроїв є безпосередній контакт робочих органів з матеріалом який змішується. Це впливає на якість продукції, збільшує габарити та енергоємність мішалок, створює «застійні зони», в яких не відбувається якісного, рівномірного змішування компонентів. Крім того в подібних конструкціях необхідні додаткові витрати на очищення і знезаражування виконавчих механізмів та внутрішнього об'єму мішалки.

Матеріали і методи. Вказаних вище недоліків можна позбутися, використовуючи альтернативний принцип змішування, а саме якщо забезпечити рух самої ємності вдовж визначеної траєкторії з різними прискореннями. Це можна реалізувати, якщо приводом використати планетарний механізм на сателітах якого закріпити ємності з речовиною, яку необхідно змішувати. Як відомо точки сателіта планетарного механізму в залежності від їх положення відносно його центра, рухаються з різними прискореннями вздовж визначених траєкторій при постійній швидкості водила. Тому якщо ємність з герметичною кришкою закріпити на сателіті таким чином, щоб частка цієї ємності виходила за габарити сателіта, то частинки речовини, що містяться всередині ємності залежно від їх розташування відносно центра сателіта, будуть виконувати складний рух з швидкостями та прискореннями, що постійно змінюються за напрямом і величиною. Внаслідок цього, будуть змінні і сили інерції під дією яких і реалізується процес перемішування компонентів речовин в середині ємності.

Результати. В різних частинах ємностей компоненти речовин, що підлягають змішуванню рухаються за складними криволінійними траєкторіями з різними миттєвими швидкостями і прискореннями та перебувають під дією відповідних сил інерції, внаслідок чого процес змішування відбувається без контакту з робочими органами мішалок.

Висновки. Аналіз роботи пристрою, який забезпечує рух різних частин матеріалу по складних траєкторіях показує, що перемішування компонентів речовин за рахунок дії сил інерції, величина і напрям яких в різних точках траєкторії руху різні, дає можливість якісно і рівномірно перемішувати між собою компоненти речовин без контакту з робочими органами мішалок.

Запропоновані мішалки безконтактного принципу дії вискоефективні і можуть бути застосовані в хімічній, фармацевтичній, харчовій та інших галузях.

Література.

1. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин Підручник /Кіницький Я.Т. – К.: Наукова думка, 2002.
2. Крайнев А.Ф. Машиноведение на языке схем, рисунков и чертежей (в 2-х книгах). – М.: Издательский дом "Спектр". Кн. 1: Технологии, машины и оборудование. Кн. 2: Детали машин, соединения и механизмы. 2010. – 296 + 216 с.
3. Тимофеев Г.А. Теория механизмов и машин: учебн. пособие. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт. 2010. – 351 с.

11. Комп'ютерна графіка в діяльності людини

Олександр Сладковський, Віталій Кавун

Національний університет харчових технологій

Комп'ютерна графіка з'явилась достатньо давно – вже у 1960-х роках існували повноцінні програми роботи з графікою. Сьогодні прийнято користуватися термінами «комп'ютерна графіка» і «комп'ютерна анімація». Поняття «комп'ютерна графіка» об'єднує всі види робіт зі статичними зображеннями, «комп'ютерна анімація» має справи з зображеннями, які динамічно змінюються.

У теперішній час, завдяки грандіозному розвитку комп'ютерної техніки, деякі сторони нашого життя неможливо уявити собі без застосування комп'ютерних технологій, у тому числі без комп'ютерної графіки. Це, насамперед усі види поліграфічних процесів; майже вся рекламна індустрія; телебачення; моделювання нових видів одягу; проектно-конструкторські розробки тощо.

За своїм професійним призначенням комп'ютерну графіку можна розділити на такі групи:

- комп'ютерна графіка для поліграфії;
- двовимірний комп'ютерний живопис;
- презентаційна графіка;
- двовимірна анімація, яка використовується для створення динамічних зображень і спецефектів у кіно;
- двовимірне і тривимірне моделювання, застосоване для дизайнерських та інженерних розробок;
- тривимірна анімація, яка використовується для створення рекламних і музичних кліпів і кінофільмів;
- обробка відеозображень, необхідна для накладення анімаційних спецефектів для відеозапису;
- наукова візуалізація.

Презентаційна графіка призначена для створення різноманітних варіантів представницьких, рекламних об'єктів та шоу. Сюди можна віднести подання різноманітних продуктів, оформлення різноманітних програм, (заставки та оболонки до різноманітних мультимедійних продуктів, оболонок компакт-дисків, інтерфейс-програм, WEB-дизайн тощо). Найбільш яскравий і характерний приклад такої графіки – заставки практично всіх комп'ютерних ігор. Також достатньо поширений тип презентаційної графіки – оформлення Web-сторінок.

Двовимірне і тривимірне моделювання застосовується для дизайнерських та інженерних розробок. Крім того, дво- і тривимірне моделювання доповнює тривимірну анімацію, поліграфічні і презентаційні пакети.

Таким чином, комп'ютерна графіка увійшла до усіх сфер людської діяльності. Її використання дозволяє значно спростувати процеси моделювання у науковій сфері, створювати складні відеоефекти, які були недоступні раніше, а також відкривати нові напрямки у мистецтві. Отже, комп'ютерна графіка – це, на сьогодні, величезний світ різноманітних редакторів та пакетів, у якому кожен може знайти майже будь-які інструменти для втілення у життя найсміливіших своїх задумів.

Література.

1. Веселовська Г. В. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник для вузів. – Херсон: ОЛДІ-плюс, 2004. – 582 с.
2. Глушаков С. В. Компьютерная графика: Учебный курс. – Харьков: Фолио, 2001. – 500 с.

12. Моделювання в КОМПАС-3D

Іванні Черемис, Віталій Кавун

Національний університет харчових технологій

Система КОМПАС-3D має в своєму розпорядженні вельми широкі можливості створення тривимірних моделей найскладніших конструкцій, як окремих деталей, так і складальних одиниць. Причому процес моделювання аналогічний технологічному процесу виготовлення виробу. Здійснюючи віртуальне складання декількох деталей в складальну одиницю, користувач може тимчасово відключити зображення якої-небудь деталі або виконати будь-який складний розріз. У КОМПАС-3D об'ємні моделі і плоскі креслення асоційовані між собою, будь-яке редагування моделі спричинить за собою зміну в кресленні, створеному по даній моделі. КОМПАС-3D має в своєму розпорядженні широкі можливості параметризації, які можуть бути застосовані і до об'ємного моделювання. Припустимо, майбутню деталь виготовлятимуть штампуванням, тоді необхідно сконструювати прес-форму. Використовуючи для виготовлення верстат з ЧПУ, можна створити модель як самої деталі, так пуансона і матриці. В процесі розробки конструктор може накласти асоціативні зв'язки і якщо потрібно буде внести зміни в конструкцію деталі, то відповідно зміняться моделі пуансона і матриці, а також відбудеться відповідна зміна в кресленнях цих виробів.

Система КОМПАС-3D дозволяє здійснювати конструкторські розробки в двох напрямках.

Перший напрям базується на двовимірній геометричній моделі і використанні комп'ютера як особливого засобу, що дозволяє значно прискорювати процес конструювання і покращувати якість оформлення конструкторських документів. Центральне місце в цьому підході до конструювання займає креслення, яке містить всю необхідну графічну інформацію для виготовлення якого-небудь виробу.

В основі другого напрямку лежить просторова геометрична модель виробу, яка є способом наочного представлення оригіналу. Креслення в цих умовах грає допоміжну роль, а способи його створення засновані на методах комп'ютерної графіки.

При використанні першого напрямку (традиційний процес конструювання) обмін інформацією здійснюється на основі конструкторської нормативно-довідкової і технологічної документації; при використанні другого – на основі комп'ютерного представлення геометричного об'єкту загальної бази даних, що сприяє ефективному функціонуванню програмного забезпечення САПР.

Література.

1. Дабижа Г. Н. Компьютерная графика и верстка: CorelDRAW, Photoshop, PageMaker. – СПб.; М.; Х.; Минск: Питер, 2007. – 270 с.
2. Компьютерная графика. / С.В. Глушаков, А.В. Капитанчук, Е.В. Вещев, Г.А. Кнабе. – 3-е издание, дополненное и перераб. – Х.: Фолио, 2006. – 511 с.

Section 15

Processes and apparatus of food productions

**Chairperson – professor Volodymyr Zavalov
Secretary – associate professor Yuliia Zaporozhets**

Секція 15

Процеси і апарати харчових виробництв

**Голова – професор Володимир Зав'ялов
Секретар – доцент Юлія Запорожець**

1. Моделювання протитечійного теплообмінника засобами пакету MathCad

Роман Бабич, Ольга Сєдих

Національний університет харчових технологій

Вступ. В протитечійному теплообміннику довжиною 20 м охолоджується толуол. При моделюванні протитечійного теплообмінника задані лише вхідні температури теплоносіїв на протилежних кінцях теплообмінника (граничні умови). Для інтегрування рівнянь моделі необхідно знати температури обох теплоносіїв на одному з кінців теплообмінника.

Матеріали та методи. Математична модель даного теплообмінника має вигляд:

$$\frac{dT_g}{dx} = \frac{k \cdot \pi \cdot d}{\rho_1 \cdot v_1 \cdot c_{p1}} \cdot (T_n - T_g)$$
$$\frac{dT_n}{dx} = \frac{k \cdot \pi \cdot d}{\rho_2 \cdot v_2 \cdot c_{p2}} \cdot (T_n - T_g)$$
(1)

з граничними умовами $T_n|_{x=0} = T_{n1}$ та $T_g|_{x=L} = T_{g1}$.

Застосуємо для розв'язання задачі пакет MathCad.

Результати. Для знаходження невідомого значення температури на одному з кінців теплообмінника можна скористатися функцією *svbal*. Після того, як невідома початкова буде отримана, систему (1) можна розв'язувати як задачу Коші.

Обчислимо невідому початкову умову на вході в теплообмінник. Функція *svbal* повертає вектор, що містить невідому початкову умову в точці $x = 0$. Аргументи функції *svbal*

svbal(v, x1, x2, D, load, score)

де v – вектор початкових наближень для шуканих початкових значень в точці $x1$; $x1, x2$ – граничні точки інтервалу, на якому шукаються розв'язки диференціальних рівнянь.

$D(x, y)$ – функція, що повертає значення вектора з n елементів, які містять перші похідні невідомих функцій.

$load(x1, v)$ – векторозначна функція, що повертає значення початкових умов в точці $x1$.

$score(x2, y)$ – векторозначна функція, що повертає вектор, кількість елементів якого дорівнює числу елементів вектора v .

Висновок. В результаті розв'язку отримуємо матрицю Z , що має три стовпчики: перший містить точки, в яких шукається розв'язок диференціальних рівнянь, другий – значення знайденого розв'язку першого рівняння у відповідних точках, третій – відповідно, другого. Аналіз результатів вказує, що рушійна сила процесу не однакою по довжині теплообмінника. Наприклад, ефективність використання початкової ділянки теплообмінника більш висока.

2. Дослідження форм зв'язку вологи в культивованих грибах методом диференційно-термічного аналізу

Тетяна Бурлака, Іван Малезик

Національний університет харчових технологій

Вступ. Сушіння грибів є однією з найважливіших стадій технологічного процесу виробництва харчових концентратів. Від режиму сушіння грибів залежить харчова цінність і якісні показники готової продукції, що є результатом структурно-механічних, біологічних та фізико-хімічних перетворень речовин. Для отримання інформації про кінетику процесу термолізу різних харчових продуктів ефективно використовуються диференційно-термічний аналіз.

Матеріали і методи. Дериватографічні дослідження свіжих і сушених культивованих грибів глива звичайна проводили методом неізотермічного аналізу на дериватографі системи «Паулік-Паулік-Ердей» з постійною швидкістю нагрівання повітря 3 °С/хв. до 300 °С. Для отримання дериватограм необхідної точності були підібрані наступні вимоги проведення експерименту: середня маса наважки зразків свіжих грибів – 200 мг, сушених – 200 мг, температурний інтервал від 20 °С до 300 °С. В якості еталона використовували Al_2O_3 , прокалений до 2800 °С. Використані для кількісної обробки, методом неізотермічної кінетики, термоаналітичні криві одночасно реєструють зміну маси зразка *TGA*, швидкість зміни температури *DTA* і швидкість зміни маси *DTG*.

Результати. Аналіз отриманих даних дозволив виділити чотири періоди дегідратації вологи і перетворення сухих речовин при термічному впливі на гриби, а також виявити температурні зони, які відповідають вивільненню вологи з різною формою і енергією зв'язку.

На першій стадії відбувається нагрів і видалення «вільної» вологи (механічно і осмотично зв'язаної вологи), які мають невисоку енергію зв'язку з продуктом. На другій стадії в інтервалі температур близько 74 ... 80 °С завершується видалення фізико-механічної вологи і починається вивільнення незначної кількості слабозв'язаної адсорбційної вологи зовнішніх полімолекулярних шарів всередині продукту і часткове розкладання речовини, а починаючи з 144 ... 150 °С спостерігається деструкція речовин. Ендотермічний ефект при температурі 137 °С, що супроводжується закінченням інтенсивної втрати маси, відповідає вивільненню молекул води з фізико-хімічним зв'язком і видаленню газоподібних фракцій. Третій стадії дегідратації відповідає видалення сильно зв'язаної вологи, гідратуруючих активних груп сухих речовин. На четвертій стадії завершується перетворення і руйнування структури вуглеводів і органічних кислот.

Висновки. Проведений аналіз отриманих даних дозволив виділити періоди дегідратації вологи і перетворення сухих речовин при термічному впливі на культивовані гриби, а також виявити температурні зони, які відповідають звільненню вологи з різною формою і енергією зв'язку, що дозволить вибрати найбільш ефективний режим процесу сушіння.

Література.

1. Патент №97904 України, МПК А23В 7/02 (2006.01). Спосіб сушіння культивованих грибів комбінованим енергопідведенням / Малезик І.Ф., Дубковецький І.В., Бурлака Т.В. - № u 2014 11440; заявл. 20.10.2014; опубл. 10.04.2015, Бюл. №7.

3. Дослідження масообміну при механічному перемішуванні в системі газ-рідина

Наталія Петренко, Володимир Зав'ялов

Національний університет харчових технологій

Вступ. Для проектування, оптимізації та вибору раціональних режимів роботи апаратів для глибокого культивування мікроорганізмів необхідна інформація про ефективність масоперенесення на стадії сорбції кисню поживним середовищем. Традиційні способи такого аналізу в багатофазній системі з постійним перемішуванням робочого середовища є складними та громіздкими. У цьому зв'язку стає зрозумілим пошук нових, більш простих і водночас адекватних способів з можливістю моделювання та масштабування на основі просторово-часових співвідношень основних характеристик процесу.

Матеріали і методи. Застосовувались аналітичні, теоретичні та експериментальні методи. Використано непрямий метод дегазування системи. Для вимірювання фізичної абсорбції кисню модельним середовищем використовувався полярографічний мембранний датчик розчиненого кисню, вторинний контрольний комбінований прилад КЛ-115 ($t, ^\circ\text{C}$; рН-метрія; перетворення сигналу датчика), потенціометр КСП-4М, для друкування графіка змінення концентрації кисню. Оброблення експериментальних даних та розрахунки виконувались із застосуванням інтегрованої системи MathCAD.

Результати. Дослідження ефективності масоперенесення при механічному перемішуванні в системі газ-рідина здійснювалось на лабораторних мішалках вібраційного типу та турбінній з відбивними перегородками із встановленням просторово-часових характеристик процесу.

Об'ємний коефіцієнт масопередачі K_v визначався методом дегазування із використанням полярографічного датчика розчиненого кисню за розрахованим часом релаксації процесу, за побудованою S- подібною кривою насичення, що описується моделлю $\ln [(C_p - C_1)/(C_p - C_2)] = K_v(\tau_2 - \tau_1)$, де C_1 і C_2 -відповідно концентрації кисню в рідині, що відповідають моментам часу τ_1 і τ_2 . Інерційність датчика, зумовлену наявністю мембрани та перехідними процесами у вимірювальній системі, здійснювали визначенням його розбіжної характеристики. За тангенсом кута нахилу прямої $\ln (C_p - C) = f(\tau)$, що характеризує швидкість зміни одиничного явища сорбції кисню, визначали час релаксації процесу. Для повної деаерації системи в робоче середовище додавалась певна кількість сульфиту натрію. Покази мембранного полярографічного датчика знімались в автоматичному режимі на самодрукуючому пристрої, на основі побудованих кривих насичення киснем з подальшим розрахунком часу релаксації датчика та процесу відповідно. Оцінення впливу параметрів перемішування на процес проілюстровано відповідними графічними залежностями. Розглянуто можливість використання вивченої методики розрахунку K_v за часом релаксації для визначення масообмінних характеристик інших типів апаратів.

Висновки. Підтверджено перспективність використання способу оперативного встановлення ефективності перемішування в системі газ-рідина за часом релаксації системи з використанням полярографічного датчика розчиненого кисню. Встановлено, що вібраційний спосіб перемішування сприяє більшій інтенсифікації процесу у порівнянні з обертвим за рахунок збільшення поверхні контакту фаз та швидкості їх відносного руху.

4. Особливості структури шунгіта після його оброблення методом TPD-MS

Олена Турчун, Наталія Ткачук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Проблеми підвищення якості харчової сировини і питної води потребує пошуку ефективних способів їх очищення, що є одним із важливих напрямків забезпечення екологічної безпеки держави. Тому представляє значний науковий і прикладний інтерес можливість використання природних адсорбентів в технології очищення харчових продуктів і питної води шунгітом, безпечність використання якого можна довести методом TPD-MS.

Матеріали і методи. Дослідження методом TPD-MS проводилися за допомогою мас-спектрометра MX-7304A, на якому реалізований метод електронної іонізації у масовому діапазоні від 2 до 200 m/z. Газоподібні продукти, що виділилися при прожарюванні шунгіту, іонізувалися та фіксувалися у мас-спектрометрі. Побудована залежність інтенсивності сигналу від температури відображає перебіг фізико-хімічних процесів у мінералі під час нагріву і є його індивідуальною характеристикою. В якості розчинників використовували: спирт, толуол, воду.

Результати. Для вихідного шунгіту у мас-спектрах найбільш інтенсивними є лінії піків при 17, 18, 28, 32, 44, 48 та 64 m/z. Після експозиції в толуолі найбільш інтенсивними стають лінії піків : 18, 28, 32, 40, 65, 77, 107 m/z. Після взаємодії зі спиртом : 18, 28, 31, 44, 48, 64, 77, 107 m/z., у воді піки – відсутні, тобто весь матеріал, що потенційно міг термодесорбуватися, перейшов у водний розчин у ході обробки ультразвуком.

Мас-спектри відобразили не тільки якісні зміни, що виражаються в появі нових ліній іонів та зникненні інших, у порівнянні з контролем, а і має місце загальна зміна форм кривих та температурних максимумів емісій відповідних іонів у ході термовакuumної деструкції зразків, що вказує на зміни у поверхневому шарі шунгіту.

Найбільш характерними для всіх зразків є три температурні значення-максимуми, при яких відбуваються кардинальні зміни у TPD-MS-мас-спектрах: при 420°C, 520°C, 580°C. Це відповідає температурам, при яких відбуваються структурні зміни шунгітового матеріалу. Так, при 410°C відбувається вигорання органічного вуглецю, який є перешкодою до закритої внутрішньої поруваної структури. При підвищенні температури відбувається вигорання вторинного вуглецю, що знаходиться у порах.

Висновки. Отримані результати дозволили виявити різний склад продуктів екстракції та різний характер термодесорбції продуктів розкладу з поверхні шунгіту в залежності від використаного розчинника та під дією ультразвукового оброблення.

Розчинення цього аморфного вуглецю у воді під дією опромінення ультразвуком сприяє переходу фуллерену у водний розчин шляхом пептизації.

5. Екстрагування цільових компонентів з відходів рослинної сировини з застосуванням методу проміжного віджиму твердої фази

Ігор Чернелевський, Олександр Марценюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. Одним із резервів збільшення об'ємів виробництва продукції в харчовій промисловості є ефективне використання відходів сировини рослинного походження, зокрема бурякоцукрового та консервного виробництв – бою та хвостиків цукрового буряку, виноградних та яблучних вичавків тощо.

Матеріали і методи. Під час дослідження було розглянуто публікації вітчизняних і іноземних вчених щодо переробки відходів харчової промисловості рослинного походження та використання проміжного віджиму як методу інтенсифікації процесу екстрагування. Також проведено лабораторні досліді з екстрагування цінних компонентів з рослинної сировини.

Результати. Деякі відходи харчової промисловості є джерелом цінних речовин, що робить їх привабливою сировиною з точки зору безвідходних технологій. За допомогою переробки відходів одночасно вирішується декілька питань: збільшення об'ємів виробництва, раціональне використання сировини та зниження її втрат.

Зокрема, відходи мийного відділення бурякоцукрового виробництва – бій та хвостики буряку – мають не тільки кормову, а й технологічну цінність. Використання тільки 1% уламків буряку для виробництва цукру може дати додатково не менше 50 тис. тон цукру, додаткову кількість меляси та жому.

Відходи консервного виробництва, такі як вичавки чорносмородинові, з чорноплідної горобини, яблучні, виноградні також можна використовувати для отримання пектину, фарбників, спирту тощо.

Методи переробки вищенаведених відходів рослинного походження базуються на екстрагуванні цінних компонентів. Однак специфічні реологічні властивості та геометричні параметри відходів не дають можливості повноцінно переробляти їх на стандартному обладнанні основних технологічних ліній. Наприклад, бій і хвостики цукрового буряку, навіть подрібнені на спеціальних різках, створюють надлишкову кількість некондиційної стружки, що негативно позначається на роботі дифузійних апаратів. З точки зору ефективності та безперервності процесу найбільш доцільним є використання окремих ліній для переробки відходів, де основним технологічним обладнанням є одношнекові екстрактори безперервної дії. Недоліками таких екстракторів є недостатнє оновлення поверхні контакту фаз і турбулізація екстрагенту між частинками рослинної сировини та повільне проникнення екстрагенту всередину клітинної структури рослинної сировини і, як наслідок, зменшення виходу цільового компонента та збільшення тривалості процесу.

Позбутися вказаних недоліків можна за рахунок перспективного методу інтенсифікації процесу екстрагування – проміжного віджиму твердої фази. Метод полягає в розділенні екстрактора на секції і конструктивного забезпечення почергового спресовування і розпушення сировини у кожній секції.

Висновок. На наш погляд, для переробки відходів сировини рослинного походження доцільно застосовувати шнекові екстрактори з проміжним віджимом твердої фази у складі окремих технологічних ліній.

6. Інтенсифікація процесів абсорбції за допомогою коливань

Андрій Закревський, Олександр Марценюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Швидкість сорбційних процесів обумовлюється інтенсивністю дифузійного перенесення. Оскільки коефіцієнти молекулярної дифузії практично не залежать від акустичних, магнітних, електричних та інших впливів, а температура процесу обумовлюється, як правило, технологічними вимогами, то інтенсифікація процесів сорбції орієнтована на посилення впливу конвективного перенесення, в якому визначальну роль відіграють вібрації та пульсації.

Матеріали та методи. Джерелами для дослідження виступають вітчизняні та іноземні публікації, монографії, патенти, статті тощо.

Результати. У процесах газорідинної сорбції маса компонента послідовно переноситься спочатку в ядрі потоку першої фази до примежового шару, проходить крізь примежовий шар цієї фази і поверхню поділу фаз, після цього проходить крізь примежовий шар суміжної фази і розподіляється в ядрі її потоку. На кожній стадії перенесення компонента (за винятком проходження крізь міжфазну поверхню, яка не має товщини і тому не чинить опору) створюється відповідний дифузійний опір. Загальний дифузійний опір дорівнює сумі опорів на кожній стадії перенесення. Інтенсифікація процесу перенесення пов'язана зі зниженням цих опорів, причому в першу чергу потрібно намагатись знизити ті опори, які мають найбільші значення.

Газова і рідка фаза у більшості сучасних інтенсивних сорбційних апаратів рухаються в турбулентних режимах, що забезпечує досить велику інтенсивність перенесення турбулентними пульсаційними струменями. У цих випадках переважна частка дифузійних опорів залишається зосередженою у міжфазних примежових опорах, в яких турбулентні пульсації інтенсивно згасають. Зменшити товщину міжфазних прошарків з молекулярним механізмом перенесення маси компонента можна за допомогою накладання коливань.

За допомогою коливань краще, ніж при загальній турбулізації потоків, забезпечується рівномірний розподіл введеної в об'єм апарата енергії, особливо в апаратах з віброперемішувочими пристроями. Найчастіше використовуються коливання з частотами 10...50 Гц, які дозволяють прискорити перебіг процесів без значного додаткового підведення енергії.

Безпосереднім накладанням механічних коливань та коливань іншої природи (наприклад, тисків) з підібраними частотами і амплітудами, при правильному їх поєднанні з параметрами власних коливань робочих систем або інших контактних зон можна не лише збільшити поверхню контакту фаз, а й інтенсивність дифузійного перенесення крізь примежові шари і цим значно прискорити процес масообміну.

Висновок. Під час коливань відбувається не тільки диспергування газової фази, а й періодична зміна з частотою, рівною частоті коливань швидкостей відносного руху фаз (внаслідок їхньої різної густини і інерційності). В моменти прискорення коливального руху суцільної фази елементи дисперсної фази відстають від неї, а при уповільненні – випереджають. Такі зміни відносних швидкостей руху фаз сприяють зниженню товщини міжфазних примежових шарів і прискорюють дифузійне перенесення.

7. Розроблення аналітичних апроксимаційних залежностей теплофізичних характеристик основних енергоносіїв процесів і апаратів

Валентин Чорний, Тарас Мисюра

Національний університет харчових технологій

Вступ. Теплофізичні властивості — характеризують швидкість процесів нагрівання та охолодження. Знання й аналіз теплофізичних характеристик продуктів (густини, коефіцієнта динамічної в'язкості, теплоємності, тощо) дозволяє вибрати методи й оптимальні режими процесів теплової обробки, правильного зберігання цих продуктів. На практиці для проведення інженерних та математичних розрахунків, автоматизації процесів часто доводиться користуватися значеннями теплофізичних властивостей тієї чи іншої речовини, або продукту. Значення цих характеристик, які отримані на основі вже проведених і перевірених результатів, викладені у вигляді таблиць, що не завжди можуть надати точну інформацію, в зв'язку з особливістю заходження їх значень. Тому для зручності користування теплофізичними значеннями речовин, запропоновано використання апроксимаційних залежностей даних у вигляді формул.

Матеріали і методи. Провівши літературний аналіз, було виявлено, що більшість значень теплофізичних властивостей речовин та продуктів викладені у табличному вигляді, що викликає певні труднощі у розрахунках і автоматизації цих розрахунків, оскільки часто потребують додаткових знань і умінь у використанні математичних методів. Знайшовши певні залежності зміни цих значень при вхідних параметрах, змогли відобразити це у графіках. Апроксимація за допомогою методу найменших квадратів була проведена з використанням програмного забезпечення OriginPro 8.6.

Результати. При апроксимації теплофізичних властивостей води на лінії насичення були отримані залежності густини, теплоємності, коефіцієнту теплопровідності, коефіцієнту динамічної в'язкості від температури.

При апроксимації теплофізичних властивостей сухої насиченої водяної пари були отримані основні характеристики в залежності від абсолютного тиску і від температури.

Апроксимована залежність густини, коефіцієнту теплопровідності, теплоємності, коефіцієнту динамічної в'язкості від температури теплофізичних властивостей сухого повітря за тиску 745 мм рт. ст. та 760 мм рт. ст.

Було апроксимовано залежності густини, теплоємності, коефіцієнту теплопровідності, коефіцієнту динамічної в'язкості від температури при різних масових частках цукру в цукрових розчинах і отримані формули.

Види залежностей вибиралися з найпростішим виглядом, і в цей же час задовольняли допустиму точність. За побудованими графіками підібрано формули, які максимально точно описують отримані графічні залежності. Виявлено лінійні, кубічні, параболічні залежності теплофізичних значень від певного фактору.

Висновки. Отримані формули знаходження теплофізичних значень речовин можуть бути використані при: автоматизації процесів; проектних, інженерних, математичних розрахунках; виконанні курсових робіт та проектів; у навчальних та наукових роботах.

8. Дослід системи приводів віброекстракційного обладнання

Валентин Чорний, Віктор Бодров

Національний університет харчових технологій

Вступ. В харчовій промисловості для добування розчинних речовин з рослинної сировини ефективно використовується процес віброекстрагування із застосуванням відповідних пристроїв різних конструкцій. Метою даної доповіді є подання результатів виконаного аналізу достатньо великої кількості літературних джерел щодо особливостей вібраційних приводних систем екстракційного обладнання.

Матеріали і методи. Приводні механізми, які генерують коливальний рух, є невід'ємною складовою вібраційних апаратів. Існує декілька способів і засобів збудження вібрації, в тому числі: в залежності від виду енергії, що використовується для збудження вібрації, розрізняють віброзбудники механічні, електричні, пневматичні і гідравлічні; від роду рушійної сили – інерційні, ексцентрикові, електромагнітні, пневматичні і гідравлічні; за конструкцією - інерційні (дебалансні), кривошипно-шатунні (ексцентрикові), електромагнітні і поршневі (пневматичні і гідравлічні); з точки зору можливості регулювання привода розрізняють привод з регулюємою і нерегулюємою амплітудами коливань; за характером регулювання - приводи з плавним і ступінчастим регулюванням. Класифікація вібраційних приводів містить наступні способи збудження вібрації: механічний, ексцентриковий; гідравлічний, інерційний, електромагнітний, пневматичний.

Класифікація віброприводів

Вид енергії	Механічна	Електрична	Пневматична	Гідравлічна
Рушійна сила	Інерційна	Електромагнітна	Пневматична	Гідравлічна
Конструкція віброзбудника	Інерційні (дебалансні), Кривошипно-шатунні (ексцентрикові)	Електромагніти	Поршневі пневматичні	Поршневі гідравлічні
Тип приводу	Механічний	Електричний	Пневматичний	Гідравлічний
		Електромагнітний		
	Комбінований			
Вид регулювання	Регулюємий		Нерегулюємий	
Характер регулювання	Ступінчастий		Плавний	
Форма коливань	Прямолінійні, кругові, еліптичні, прямокутні, комбіновані			
Вид вібрації	Лінійна, плоска, просторова, кутова або обертальна, комбінована			

Результати. Аналіз способів збудження вібрації дозволив сформулювати переваги та недоліки відомих типів віброприводів.

Висновки. Виконані пошукові класифікаційні дослідження дозволяють оптимізувати методи та способи використання вібраційних приводів.

9. Дослідження сорбційних властивостей культивованих грибів

Тетяна Бурлака, Вадим Деканський
Національний університет харчових технологій

Вступ. Фізико-хімічні зміни, які відбуваються в процесі сушіння впливають на якість зневодненого продукту, але можуть бути відновлені обводненням. Такі властивості як колір, текстура, щільність, пористість і сорбційні характеристики зневоднених матеріалів залежать переважно від способу сушіння. Дані властивості характеризують якість зневодненої продукції, тому спосіб і умови сушіння мають важливе значення.

Матеріали і методи. Зняття ізотерм адсорбції парів вироблялося ваговим методом на вакуумній установці з пружинними кварцовими вагами Мак-Бена. Вакуумна частина складається з форвакуумного масляного насоса для попередньої відкачки і пастки для виморожування парів ртуті. Вимірювальна частина складається з наступних основних деталей: десяти сорбційних трубок, U-подібного манометра зі ртуттю для вимірювання тиску адсорбтива в установці, пробірки з адсорбтивом, ємності для парів адсорбтива. У вимірювальній частині установки упаяна лампа ЛТ-2 для контролю ступеня відкачки. Вимірювання розрядження в установці проводилося на вакууметрі ВТ-2А.

Результати. Досліджень показують, що зміна об'єму рослинних продуктів як правило пропорційна кількості поглиненої води. Загально прийнято, що ступінь регідратації залежить від ступеня клітинного та структурного руйнування. Під час сушіння проходять процеси руйнування клітин, ущільнення структури, зсихання капілярів зі зменшенням гідрофільних властивостей, що призводить, до неможливості поглинання достатньої кількості вологи для повного відновлення. Під час процесу регідратації у сухому пористому матеріалі зануреному у воду проходять декілька одночасних змін: вмісту вологи і сухих речовин, пористості об'єму і температури. Здатність харчових продуктів до відновлення в подрібненому вигляді, наприклад, у вигляді січки або нарізаних овочів, залежить від пошкодженої структури і компонентів під час сушіння. При сушінні гарячим повітрям вища початкова швидкість зневоднення може привести до ущільнення поверхні продукту, що в свою чергу викликає зменшення швидкості відновлення.

Висновки. Виходячи з отриманих ізотерм адсорбції та розподілу пор за радіусами, можна сказати, що найбільше вбирає в себе вологу культивовані гриби глива, висушені радіаційно-конвективним способом, бо і його ізотерма адсорбції і крива розподілу пор за радіусами йдуть вище за всіх інших зразків. Найменше адсорбує воду зразок в результаті сушіння культивованих грибів інфрачервоним способом при 70 °С, бо і ізотерма адсорбції, і графік розподілу пор за радіусами у нього найнижчі.

Література.

1. Патент №97904 України, МПК А23В 7/02 (2006.01). Спосіб сушіння культивованих грибів комбінованим енергопідведенням / Малежик І.Ф., Дубковецький І.В., Бурлака Т.В. - № у 2014 11440; заявл. 20.10.2014; опубл. 10.04.2015, Бюл. №7

2. С. Грег, К. Синг "Адсорбция, удельная поверхность, пористость", М.1984 г.

10. Аналіз конструктивного та процесно-апаратного оформлення твердофазного екстрагування із застосуванням низькочастотних механічних коливань

Владислав Денисюк, Володимир Зав'ялов
Національний університет харчових технологій

Вступ. Сучасна екстракційна апаратура, що використовує традиційні способи організації протитока фаз під час переробки рослинної сировини з високим ступенем подрібнення, як правило, низькопродуктивна, оскільки сировина в робочій зоні апарата не володіє достатньою поруватістю внаслідок її ущільнення. При цьому значна частина поверхні часток екранується та втрачає свою активність в процесі масопередачі. Екстрактори з вібраційною системою перемішування суттєво позбавлені цих недоліків. Разом з тим, широке промислове використання апаратів такого типу потребує удосконалення їх конструктивного виконання.

Матеріали і методи. Конструювання та проект віброекстрактора безперервної дії виконувались із застосуванням системи КОМПАС–V14, а також загальних положень теорії про структуру гідродинамічних потоків в апаратах колонного типу безперервної дії М.І. Гельперіна, теорії екстрагування В.М. Лисянського та результати патентного пошуку.

Результати. Розглянуто сучасні методи інтенсифікації екстрагування, класифікаційні ознаки та конструктивні особливості екстракторів з вібраційною системою перемішування. Зазначено, що швидкість і повнота екстрагування залежить від розміру частинок, температури, тривалості проведення процесу, гідромодуля та інших факторів. Зосереджено увагу на фізичних ефектах, що сприяють інтенсифікації процесу. З літературних джерел також встановлено, що при використанні низькочастотних механічних коливань відбувається збільшення активної поверхні контакту фаз до 100 %. При цьому істотне значення мають гідродинамічні умови процесу, їх вплив на масопередачу в дифузійному підшарі. Створені робочими органами пульсуючі потоки молекулярний механізм перенесення замінюють на більш швидкий – конвективний.

З метою удосконалення конструкції віброекстракторів неперервної дії, розроблених на кафедрі процесів і апаратів НУХТ, пропонується встановлення завантажувального пристрою для сировини в середині робочої зони з осьовим його розташуванням. В утвореному кільцевому просторі колони розміщено вібротранспортувальний пристрій, що складається із системи штоків із закріпленими на них врівноваженими транспортувальними тарілками. Подрібнена сировина через завантажувальний пристрій направляється під нижню тарілку, рухається вздовж апарата протиточно екстрагенту та вивантажується через лоток. Екстракт через фільтр відводиться з апарата. Розділення фаз здійснюється за рахунок різниці гідравлічних опорів перетоку робочого середовища через транспортувальні відкриті елементи. Передбачається, що така конструкція сприятиме рівномірному розподіленню зовнішньої енергії у поперечному перерізі апарата та створюватиме режими близькі до ідеального витіснення.

Висновки. Заплановано виготовлення лабораторного зразка віброекстрактора безперервної дії та перевірка його передбачуваних властивостей в умовах лабораторії кафедри процесів і апаратів харчових виробництв. Розробка може бути реалізована в переробних галузях промисловості для забезпечення безвідходного та поглибленого перероблення рослинної сировини та її відходів.

11. Дослідження впливу нанорозмірного стану водних суспензій металів на процес сорбції під час бродіння тіста

Анастасія Шевченко, Юлія Запорожець

Національний університет харчових технологій

Вступ. В теперішній час фахівці ряду країн проводять дослідження з використання речовин з твердою фазою в нанорозмірному стані для створення нових матеріалів і інтенсифікації існуючих технологій. За рахунок високого ступеню подрібнення ці речовини мають властивості, що не притаманні їх хімічним сполукам, зокрема наявна високорозвинена питома поверхня, яка характеризується підвищеною хімічною активністю до взаємодії з об'єктами контакту.

В ряді випадків зазначені особливості речовин з твердою фазою в нанорозмірному стані при певній організації технології сприяють інтенсифікації процесів сорбції, іонного обміну, контактної взаємодії з різними структурними елементами.

Матеріали і методи. В роботі використовували препарати речовин з твердою фазою в нанорозмірному стані з визначеними характеристиками [1], а саме рН, діапазон розмірів частинок, питома електропровідність, електрокінетичний потенціал, питома поверхня. Вплив наночастинок на якість продуктів перевіряли, визначаючи їхню дію на життєдіяльність дріжджової мікрофлори на приладі АГ-1 та на структурно-механічні властивості тіста.

Результати. Для визначення впливу наночастинок на показники якості продуктів, препарати вносили в тісто, виходячи з концентрації в них елементу та рекомендованої дози добового споживання його, а саме - 50% цієї дози.

Результати показали, що при додаванні препаратів інтенсифікувався процес бродіння тіста шляхом більш активного протікання процесу газоутворення, а саме збільшення виділення CO₂ на 0,8 - 9,3% порівняно з контролем. Це свідчить про активацію дріжджової мікрофлори. Встановлено позитивний вплив наночастинок на структурно-механічні властивості тіста, а саме зменшення показника його розрідження на 4,7-7,5% порівняно з контролем. Наночастинки зумовлюють підвищення в'язкості, очевидно внаслідок їхнього впливу на окисно-відновні процеси в тісті

Висновок. Проведеними дослідженнями встановлено доцільність отримання наночастинок способом багатоточкового об'ємного електроіскрового диспергування, адже було одержано стабільні препарати, частинки твердої фази яких мають значну питому поверхню. Додавання препаратів сприяє інтенсифікації технологічного процесу та покращує структуру тіста, тобто аналізуючи ці показники, можна говорити про ефективність використання отриманих препаратів у технології хлібобулочних виробів, з метою збагачення їх мінеральними речовинами.

Література.

І. Ткаченко С. В., Дашковський Ю.О., Олійнічук С.Т., Хомічак Л.М., Лопатко К.Г., Маринін А.І. Препарати з твердою фазою в нанорозмірному стані на основі металів для застосування у біологічних середовищах харчових виробництв. // Продовольчі ресурси. – 2015. - № 4. – С. 11-17.

12. Математичний опис масоперенесення цільової речовини в робочому об'ємі віброекстрактора періодичної дії

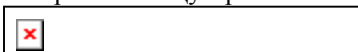
Вадим Деканський, Володимир Зав'ялов
Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогодні інженерія не має уніфікованих та апробованих математичних моделей і алгоритмів прямих методів розрахунку твердофазової віброекстракційної апаратури. На процес вилучення цільових компонентів в однаковій мірі впливають внутрішній і зовнішній дифузійний опір, тому дослідження масообміну при віброекстрагуванні, встановлення залежності інтенсивності масовіддачі від головних факторів, що визначають ефективність процесу масообміну, є одним із головних завдань.

Матеріали і методи. Використані числові методи, що реалізовані в математичних пакетах інтегрованих систем MathCAD, Matlab та інших; узагальнене в частинних похідних параболічного типу рівняння Щукарьова з початковими та крайовими умовами другого роду; метод розділення змінних, інтегрування; зважений метод найменших квадратів.

Результати. Аналізуючи одновимірну задачу молекулярного перенесення речовини всередині твердої фази з розподіленими параметрами, а також перерозподіл речовини під час її конвективного перенесення в робочому об'ємі вздовж віброекстрактора періодичної дії, узагальнимо рівняння Щукарьова.

У результаті виконаних перетворень отримано рівняння, що враховує молекулярну внутрішню дифузію та кінетику зовнішнього масоперенесення і фактично збігається з розв'язком рівняння Щукарьова:



Рівняння фактично визначає розв'язок моделі ідеального перемішування, яке відображає процес масоперенесення цільових компонентів в умовах періодичного віброекстрагування. У розглянутій моделі невідомим є коефіцієнт k , який визначає лінійну модель кінетики процесу. Ідентифікація цих параметрів здійснювалась на основі експериментальних даних, отриманих на віброекстракторі періодичної дії з комбінованим енергопідведенням. Дослідження проводилися при фіксованій амплітуді $20 \cdot 10^{-3}$ м, з частотами коливань віброперемішувальної системи 3—7 Гц та гідромодулях 15—25 з і без застосування високочастотного випромінювача. Температура екстрагенту складала 20 °С. Як сировину використовували подрібнений вівсяний солод середнього помелу. Вимірювання концентрації цільового компонента здійснювалось у кінці експериментальної ділянки в точці $x=L$ у задані дискретні моменти часу τ_i .

Висновки. Отриманий математичний опис процесу може бути використано для моделювання кінетики періодичного екстрагування з рослинної сировини, а також як базовий для моделювання більш складних явищ теплових і масообмінних процесів.

Література.

1. Наукові праці НУХТ. — 2013. — № 51. — С. 64—70. Патент 103838 України, МПК В 01 D 11/02. Вібраційний екстрактор періодичної дії з комбінованим енергопідведенням / Зав'ялов В.Л., Деканський В.С., Попова Н.В., Мисюра Т.Г., Бодров В.С., Запорожець Ю.В. — № а 2012 08141; заявл. 30.07.12; опубл. 25.11.13, Бюл. № 4.

13. Екстрагування біологічно активних домішок із зародків пшениці

Ірина Малащенко, Лариса Зоткіна

Національний університет харчових технологій

Вступ. В роботі досліджено екстрагування олією біологічно активних домішок із зародків пшениці, а також можливість застосування цього екстракту як натуральної добавки до олії з метою підвищення вмісту вітаміну Е і цінних речовин, профілактики багатьох захворювань у виробництві вітамінізованих маргаринів і майонезу.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень були зародки пшениці. Процес контролювали за зміною вмісту сухих речовин в екстрагенті й твердій фазі, який визначали відповідно рефрактометричним методом і прямим інтервально-ітераційним розрахунком.

Результати. Під час досліджень екстрагування вітаміну Е із зародків пшениці змінювали співвідношення фаз (1:1, 1:1,5, 1:2, 1:2,5), температуру (20–50⁰С) і тривалість екстрагування (5-40 хв.). Перед екстрагуванням зародки пшениці руйнували пресуванням, щоб розірвати клітини та інтенсифікувати перехід цільових компонентів в екстрагент. На першому етапі екстрагування процес здійснювали без перемішування. Установлено, що найкраще екстрагування відбулося протягом 40 хв. за співвідношенням фаз 1:1,5 і температурою 50⁰С. Вміст вітаміну Е визначили методом фотоелектрокалориметрії. Екстракт містив 8,4 мг/100мл вітаміну.

Наступний етап екстрагування здійснювали з періодичним перемішуванням і проміжним відтисканням твердої фази. Цього разу найкраще екстрагування відбулося протягом 30 хв. За співвідношення фаз 1:1 і температури 40⁰С. Екстракційна крива для екстрагента мала ступінчастий характер, що пояснюється відтисканням твердої фази. Тривалість процесу скоротилася на 10 хв., а температура процесу нижча на 10⁰С. Дивлячись на це, такий режим екстрагування використовувати доцільніше. Одержаний екстракт містив 10,2 мг/100мл вітаміну Е, що на порядок вище, ніж в олії марки «Стожари». Уміст амінокислот в екстракті відповідає, чи є навіть вищим добових норм у раціоні харчування людини.

Показники	Вміст в екстракті	Добова норма
	Амінокислот, мг/100мл	
Лейцин	8,7	4...6
Пролін	34,0	5
Фінілаланін	5,1	2...4
Аміномасляна кислота	17,8	-
Глутамінова вислота	15,9	16

Висновки. Екстракт із зародків пшениці можливо використовувати як натуральну добавку до олії з метою підвищення вмісту в ній вітаміну Е та інших цінних речовин.

Література.

1. Перспективы использования жмыха зародышей пшеницы. /Е.Е.Грузинов, П.П.Бабенко. Масло и жиры, - 2003. №5.

14. Дослідження процесу сушіння яблучних снєків конвективно-терморадіаційним енергопідведенням

Людмила Стрельченко, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій

Вступ. Процес сушіння є одним із найпоширеніших способів видалення вологи з матеріалу. Різноманітний асортимент матеріалів, що висушуються, зумовлює використання різних способів підведення теплоти і проведення процесу і, отже, різних типів та конструкцій сушарок. Багатьма вченими процес сушіння досить широко вивчено, та на жаль, дуже мало відомо про те, як буде поводити себе та чи інша продукція при комбінації конвективного і терморадіаційного способу сушіння при різних температурах.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень стали яблука сорту «Голден». Цей фрукт уже став традиційним для населення України. Сорт відрізняється високим вмістом початкових сухих речовин, цукрокислотним показником та одна з найбільш суттєвих переваг даного сорту біла м'якоть, яка порівняно довго окислюється киснем повітря. У роботі використовували конвективний, терморадіаційний метод сушіння яблучних снєків і їх комбінація.

Результати. Стрімкими темпами розвитку і шаленою популярністю серед споживачів в харчовій галузі в останні роки славляться снєки. Перевагою снєків є те, що це швидкий та поживний перекус впродовж дня, важливим фактором для такого перекусу є незначна вага, розмір шматочків їжі, її смак та зручність тари, в якій знаходиться даний продукт. Під час сушіння яблучних снєків частинками температура теплоносія в камері складала 70 °С, з метою економії в сушарку була підведена рециркуляція 50/50 із швидкістю руху повітря в камері 5,5 м/с. Попередньо підготовлені яблука піддавалися бланшуванню в цукровому сиропі різної концентрації протягом 30 секунд з метою інактивації ферментів, після чого сушили. За таких же параметрів було проведено окремі дослідження по сушінню яблучних снєків конвективним та терморадіаційним способом для порівняння якісних показників готової продукції. Сушені снєки отримані конвективним способом (тривалість сушіння 120 хв) мали коричневий відтінок, що пояснюється тривалим контактом матеріалу з киснем повітря, зразки яблук терморадіаційного сушіння (тривалість сушіння 80 хв) мали характерні підгорілі частини в зоні інфрачервоних ТЕНів, а зразки отримані конвективно-терморадіаційним способом (тривалість сушіння 100 хв) мали світлий з кремовим відтінком колір, приємний натуральний аромат та кисло-солодкий смак з характерним хрустом при кусанні.

Висновки. На основі проведеного якісного аналізу яблучної сировини з різним вмістом цукрів висушених різними методами енергопідведення дозволяє зробити висновок, що найкращі органолептичні і фізико-хімічні показники та найнижчі енерговитрати снєків спостерігаються в конвективно-терморадіаційному висушуванні. Тому цей спосіб сушіння доцільно рекомендувати для створення інноваційних продуктів таких як яблучні снєки.

15. Визначення щільності центрів пароутворення при кипінні

Дмитро Каптановський², Віталій Кулінченко¹

1 - Національний університет харчових технологій

2 - Черкаський державний технологічний університет

Вступ. Процес кипіння широко застосовується в різних галузях промисловості. Однак до сих пір не має єдиної аналітичної теорії цього процесу і тому продовжується визначення його основних фізичних закономірностей.

Матеріали і методи. Відповідно до відомої моделі теплообміну при кипінні води, тепло від гріючої поверхні до рідини передається періодично кожною бульбашкою, шляхом переміщення перегрітої пристінної рідини в шари рідини, віддалені від поверхні та її випаровування в бульбашки, що знаходяться на поверхні; до місця відриву бульбашки підтікає менш підігріта («свіжа») рідина з об'єму, тут вона перегрівається і випаровується. Серед різних факторів, що впливають на внутрішні характеристики процесу кипіння, до яких відноситься і щільність центрів пароутворення, найбільш суттєвими є питомий тепловий потік, тиск, природа киплячої рідини та стан поверхні нагріву [1].

Результати. Експериментальне визначення щільності центрів пароутворення здійснюється шляхом підрахунку добре помітних округлих плям на ретельно відполірованій поверхні при а) $q=10^5$ кВт/м², $p=0,11$ МПа; б) $q=230$ кВт/м², $p=0,11$ МПа; в) $q=80$ кВт/м², $p=0,33$ МПа. Отримані фотографії експериментальної поверхні нагріву зі слідами центрів пароутворення. Підрахунки здійснюються після кожного досліду, що проводилися при незмінних параметрах (q , T , p). Плями завжди утворюються навколо центра пароутворення і складаються з кристалів тих солей, що є в киплячих рідинах, що характерно для цукрової промисловості. Для росту кристалів необхідні дві умови: наявність центрів кристалізації та достатня степінь перенасичення розчину. Кристали зароджуються на поверхні нагріву в центрах пароутворення на границі трьох фаз (стінка – рідина, в якій є солі, – парова бульбашка). При кипінні біля ніжки бульбашки в період її росту на поверхні нагріву на межі пара – рідина, утворюється область підвищеної концентрації, солеміст в якій перевищує межу розчинності. Добре відомо, що всі внутрішні характеристики процесу кипіння (частота відриву бульбашок, відривний діаметр, кількість центрів пароутворення, швидкість росту бульбашок) є випадковими величинами. Криві розподілу щільності центрів пароутворення при кипінні води. 1) $q=130$ кВт/м², $p=0,1$ МПа; 2) $q=230$ кВт/м², $p=0,1$ МПа. Запропонована методика визначення щільності центрів пароутворення придатна для підрахунку повного числа центрів пароутворення, що діяли на протязі всього проміжку часу від початку до кінця дослідів. Якщо ж внесок в пароутворення якого-небудь центру незначний, тобто центр діяв короткочасно, то він не залишає плями накипу на поверхні нагріву, і тому не був врахований при визначенні щільності центрів пароутворення.

Висновки. 1. Досліди з цукровими розчинами при концентрації СР до 80% свідчать, що подальший процес кристалізації як і згущення, доцільно вести при тепловому режимі $q=80$ кВт/м², $p=0,33$ МПа. 2. При цьому мінімізується процес розпаду цукрози і зі зростанням чистоти (Ч).

Література.

1. Кулінченко В.Р., Мирончук В.Г. Промышленная кристаллизация сахаристых веществ. Монография. К.: НУПТ, 2012. – 426с.

16. Дослідження екологічної безпечності шунгіта методами десорбційної мас-спектрометрії

Олена Турчун, Людмила Мельник

Національний університет харчових технологій

Вступ. Перспективним сорбентом для очищення харчових продуктів є шунгіт - мінерал природного походження з рівномірним розподілом силікатних часток в аморфній вуглецевій матриці. Крім аморфного вуглецю, у складі шунгіту є фуллерени, метали та різноманітні вуглеводневі органічні сполуки з гідроксильними, карбоксильними, кетонними, хінонними групами.

Необхідність доведення екологічної безпечності шунгіта є актуальною проблемою сьогодні.

Матеріали і методи. Для комплексного дослідження шунгіта було використано десорбційну мас-спектрометрію, за допомогою якої можна встановити не тільки продукти піролізу, а й дослідити наявність фуллеренів із кислотних екстрактів шунгіту. Шунгіт був розтертий в агатовій ступці до порошкоподібного стану. Наважки по 30 мг були додані до 1мл розчинника. Розчин інкубувався протягом 5 годин при температурі 30 °С в ультразвуковій бані. Потім зразки центрифугували (15хв, 10000 об/хв). Для LDI-ToF (мас-спектрометрія з лазерною десорбцією/іонізацією) аналізу відбирався супернатант. Осад додатково промивався відповідним розчинником та висушувався за кімнатної температури. В якості розчинників використовували: спирт, толуол, воду.

Результати. Отримані результати, представлені на рисунку, дозволили виявити різний склад продуктів екстракції та різний характер термодесорбції продуктів розкладу з поверхні шунгіту в залежності від використаного розчинника та під дією ультразвукового оброблення.

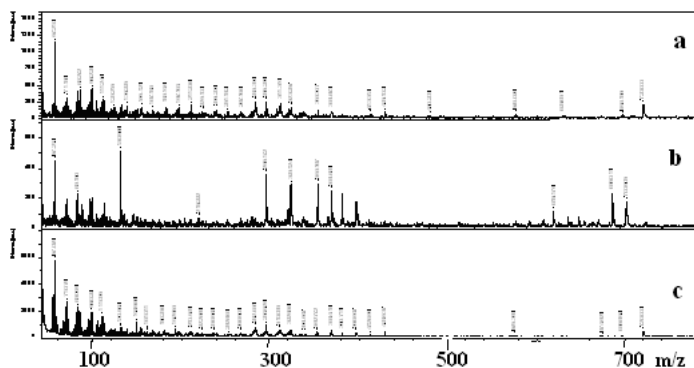


Рис 1. Мас-спектр LDI-ToF позитивних іонів продуктів екстракції з шунгіту в спирт (а), в толуол (б) та у воду (с) під дією опромінення ультразвуком

Висновки. Шкідливих речовин у розчинах не виявлено, що підтверджує екологічну безпечність шунгіту і дає можливість його використовувати для очищення питної води і харчової сировини.

Мас-спектри продуктів, що десорбувалися у воду та у спирт після ультразвукового оброблення, подібні один до одного та містять фуллерен C_{60} , на відміну від продуктів десорбції в толуол. У всіх випадках спостерігалася десорбція структур із загальною формулою C_{2-13} .

17. Дослідження процесу сушіння гарбуза конвективно-терморадіаційним енергопідведенням

Руслан Байдаєв, Іван Малєжик

Національний університет харчових технологій

Вступ. Одним з основних напрямків розвитку овочесушильної промисловості є вдосконалення технологій сушіння різних овочів, інтенсифікація процесів та забезпечення максимального збереження якості вихідної сировини. Серед овочевої сировини окреме місце займає гарбуз, для сушіння якого звичайні температурні режими не підходять. Можливо це пов'язано з тим, що за ботанічними ознаками гарбуз є ягодою і має свою специфічну структуру м'якоті.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень стала овочева сировина гарбуз. У роботі використовували конвективно-терморадіаційний метод сушіння гарбуза.

Результати. Оскільки каротиноїди гарбуза легко руйнуються під дією температури, повітря і світла, процес інактивації ферментів вирішували за рахунок попереднього бланшування і застосування суміші антиоксидантів. Нами були проведені дослідження сушіння гарбуза (рис. 1) конвективним способом, терморадіаційним, а також комбінуванням цих способів.

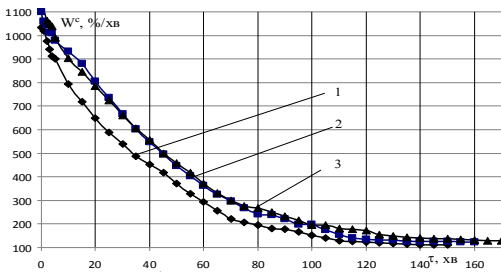


Рис 1. Криві сушіння гарбуза при температурі теплоносія 50 °C: 1 – сировина в вигляді кубиків, конвективно-терморадіаційне енергопідведення; 2 – сировина в вигляді кубиків, терморадіаційне енергопідведення; 3 – сировина в вигляді поре, конвективно-терморадіаційне енергопідведення.

Висновки. В результаті застосування комбінованого способу сушіння відбувається збереження каротиноїдів гарбуза (80% від початкового змісту), на 26-30% скорочується тривалість сушіння і на 20-22% енерговитрати.

Література.

1. Л. В. Стрельченко, Т. В. Бурлака, М. В. Писарев, І. В. Дубковецький, Г. М. Бандуренко, І. Ф. Малєжик / Інноваційний метод сушіння плодово-овочевої сировини / 81 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів НУХТ. "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", Київ, ч. 2, 23–24 квітня 2015 р., с. 178

З рисунка видно, що при конвективно-терморадіаційному енергопідведенні видалення вологи з гарбузової сировини у вигляді кубиків (крива 1) відбувається інтенсивніше ніж у вигляді поре (крива 3). Встановлено, що комбіноване (конвективно-терморадіаційне) енергопідведення (крива 1) інтенсивніше видаляє вологу ніж терморадіаційне (крива 2). При цьому тривалість сушіння скорочується на 30 хв, що призводить до зниження енерговитрат на процес видалення вологи з продукту для досягнення кінцевої величини вологовмісту $W^c = 112\%$ (по кожному способу сушіння).

18. Оптимізація розрахунку витрат вапна на окремі ступені очищення дифузійного соку

Максим Ніколишак, Інна Ющук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Вапняно-вуглецеве очищення є одним з найважливіших етапів цукрового виробництва – воно впливає на вихід і якість готової продукції. Одним з реальних шляхів підвищення ефективності цукрового виробництва є удосконалення технології вапняно-вуглецевого очищення з метою зниження витрат вапна на очищення дифузійного соку, що дозволяє більш ефективно використовувати вапно при максимальному видаленні нецукрів та отримання осаду з добрими фільтраційними властивостями.

Матеріали та методи. Розроблена математична модель та алгоритм розрахунку оптимальної кількості вапна, що додається на прогресивну попередню дефекацію (ППД), виходячи з кількості та видів повертань

$$Y = f(x_1, x_2) \rightarrow \min$$
$$D \in \begin{cases} 120 \leq x_1 \leq 135 \\ 0.08 \leq x_2 \leq 0.1 \\ 30 \leq Y_0 \leq 100 \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{де } Y_0 = \frac{0.01 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot x_1^2 \cdot (x_2^2 - a_0^2)}{100 \cdot a_2 \cdot (a_3 - x_2) + 0.01 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot (a_0 - x_2)}$$

Результати. Для отримання оптимального технологічного процесу необхідно дискретно розв'язувати дану задачу через кожний визначений проміжок часу. Таким чином, будемо мати функцію раціональних рішень протягом усього періоду протікання процесу.

Кількість вапняку, що додається на ППД залежить від кількості та видів повернень. При цьому кількість вапна у вигляді вапнякового молока повинна бути такою, щоб весь СаО знаходився у розчиненому вигляді.

Мета розрахунку полягає у визначенні кількості видів повернень в залежності від якості буряку і, відповідно, якості дифузійного соку. Пропонується розглянути три види повернень на ППД: нефільтрований сік I сатурації з додаванням вапнякового молока; нефільтрований сік I сатурації з додаванням дефекованого молока; згущена суспензія соку I сатурації з додаванням вапнякового молока.

Висновок. В результаті розрахунків для конкретних даних якості соку можна отримати кількість вапна на очищення. Практичне застосування програми полягає не тільки в розрахунку основних значень параметрів процесу, але й можливості аналізу роботи сокоочисного відділення та вибору оптимальної схеми очищення в залежності від якості дифузійного соку.

Література.

1. Бугаенко И.Ф., Гольденберг С.П., Титаренко Ю.А. Контроль расхода извести на предварительную дефекацию с помощью ЭВМ. // Сахар. – 2002. - № 1. – С. 46 – 47.

19. Використання інформаційних технологій при розв'язанні задач оптимізації

Олексій Петриченко, Володимир Овчарук
Національний університет харчових технологій

Вступ. Основною метою вивчення новітніх інформаційних технологій є необхідність підвищення рівня і якості підготовки фахівців. Для цього потрібно вирішити цілий комплекс задач: розвиток і підтримка системного мислення, забезпечення усіх видів пізнавальної діяльності, розвиток і закріплення навичок і умінь у сполученні з активними методами навчання.

Матеріали та методи. Поява в останні роки засобів інженерних та наукових розрахунків дає можливість фахівцю розв'язувати поставлені задачі без досконалого знання мов програмування, із застосуванням формату звичайного математичного запису. Проте виникає необхідність досконалого володіння таким програмним продуктом, як системи автоматизованих інженерних та економічних розрахунків Excel та MathCad.

Результати. Цілі доповіді полягають у запропонуванні методики розв'язання задач оптимізації та лінійного програмування, як найбільш популярних в інженерних обчисленнях, використовуючи обидві системи автоматизованих інженерних та економічних розрахунків Excel та MathCad.

Загальна задача лінійного програмування полягає в знаходженні екстремуму (максимуму або мінімуму) функції

$$F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max(\min) \quad (1)$$

за умов

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \begin{cases} \leq \\ \geq \end{cases} b, i = \overline{1, m}; \quad (2)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, k}, \quad (k \leq n). \quad (3)$$

Такі задачі часто зустрічаються на практиці, наприклад, при вирішенні проблем, пов'язаних з розподілом ресурсів, плануванням виробництва, організацією роботи транспорту тощо.

Побудова математичної моделі конкретної задачі передбачає виконання такої послідовності дій:

- введення змінних, значення яких потрібно знайти;
- формулювання критерію оптимальності, запис цільової функції;
- визначення обмежень на ресурси і вираження цих умов через змінні.

Висновок. В доповіді наводиться детальний розв'язок оптимізаційної задачі, що використовує обидві системи автоматизованих інженерних та економічних розрахунків Excel та MathCad.

Література.

Будя О.П., Лемешев О.Г., Овчарук В.О. Методичний посібник з розв'язування економіко-математичних задач засобами MS Excel. – К.: КУТЕП, 2008. – 201 с.

20. Вилучення біологічно активних речовин з лікарських трав

Анастасія Пшенична, Лариса Зоткіна

Національний університет харчових технологій

Вступ. В роботі наведено результати досліджень з визначення оптимальних параметрів процесів екстрагування з лікарських трав біологічно активних речовин, які можна використовувати при виробництві напоїв профілактичного призначення.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень стали лікарські трави, а саме звіробій та подорожник. У роботі використовували рефрактометр, терези, та фіксувалась температура процесу за допомогою термометра. Для визначення вмісту розчинних сухих речовин (РСР) в роботі використовували рефрактометричний метод дослідження.

Результати. Одним з діючих шляхів підвищення рівня здоров'я населення слід вважати створення продуктів харчування спеціальної групи. У цьому відношенні лікарська рослинна сировина є невичерпним джерелом натуральних біологічно активних речовин (БАР), які у мінімальній кількості благотійно впливають на організм людини. При цьому важливо звернути увагу на можливість їхнього тривалого застосування без істотних побічних явищ порівняно з багатьма хімічними препаратами. Метою досліджень було отримання екстрактів та напоїв з лікарських трав, а саме з звіробою та подорожника, а замість цукру додавати до фруктових напоїв фруктозного сиропу, що дозволить використовувати такий напій людям, хворим на цукровий діабет. При отриманні екстрактів використовували очищену воду і 20%-ий спиртовий розчин. На першому етапі співвідношення суха лікарська сировина і вода становила 1:1. Сировину попередньо подрібнювали, для збільшення поверхні контакту твердої та рідкої фаз при екстрагуванні. На швидкість переходу екстрактивних речовин в екстракт впливає температура екстрагенту. При низьких температурах суттєво знижується вихід БАР і збільшується тривалість процесу, а при високих температурах (вище 60⁰С) відбувається руйнування вітамінів. Проаналізувавши отримані результати встановлено оптимальний режим екстрагування: гідромодуль - 1, тривалість процесу екстрагування - 60хв при температурі 60⁰С.

Другим екстрагентом для вилучення БАР з подорожника та звіробою був водно-спиртовий розчин з концентрацією 20%. Використання водно-спиртової суміші зумовлено тим, що в звіробою та подорожнику знаходиться значна кількість β -каротину, який є жиророзчинним вітаміном. Екстрагування здійснювали при температурі 20⁰С. Температуру суміші не підвищували оскільки спирт, що міститься у водно-спиртовій суміші, є легкою речовиною. Вимірюючи через кожні 20 хв вміст РСР в екстракті протягом 2 годин. За результатами дослідження було встановлено, що для настою, де міститься звіробій, достатньо 100 хв для отримання вмісту сухих речовин в екстракті 10%. Подальше збільшення тривалості настоювання недоцільно, бо немає природу СРС. Щодо настою подорожника, то процес екстрагування досить проводити 70 хв.

Висновки. Зважаючи на вищесказане, дані екстракти на основі води і водно-спиртового розчину можна використовувати для додавання як допоміжну сировину при виробництві напоїв, що дозволить вживати готовий продукт, як лікувально-профілактичний засіб. При використанні такого напою покращуються процеси дихальних шляхів, посилюється робота серцево-судинної системи, інтенсифікуються обмінні процеси, напій діє як заспокійливий, антивірусний, антидепресивний засіб.

21. Використання віртуальних лабораторій при вивченні процесів і апаратів харчових виробництв

Валентин Чорний, Тарас Мисюра
Національний університет харчових технологій

Вступ. Комп'ютерні технології все більше впроваджуються у навчальний процес. Цей процес є логічним, природним, але в деякому сенсі неоднозначним і багато в чому – ще й суперечливим. Деякі вважають, що він несе тільки недоліки навчальному процесу, інші — тільки користь. Методичні засади можна скорегувати лише тоді, якщо існує методологічний аналіз отриманого досвіду кроків, що зроблені в цьому напрямку, виділені найбільш суттєві надбання й недоліки, що несе таке використання.

Матеріали та методи. На прикладі процесів і апаратів харчових виробництв – дисципліни, яку вивчають практично студенти будь-якого фаху вищих навчальних закладів, розглянемо можливості використання комп'ютерних технологій при виконанні лабораторного практикуму – віртуальних лабораторних робіт.

Результати. Віртуальний лабораторний практикум має й суттєві переваги у порівнянні зі звичайним натурним. Він є універсальним: на комп'ютері можна виконувати практикум практично з будь-якої дисципліни. Економічні переваги проявляються у зменшенні витрат на придбання фактично унікальних пристроїв, раціональному завантаженні навчальних площин та обслуговуючого персоналу. До інших переваг можна віднести:

– можливість виконання студентом лабораторного практикуму при проведенні його не тільки в аудиторії, але й поза аудиторних занять;

– не потрібні вимірювальні прилади та досліджувані пристрої, що можуть коштувати занадто дорого. Похибку визначення параметрів завдяки моделюванню на комп'ютері можна зробити достатньо малими;

– термін часу, що потрібен студентові на виконання роботи на комп'ютері є меншим, ніж час, що потрібен йому для того, щоб скласти досліджуваний реальний пристрій;

– при виконанні роботи можна створити умови, які при дослідженні реального апарата досягти й реалізувати неможливо або дуже складно.

Поряд з суттєвими перевагами віртуальний лабораторний практикум має й свої недоліки. Вони полягають в наступному:

– віртуальна модель як правило, вважає, що реальні елементи, прилади, які входять до складу апарата, є ідеальними;

– іноді неможливо визначити допустимість використання тієї чи іншої моделі для отримання необхідної точності;

– відсутні обмеження при виборі параметрів роботи апарата, чого ніколи не буває на практиці.

Висновки. лабораторний практикум на сучасному етапі не бажано повністю переводити на віртуальний характер. Бажано, хоча б одну-дві роботи виконувати на реальному обладнанні. Ще більш доцільним було б, коли лабораторний практикум складався з віртуальної та реальної частин (симбіоз). Така технологія виконання роботи знешкоджувала, зменшувала основний недолік, що притаманний віртуальній частині.

22. Дослідження гідродинаміки процесу віброекстрагування

Ірина Ярошенко, Юлія Запорожець
Національний університет харчових технологій

Вступ. Недостатнє вивчення гідродинаміки екстракторів з віброуючою системою розділення фаз призводить до неповного використання їх можливостей на стадії проектування та експлуатації, оскільки наявність аномальних зон в робочому об'ємі апарата порушує режим оновлення поверхні контакту фаз. Раніше було встановлено, що в апаратах такого типу ступінь відхилення структури потоку від ідеальної схеми протитоку визначається конструктивними та режимними параметрами віброперемішувальних пристроїв, здатних до генерації пульсуючих турбулентних двофазних струменів. Гідродинамічні характеристики цих струменів визначають їх дію як турбулізуючого фактора на мікрорівні та крупномасштабного фактора, створюючого поздовжнє перемішування і, одночасно, протитечійне розділення фаз.

Матеріали і методи. Досліди проводились на лабораторному вібраційному екстракторі неперервної дії з віброперемішувальними пристроями різних конструкцій, за методом імпульсного введення трасера в потік на вході в апарат. Цей метод дозволяє визначити експериментальну функцію розподілення концентрації речовини за час її переміщення по довжині робочої ділянки у вигляді С-кривої. В якості сировини використовували капронову дрібку, а в якості трасера - капронову дрібку іншого кольору. Трасер вводився через завантажувальний пристрій, проби відбирались з розвантажувального лотка з моменту його появи по 1кг кожних 5 хв. Відтворюваність результатів досягалась трикратним повторенням дослідів з наступним усередненням концентрацій проб перед аналізом. Для описання структури потоків в апараті з вібраційною системою транспортування нами використовувалась двохлапараметрична дифузійна модель.

Результати. В результаті проведених досліджень по поздовжньому перемішуванню встановлено, що із зростанням частоти коливань тарілки від 2 до 4 Гц поздовжнє перемішування збільшується в середньому приблизно у 3 рази. Ще більший вплив на перемішування фаз вздовж осі потоку суміші в апараті має амплітуда коливань.

Зі зміною амплітуди коливань транспортувальної тарілки від $5 \cdot 10^{-3}$ до $15 \cdot 10^{-3}$ м результуючий ефект поздовжнього перемішування збільшується в середньому приблизно в 9 разів.

Таким чином, раціональним режим роботи віброекстрактора, що забезпечує необхідну продуктивність з мінімальним ефектом поздовжнього перемішування можна вважати режим з амплітудою 10-мм та частотою коливань 3 Гц.

Висновок. Встановлено, що механічні коливання низької частоти не створюють значного повздовжнього перемішування і при малих амплітудах навіть знижують його, що дозволяє ефективно використовувати їх енергію для протитечійного розділення фаз і інтенсифікації масообмінних процесів.

Література.

1. Гельперин Н.И., Пибалк В.Л., Костянян А. Е. Структура потоків и ефективність колонних апаратів хімічної промисловості. // М. Издательство «Химия» – 1977. – С. 264.

23. Розроблення математичної моделі витрат енергії на періодичний процес віброекстрагування з використанням кривошипно-шатунного приводу

Вадим Деканський, Віктор Бодров

Національний університет харчових технологій

Вступ. За тим, що сьогодні одним з ефективних процесів вилучення розчинних компонентів з відповідної сировини, зокрема рослинного походження, є процес віброекстрагування, який відбувається за наявності віброзбудника – привода, наприклад кривошипно-шатунної конструкції. За мету оцінити сумарні та їх складові витрати енергії на цей процес, виконана спроба розроблення математичної моделі таких оцінок.

Матеріали і методи. За об'єкт досліджень було обрано одну з відомих конструкцій віброекстрактора періодичної дії конкретного виду [1]. Вважаючи, що на окремі конструктивні елементи кривошипно-шатунного приводу та елементи контейнера з двофазовою сумішшю та на власно двофазову суміш діють відповідні механічні та гідродинамічні сили, приведено класифікацію таких сил, аналіз їх рівнянь та відповідних суттєвих факторів і співвідношень, що впливають в свою чергу на відповідні їм окремі складові та разом сумарні енерговитрати за тривалість усталеного періодичного процесу.

Встановлено наступний перелік сил та їх аналітичні вирази, а саме: дві сили земного тяжіння, що відповідно, діють на конструтивні елементи; сили інерції рухомої системи (контейнера з сировиною); сили тиску, що діють на фільтрувальну перегородку контейнера; сили гідравлічного опору шару твердої фази на фільтрувальній перегородці контейнера; сили гідравлічного опору з боку екстрагента під час віброколиваний контейнера.

До найсуттєвіших фізичних та геометричних факторів віднесено наступні: густини конструкційних матеріалів рухомої системи; густини двофазової системи сировина-розчинник та двофазової системи тверде тіло-рідина (екстракт); частота та амплітуда коливань рухомої системи; коефіцієнти гідравлічного опору фільтрувальної перегородки контейнера та отворів конструктивних елементів контейнера; співвідношення мас (об'ємів) твердої та рідкої фаз в робочому об'ємі екстрактора; відповідні коефіцієнти сит тертя в конструктивних елементах власно кривошипно-шатунного приводу (від електродвигуна до віброштока); площа живого перерізу отворів в елементах контейнера. Середні значення складових для перерахованих сил та для відповідних швидкостей і прискорень визначаються похідними першого, другого порядку та їх інтегралами.

Результати. Виконано аналіз основних механічних та гідродинамічних сил, розроблено їх рівняння, розроблено рівняння складових та сумарних витрат енергії на періодичний процес віброекстрагування в екстракторі контейнерного типу.

Висновки. Отримана система рівнянь витрат енергії після її алгоритмізації та після програмування може слугувати як математична модель для дослідження та оптимізації процесу віброекстрагування з різних сировин рослинного походження та відмінними вхідними факторами

Література.

Деклараційний патент на корисну модель 14515 України, МПК В01D 11/02, Вібраційний екстрактор/ Зав'ялов В.Л., Бодров В.Л., Попова Н.В., Мисюра Т.Г./ НУХТ, 15.05. 2006, Бюл № 5, 2006 р.

24. Дослідження процесу екстрагування пряно-ароматичної сировини з використанням математико-статистичних методів

Альбіна Рибачок, Тарас Мисюра

Національний університет харчових технологій

Вступ. У ряді харчових виробництв екстрагування є одним з основних процесів. В лікєро-горілочаній промисловості процес екстрагування застосовують при виробництві лікерів, бальзамів, аперитивів та гірких настоянок. Процес екстрагування полягає у вилученні з пряно-ароматичної сировини цільових компонентів за допомогою розчинника (води, спирту та ін.).

Матеріали та методи. За пряно-ароматичну сировину було обрано сухі порошки імбиру, кардамону та перцю гіркокого, які екстрагувалися водою. Для отримання та аналізу експериментальних даних був спланований багатofакторний експеримент (ПФЕ) типу 2^2 та 3^2 та використані методи визначення вітаміну С та фенольних сполук. Для обробки експериментальних даних використовували експериментально-статистичні методи математичного моделювання.

Результати. Визначивши, які фактори впливають на вміст фенольних сполук та вітаміну С в екстрактах пряно-ароматичної сировини, визначили їх рівні варіювання, які наведені у табл., та побудували матрицю двохфакторного експерименту.

Таблиця

Рівні варіювання

Фактор	Одиниці вимірювання	0-рівень	Верхній рівень «+»	Нижній рівень «-»
Гідромодуль		15	20	10
Тривалість	хв	80	120	40

Здійснили статистичну обробку отриманих даних. З метою знаходження оптимальних значень параметрів процесу був спланований і реалізований план експерименту типу $N = 3^2$ для отримання рівняння регресії другого порядку.

За допомогою програми STATISTICA 6.0Ru було спрогнозовано і знайдено оптимальні значення гідромодуля та тривалості процесу екстрагування, що забезпечують оптимальне значення вмісту вітаміну С та фенольних сполук в екстрактах з пряно-ароматичної сировини. Сумісне співставлення оптимальних значень основних факторів по кожному цільовому компоненту дало змогу визначити оптимальні значення режимних параметрів процесу для кожного виду сировини.

Таким чином, оптимальні значення гідромодуля та тривалості процесу екстрагування склали відповідно для кардамону 14,5 та 83 хв; для імбиру — 13 та 70 хв; для перцю гіркокого — 17 та 92 хв.

Висновки. Математико-статистичні методи дослідження та програма STATISTICA 6.0Ru – це унікальні методи, які дозволяють вдосконалювати технології виробництва харчових продуктів та обладнання з мінімальними затратами часу та матеріалів.

25. Впливи осмотичних тисків середовищ на рівень летальних ефектів в умовах вакуумування

Юлія Братусь, Олександр Шевченко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Велику кількість продуктів харчування і напоїв в певній мірі можна віднести до розчинів. Останні мають важливе значення в існуванні біологічних систем, оскільки живлення біологічних об'єктів здійснюється переведенням компонентів харчування в розчинений стан. Основні властивості розчинів ґрунтуються на експериментальних дослідженнях і особлива увага приділяється явищу осмоса – проникнення розчинника в розчин через напівпроникну перегородку (мембрану), непроникну для розчиненої речовини, коли розчин відокремлюється нею від чистого розчинника [1-2].

Матеріали і методи досліджень. До числа запланованих було віднесено вакуумування рідинних середовищ (вода, пиво, сусло, розчини цукрів) з мікроорганізмами. При цьому була передбачена можливість здійснення вакуумування без кипіння середовища і в режимі адіабатного кипіння.

Результати. Як відомо, витримка дріжджів у воді супроводжується підвищенням в клітинах фізичного тиску на рівні осмотичного клітинного соку. Передавання дріжджів в осмотично активний розчин приводить до зменшення фізичного тиску, що повинно мати відповідне відображення за вакуумування. Дослідження показали, що на рівень летальних ефектів впливають такі показники, як час витримки середовища у вакуумній камері та динаміка зміни тиску у вакуумній камері від максимального до мінімального значень. Перелік та значення факторів нижнього та верхнього рівнів наведено у таблиці.

Параметр	Одиниця вимірювання	Код	Рівні			Інтервал варіювання
			нижній	нульовий	верхній	
Початкова температура середовища t	°C	z_1	8	23	38	15
Концентрація СР	%	z_2	0	7,5	15	7,5
Час витримки у вакуумній камері, τ	С	z_3	10	605	1200	595
Швидкість зміни тиску у вакуумній камері, dP/dt	МПа/с	z_4	0,0001	0,0003	0,0005	0,0002

Математична обробка результатів експериментальних досліджень представлена у вигляді рівняння

$$\bar{y} = 64,812 + 7,937z_1 - 7,687z_2 + 17,312z_3 - 0,187z_4 + 2,9375z_1z_2 + 2,3125z_1z_3 + 4,1875z_1z_4 - 7,6875z_2z_3 + 3,5625z_2z_4 + 2,3125z_3z_4 + 2,9375z_1z_2z_3 + 1,6875z_1z_3z_4 - 1,4375z_2z_3z_4 + 2,9375z_1z_2z_4 + 2,937z_1z_2z_3z_4$$

Висновки. Вакуумування біологічного середовища за рахунок зниження сталих насичення газами рідинної фази створює обмеження в масообміні між мікробіологічними клітинами і середовищем. Результатом цього є обмеження рівня летальних ефектів.

Література. 1. Перехідні процеси в вакуумних технологіях стабілізації продукції /Гонта І.А., Гіджеліцький В.М., Максименко І.Ф. //Харчова промисловість. – 2014. – Вип.15. – С.89-93.

2. Інновації в харчовій промисловості: від наукової ідеї до впровадження / Українець А.І., Сімахіна Г.О., Шевченко О.Ю. та інш. // К.: Кондор, 2013. – 359с.

26. Використання математико-статистичних методів досліджень при моделюванні вершкових кремів, збагачених мікронутрієнтами

Оксана Галецька, Наталія Попова

Національний університет харчових технологій

Вступ. Технологія вершкових кремів та оцінка їх якісних показників у наші часи є актуальним питанням через недостатню кількість такої продукції на ринку України та низький рівень оцінки якості цих продуктів. Математико-статистичні методи оцінки є популярним способом визначення достовірності отриманих результатів експериментів. Тому метою моїх досліджень став аналіз отриманих результатів дослідження якості вершкових кремів з додаванням порошку банану та меленого арахісу за допомогою математико-статистичного аналізу.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження став збагачений вершковий крем мікронутрієнтами. За вхідні параметри було прийнято еквівалентний розмір арахісу, вміст порошку банану та частота перемішування. У якості вихідних параметрів було обрано дисперсність, кислотність та термостійкість, а також методи, засоби, способи для їх чисельного оцінювання.

Результати. У ході факторного аналізу було:

- поставлено задачу, при якій було здійснено: вибір об'єкта, предмета, методів дослідження; визначено актуальність обраної теми;
- обрано вхідні та вихідні параметри, а також методи, засоби, способи для їх чисельного оцінювання;
- визначено рівні варіювання факторів: еквівалентний розмір арахісу змінювався від 0,2 мм до 0,4 мм з кроком 0,1; вміст порошку банану – від 7% до 9% з кроком 1; частота перемішування – від 120 об/хв до 600 об/хв з кроком 240;
- побудовано матрицю планування експерименту;
- проведено дослідження;
- за результатами досліджень виведено рівняння регресії.

Отримані дані в результаті факторного аналізу дають змогу вивчити взаємозв'язок між значеннями змінних, що впливають на технологічні процеси.

Наступним етапом є обробка експериментальних даних, яка включає в себе перевірку дисперсії вихідних величин на однорідність, розрахунок дисперсії відтворюваності, розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії, перевірка коефіцієнтів регресії на значущість, перевірка рівняння регресії на адекватність, розкодування вхідних параметрів та регресії.

У ході цього етапу було досліджено, що дисперсія вхідної величини є однорідною, а отримані значення є відтворюваними. Також обрано не значущі коефіцієнти, які було виключено з рівняння регресії.

Отримане рівняння регресії було адекватним, а саме розрахункові значення були в межах заданих похибок.

Висновки. При виконанні аналізу результатів дослідження було отримано математичні моделі залежності дисперсності, кислотності та термостійкості вершкового крему з рослинними інгредієнтами від таких параметрів як еквівалентний розмір арахісу, вміст порошку банану та частота перемішування. За вихідний параметр було прийнято кислотність вершкового крему, оскільки із обраних вихідних параметрів, лише вона була показовою. Математична модель входить в межі норми, середня відносна похибка при створенні моделі становить близько 4,5%. Це свідчить про чистоту проведених досліджень.

27. Адсорбційне очищення цукрових розчинів

Ігор Пастушенко, Олександр Марценюк

1 - Національний університет харчових технологій

2 - Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості

Вступ. Очищення цукрових розчинів на цукрових заводах використовують для видалення барвних речовин та інших нецукрів, які впливають на подальшу якість цукру-піску. Тому важливим є вибір ефективних адсорбентів для проведення процесу адсорбції. Запропоновані адсорбенти для очищення цукрових розчинів від барвних речовин – вапняк і шунгіт.

Матеріали і методи. Вапняк – це осадова гірська порода білого або світло-сірого кольору, яка складається переважно із CaCO_3 , (56 % CaO і 44 % CO_2). Вапняк може мати домішки кварцу, доломіту, глинистих матеріалів, оксидів і гідроксидів заліза та марганцю, фосфатів. У природних системах він зустрічається у вигляді пластів. Густина кристалічного вапняку – $2,8 \text{ г/см}^3$, ракушечного вапняку – 800 кг/м^3 . Пористість різних видів вапняків коливається від 3 до 30 % об'єму.

Шунгіт – це природний вуглецевий сорбент. Містить переважно 60 % вуглецю у глобулярній формі і 40 % породоутворюючих елементів, що визначає унікальне поєднання фізико-хімічних властивостей адсорбенту. Шунгіт також містить фулерени і може включати в себе домішки водню, кисню, азоту. Проаналізовані літературні джерела з методів адсорбційного знебарвлення цукрових розчинів. Для вимірювання забарвленості розчинів використовували фотоелектроколориметр ФЭК-56. В ньому приймачами світлової енергії є два фотоелементи, а в якості нуль-приладу використовується індикаторна лампа. При проведенні аналізів використовувались три кювети: одна – для аналізованого розчину, а дві інші – для порівняльних розчинів.

Результати. Забарвленість готової продукції – цукру-піску залежить від концентрації барвних речовин у проміжних продуктах цукрового виробництва. Барвні речовини утворюються переважно при згущенні і уварюванні сиропу. Їх концентрація обумовлюється колірністю продуктів і залежить від параметрів проведення цих процесів.

Забарвленість пов'язана зі здатністю розчинів поглинати світлові випромінювання видимої довжини спектра 400...760 нм. Продукти цукрового виробництва мають забарвлення від жовтого до темно-коричневого, що обумовлено поглинанням ними синіх, блакитних і фіолетових променів.

Залежно від способу вимірювання інтенсивності знебарвлення використовуються колориметричні, фотометричні і спектрофотометричні методи. Ми користувались спектрофотометричним методом.

Проведено дослідження впливу природних сорбентів вапняку, шунгіту на фізико-хімічні властивості розчинів цукрози.

Досліджувались сиропи концентрацією 57,3 % СР, за температури $84 \text{ }^\circ\text{C}$, із вмістом твердої фази не більше $11,7 \text{ мг/л}$. Після обробки вапняком і шунгітом вони стають світлішими внаслідок видалення барвних речовин, залишків каламуті, частини органічних і мінеральних забруднень.

Висновки. Встановлено, що кращий знебарвлюючий ефект проявляє шунгіт, а не суміш вапняку та шунгіту, що доцільно використовувати на цукровому виробництві та в інших харчових технологіях.

28. Підбір концентрації цукрового сиропу при сушінні яблучних снєків комбінованим енергопідведенням

Анна Чернишова, Ігор Дубковецький

Національний університет харчових технологій

Вступ. Серед фруктів нашого регіону найбільшою популярністю користуються яблука, так як в них досить багато корисних речовин, в тому числі пектин, який виводить з організму радіонукліди та токсини. Проте якщо враховувати інтенсивність життя сучасних людей, то можна визначити, що споживач відає перевагу снєкам, як легким перекусам впродовж дня.

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень стали яблука сорту «Голден». У роботі використовували конвективний, терморадіаційний метод сушіння яблучних снєків і їх комбінація.

Результати. Особливістю технології виготовлення снєків є бланшування частинок яблук. Бланшування проводили в декількох середовищах: в гарячій воді з температурою 95-98°C, проте цей варіант має значний недолік – це значна втрата цукрів в частинках яблук, тобто відбувається вимивання цукрів яблук водою, вміст сухих речовин бланшованих яблук визначали за допомогою приладу Чижової; в цукровому сиропі за температури 95-98°C, проте частинки яблук після такого бланшування дещо приторно-солодкі; в розчині лимонної кислоти, але за рахунок підкисленого середовища і високої температури бланшування 95-98°C протопектин досить швидко переходить у розчинний пектин і консистенція частинок яблук не відповідає вимогам до бланшованої сировини з якої можна виготовити якісний продукт – яблука стають пореподібними. Тому на основі такого експерименту було запропоновано рішення бланшування частинок яблук в цукровому сиропі з додаванням органічних кислот та антиоксидантів.

На основі отриманих даних були побудовані криві сушіння 1-4 (рис. 1), що характеризують зміну інтегрального вологовмісту W^c залежно від часу τ . Звідси видно, що період прогріву для всіх зразків відсутній, а видалення вологи відбувається обернено пропорційно зростанню концентрації цукрового сиропу в якому здійснювалося бланшування. Тобто чим більший вміст цукрів, тим гірше відбувається видалення вологи із зразків.

Висновок. На основі проведених досліджень ми отримали 4 зразки яблучних снєків, серед яких найкращим виявився зразок, сировина для якого бланшувалася в 30 %-му цукровому сиропі.

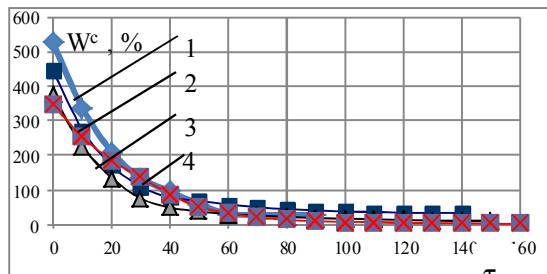


Рис. 1. Криві двостадійного сушіння:
1-яблука бланшовані в 20 %-му цукровому сиропі;
2-яблука бланшовані в 30 %-му цукровому сиропі;
3-яблука бланшовані в 40 %-му цукровому сиропі;
4-яблука бланшовані в 50 %-му цукровому сиропі

29. Застосування кавітаційних технологій для нейтралізації стічних вод

Альона Шковира, Анатолій Копиленко

Національний університет харчових технологій

Вступ. У хімічній, харчовій, нафтопереробній, металургійній і інших галузях промисловості та енергетиці утворюються хімічно забруднені кислі та лужні промислові стоки, які не можна скидати в річки, озера і моря. Як показали дослідження літературних джерел, для очищення цих стічних вод достатньо ефективним є використання кавітаційних технологій.

Матеріали та методи. Теплова електростанція середньої потужності в літній час може вилучити з природного водоймища до 100 тисяч кубічних метрів води на годину. Основна частина цієї води витрачається на вироблення енергетичної пари і як охолоджуючий агент в турбінних конденсаторах.

Результати. Повернення охолоджуючої води у водоймище за умови, що її температура не перевищує норми, не представляє загрози порушення біологічної рівноваги, водного басейну.

Проте частина води, використовуваної у виробничому циклі, істотно забруднюється хімічно агресивними речовинами (солями, кислотами, лугами) – продуктами промивки іонообмінних фільтрів відділень хімводопідготовки.

У цеху хімічної підготовки води на теплової електростанції середньої потужності за добу утворюється і скидається до 1000 кубометрів стічних вод з показником рН в межах від 3 до 6, тоді як допустимими до скидання є розчини, показник рН яких становить $6,5 < \text{pH} < 8,5$.

Зазвичай кислих стоків у виробництві утворюється значно більше, ніж лужних, тому після утилізації лужних вод іонообмінних фільтрів, у процесі нейтралізації в кислі води доводиться додавати лужні реагенти: вапняне молоко, розчини кальцінованої соди, а іноді і рідкого натра.

Різні витрати і нерівномірність у часі надходження кислих і лужних стоків теплоелектростанцій не дозволяють повністю їх взаємно нейтралізувати, тому для нейтралізації частіше всього стоки зливають у одну ємність, оснащену барботерами з метою прискорення хімічних реакцій.

Здійснення подібної операції потребує значного часу оскільки лімітуючою стадією процесу є не кінетика хімічних процесів, а швидкість усереднення концентрації реагуючих середовищ в усьому об'ємі реактора.

Суттєвому прискоренню зазначених процесів сприяє встановлення гідродинамічних кавітаційних апаратів проточного типу з нерухомими кавітуючими пристроями по осі циліндричної проточної камери. Ці апарати, зокрема, можна використовувати як високошвидкісні реактори і насичувати у них рідинний потік кавітаційними повітряними бульбашками різного розміру. Гідродинамічні кавітаційні апарати вмонтовуються безпосередньо на трубопроводах і не вимагають додаткових виробничих площ.

Висновок. Застосування гідродинамічних кавітаційних пристроїв у ланцюжку перетворень хімічно агресивних рідин забезпечує багатократне підвищення продуктивності і надійності технологічного процесу. За рахунок високо інтенсивного конвективного масоперенесення в гідродинамічних кавітаційних реакторах продуктивність установки очищення стічних вод може бути підвищена у 1,5-2 рази при надійному виключенні скидання відпрацьованих вод з надлишковими концентраціями хімічно агресивних компонентів.

30. Дослідження надзвукової соплової насадки

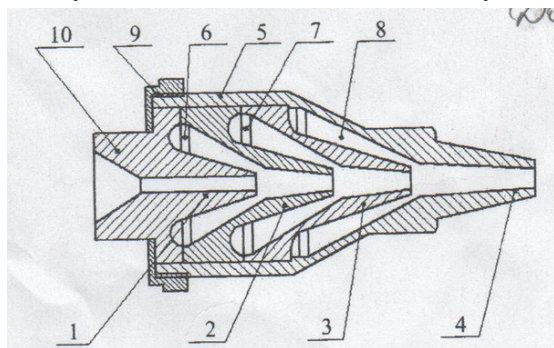
Альона Шковира, Анатолій Копиленко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Використання низькопотенційної енергії навколишнього середовища і перетворення її за допомогою теплового трансформатора у кінетичну енергію потоку повітря може бути реалізоване у надзвуковому сопловому насадку конструкцією якого запропонував проф. І.М. Федоткін .

Матеріали та методи. Отримана кінетична енергія потоку повітря може бути використана як обертальна механічна або інші види енергії. Надзвуковий насадок складається з набору сопел 1,2,3,4, що знаходяться у єдиному корпусі 5 (рис.1). Разом з корпусом конструкція сопел передбачає утворення камер-пазух 6,7,8. До корпуса різьбовим з'єднанням 9 під'єднується вхідний патрубок 10.

Результати. Принцип дії соплового насадки наступний. Зовнішня конічна поверхня насадки 1 утворює з конічною внутрішньою поверхнею насадки 2 глуху порожнину 6. Рідина що надходить через вхідний патрубок 10 у вигляді струменя видаляється через сопло 1. Завдяки підвищеній швидкості цього потоку у порожнині 6 утворюється вакуум. У результаті тиск у зоні навколо виходу з сопла 1 падає і, відповідно, збільшується перепад тиску між входом у патрубок 10 і виходом із сопла 1. Збільшення цього перепаду тиску спричиняє прискорення швидкості руху струменя на виході з сопла 1 у конічну частину сопла 2, де повторюється аналогічний процес. Та ж сама дія відбувається у наступному соплі 3, що призводить до утворення прогресуючого зворотнього зв'язку, наслідком якого є послідовне збільшення швидкості потоку рідини при переміщенні її відповідно від вхідного патрубку 10 через сопла 1,2, 3 до виходу з апарата через сопло 4. Зниження тиску, що виникає при цьому у камерах 6, 7, 8 призводить до скипання робочої рідини і пара, що при цьому утворюється додатково прискорює рух струменів, оскільки об'єм пари від 15 до 150 разів більше об'єму рідини. Зростання швидкості рідинних струменів закінчується після досягнення ними надзвукової швидкості (приблизно 1500 м/с).



Для отримання потужного потоку з високою кінетичною енергією у промислових масштабах необхідно по ходу потоку додавати повітря, збільшуючи його масову витрату. При цьому виникає задача створення батареї сопел, які могли б безперервно і безмежно нарощувати кінетичну енергію потоку.

Висновок. Якщо тепло у робочу зону апарата не підводиться очевидно, що робочий агент здійснює роботу при розширенні за рахунок зменшення своєї внутрішньої енергії, тобто зниження температури. При цьому теоретичною межею охолодження потоку являється наближення температури його до абсолютного нуля, тобто до -273°C .

Section 16

Energy and resource saving technologies

**Chairperson – professor Oleksandr Serohin
Secretary – associate professor Anatolii Bashta**

Секція 16

Енерго- і ресурсощадні технології

**Голова – професор Олександр Серьогін
Секретар – доцент Анатолій Башта**

1. Швидкість вичерпання ресурсу енергетичного обладнання, що працює в маневреному режимі

Ольга Черноусенко, Віталій Пешко, Віталій Гусаківський
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Вступ. Для більшості енергетичного обладнання України, що було спроектовано для роботи в базовому режимі, характерним є вичерпання паркового ресурсу. Вимушена робота цього обладнання в режимі частих пусків та зупинок значно прискорює вичерпання залишкового ресурсу.

Матеріали і методи. Оцінка ресурсних показників енергетичного обладнання ТЕС при роботі в маневреному режимі виконана з застосуванням методів математичного моделювання та прогнозування відповідно до керівних технічних матеріалів, керівних документів та типових інструкцій Міністерства енергетики та вугільної промисловості України [1-3].

Результати. Пошкоджуваність більшості енергетичних блоків України лежить в межах від 0.554 до 0.991, при максимально допустимій пошкоджуваності – 1.0, за якої енергоблок більше не може далі експлуатуватися. Наприклад, пошкоджуваність блоку № 4 Кураховської ТЕС складає 0.971, при цьому статична складова пошкоджуваності – 0.318, а циклічна складова – 0.653. Блок введено в експлуатацію в 1973 році, річна пошкоджуваність, або швидкість вичерпання ресурсу для цього блоку складає 2.31 %/рік. При роботі в маневреному режимі щоденного пуску-зупинки, цей показник зростає до 12.17 %/рік (в 5.3 рази). Це свідчить про недоцільність залучення цього блоку до регулювання навантаження.

Якщо розглядати 2016 р., як рік роботи в маневреному режимі щоденного пуску-зупинки, то близько 70 % відсотків енергоблоків України повністю вичерпають свій залишковий ресурс при коефіцієнтах запасу по числу циклів $n_N = 5$ і по приведеній деформації $n_c = 1,5$. Найбільш чутливими до змінних режимів навантаження є енергоблоки потужністю 300 МВт. Швидкість вичерпання залишкового ресурсу при роботі в маневреному режимі для них зростає в 4-12 разів. Для енергоблоків 200 МВт цей же показник зростає в 3-7 разів.

Висновки. 93 % енергоблоків України відпрацювали свій розрахунковий ресурс і перевищили парковий. Залучення їх до регулювання електричного навантаження значно прискорить зношення цих блоків. З ростом кількості пусків, зростає аварійність обладнання і погіршуються техніко-економічні показники. Відповідно до сучасного стану обладнання, робота в маневреному режимі є небажаною і потребує розробки спеціальної нормативної бази.

Література.

1. СОУ-Н МЕВ 40.1-21677681-52:2011 Визначення розрахункового ресурсу та оцінки живучості роторів та корпусних деталей турбіни: Методичні вказівки/Міненерговугілля України / Н. Г. Шульженко – Офіц. вид., 2011. – 24 с.

2. НД МПЕ України. Контроль металу і продовження терміну експлуатації основних елементів котлів, турбін і трубопроводів теплових електростанцій. – Типова інструкція. СОУ Н МПЕ 40.17.401:2004.

3. РД 34.17.440-96. Методические указания о порядке проведения работ при оценке индивидуального ресурса паровых турбин и продлении срока их эксплуатации сверх паркового ресурса. – М., 1996. – 98 с.

2. Вплив роботи в маневреному режимі на економічність енергетичного обладнання

Ольга Черноусенко, Віталій Пешко, Олег Мороз
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Вступ. Для ОЕС України характерним є дефіцит маневрових потужностей. Саме тому, пилувугільні блоки ТЕС, потужністю 200-300 МВт, часто залучають до регулювання енергетичного навантаження. Робота в будь-якому режимі, що відрізняється від номінального супроводжується понад нормативними витратами палива та збільшенням витрати електроенергії на власні потреби.

Матеріали і методи. Аналіз впливу роботи енергоблоків ТЕС в маневреному режимі на економічність роботи виконаний з застосуванням розрахункових методів та методів прогнозування для економічних показників ефективності енергетичного обладнання. Застосовано результати роботи енергоблоків в режимі мінімальних навантажень, що проводилися в 70-их роках.

Результати. З аналізу даних за період з 2011 до 2015 р. спостерігається щорічне зростання питомих витрат умовного палива та витрат електроенергії на власні потреби енергоблоків потужність 150-300 МВт. Це пояснюється, як і фізичною «старістю» обладнання, так і значним збільшенням кількості пусків блоків у 2012 та 2015 р. Енергоблоки, що були спроектовані для роботи в базовому режимі є дуже чутливими до змінних режимів.

Порівняння проводилося з урахуванням того, що енергоблок працює у графіку змінного навантаження «пуск-зупинка» при пуску з гарячого стану з нічним простоем та середнє завантаження блоку з урахуванням пускових втрат палива складає 60 % від номінальної потужності. Розрахунки питомої витрати умовного палива та витрати електроенергії на власні потреби показали, що ці техніко-економічні показники збільшуються суттєво у разі змінного навантаження та це збільшення призведе до зниження економічної ефективності роботи ТЕС на маневрених режимах. Питома витрата умовного палива ТЕС України в режимі нормальної експлуатації складає 349-425 г.у.п. на 1 кВт енергії, при роботі в маневровому режимі цей показник зростає до 397-477 г.у.п. Витрата електроенергії на власні потреби в стаціонарному режимі складає 7.5-10.8 %, в режимі щоденного пуску-зупину – 9.5-14.5 %.

Висновки. З огляду на сучасний стан обладнання та його техніко-економічні показники, робота в маневреному режимі є небажаною і потребує розробки спеціальної нормативної бази, так як супроводжується значним перевищенням витрат умовного палива і електроенергії на власні потреби електростанції.

Література.

1. Левин М. М. Техническое переоснащение угольных энергоблоков 150–300 МВт. / Левин М. М., Бабичев Л. А., Гуля О. М. // Энергетика та електрифікація. – 2013. – № 3. – С. 60-75.
2. Повышение энергоэффективности работы турбоустановок ТЭС и ТЭЦ путем модернизации, реконструкции и совершенствования режимов их эксплуатации / Мацевитый Ю. М., Шульженко Н. Г., Голощапов В. Н. [и др.]; под общ. ред. Ю. М. Мацевитого. - К.: Наук. Думка, 2008. – 366 с. – ISBN 978-966-00-0850-3.

3. Надійність та аварійність енергетичного обладнання при роботі в маневрових режимах

Ольга Черноусенко, Віталій Пешко, Інна Беднарська
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Вступ. Через значну нестачу маневрових потужностей в ОЕС України, пилувугільні блоки ТЕС, потужністю 200-300 МВт, часто залучають до регулювання енергетичного навантаження. Такий режим роботи супроводжується підвищенням аварійності, оскільки обладнання було спроектовано для роботи в базовому режимі.

Матеріали і методи. В дослідженні впливу роботи енергоблоків ТЕС в маневреному режимі на надійність та аварійність роботи застосовано розрахункові методи прогнозування відповідно до галузевих нормативних документів та типових інструкцій Міністерства енергетики та вугільної промисловості України [1-2].

Результати. Для багатьох енергоблоків ТЕС України характерним є перевищення термінів періодичності проведення капітальних ремонтів. Невиконання нормативних вимог щодо періодичності капітальних ремонтів, заміни у нормативних обсягах елементів основного та допоміжного обладнання, неможливість неруйнівного обстеження стану енергетичного обладнання та оцінки можливості подовження експлуатації призведе до накопичення фізичного зношування та виходу устаткування з роботи з непередбачуваними наслідками. В особливості це стосується енергоблоків що вичерпали свій парковий ресурс по двох показниках – загальне напрацювання та загальна кількість пусків за весь період експлуатації (93 % енергоблоків України). Звичайно зрозумілі труднощі, що склалися в енергетичній галузі та пов'язані з об'єктивними причинами: дефіцит потужностей в ОЕС України, дефіцит вугілля марки АШ та потреба у енергоблоках газової групи. Але з огляду на наявний стан енергетичного обладнання особливо слід зазначити про значну обмеженість роботи енергоблоків ТЕС у маневрових режимах.

Порівнюючи кількість аварійних зупинок та годин в аварійних ремонтах енергоблоків 200-300 МВт в період 2011-2015 рр. варто відзначити зменшення показника наробітку на відмову з рівня 1980-3600 год. до 460-1600 год., що свідчить про зростання аварійності в цілому. Спостерігається щорічне зростання питомих показників пошкодженості обладнання, таких як кількість відмов на одиницю устаткування, кількість відмов на 1 кВт виробленої електроенергії та на 1 Гкал виробленої теплової енергії.

Висновки. Робота в маневреному режимі вимагає розробки спеціальної нормативної бази для визначення чітких термінів виведення в планово-попереджувальні ремонти та періодичності контролю відповідальних елементів енергоблоків ТЕС. Зі збільшенням кількості пусків спостерігається зменшення наробітку на відмову та збільшення питомих показників аварійності.

Література.

1. НД МПЕ України. Контроль металу і продовження терміну експлуатації основних елементів котлів, турбін і трубопроводів теплових електростанцій. – Типова інструкція. СОУ Н МПЕ 40.17.401:2004.
2. ГНД. Розрахунок показників надійності для електростанцій, теплових мереж та енергокомпаній. – Методика. ГНД 34.09.453:2003.

4. Підвищення довговічності і корозійної стійкості малоресурсних деталей обладнання харчових виробництв

Валентин Червоний, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій

Вступ. Використання сучасних технологій поверхневого зміцнення і зміцнюючих захисних покриттів є найбільш актуальним і дозволяє істотно підвищити терміни експлуатації мало ресурсних деталей обладнання харчових виробництв

Матеріали і методи. До основних етапів вирішення вказаної науково-прикладної задачі підвищення довговічності і корозійної стійкості деталей відносять: основною деталі або вузла апарату у всіх випадках служить проста, нелегована сталь, вибір якої зумовлений міркуваннями конструкційної міцності; робоча поверхня або зовнішній зносостійкий шар деталей не повинен мати кордону розділу із основою, а навпаки з'єднуватися із нею досить широкою дифузійною зоною твердого розчину; матеріал зовнішнього шару повинен задовольняти сучасним вимогам за фізико-механічними властивостями, що відповідальні за зносостійкість, а його вартість і доступність близька вартості і доступності вуглецевої сталі.

Результати. Корозійний опір поверхні малоресурсних деталей, вузлів і конструкцій впливу агресивних середовищ або механічному зносу забезпечується спеціально сформованим периферійним захисним шаром із відповідною перехідною зоною між ним і основою. Відсутність же такої (основа-покриття) перехідної зони в умовах дії знакозмінних навантажень неминуче призводить до втомного руйнування, яке відбувається часто протягом нетривалого терміну служби. Проаналізовані випадки відшарування покриття від основи показали, що залежність міцності адгезійного зв'язку від деформації основи і товщини покриття є лінійною. Це свідчить про еквівалентність навантаження адгезійному зв'язку. Аналіз результатів спеціальних досліджень показав, що найбільшою мірою цим вимогам задовольняють сучасні покриття отримані методами: вакуум-плазмової обробки поверхні деталей; іонного азотування; електроконтактне припикання порошкових матеріалів (ЕКПП). Зносостійкість, отриманих таким чином зміцнюючих покриттів, в кілька разів вище зносостійкості традиційних суцільних покриттів ідентичного матеріалу рівної товщини. У порівнянні з традиційною цементацією і загартуванням зносостійкість, наприклад, дискретних покриттів у 3...7 разів вище. Отримані методом ЕКПП зміцнюючі покриття характеризуються товщиною від менш одного до трьох і більше міліметрів при хорошому адгезійному зв'язку. Таким чином, використання зазначених методів отримання покриттів дозволить довести довговічність служби малоресурсних деталей (молотки і штифти дробарки, шнеки, вали, коліна самопливів, вальці і ін.) до рівня, відповідного основній групі деталей і вузлів.

Висновок. Якість захисту і контроль за експлуатацією обладнання із зміцненими деталями показує, що масове їх застосування у виробництві дозволить істотно скоротити тривалість і трудомісткість ремонтних робіт та збільшити тривалість терміну служби самого устаткування, а це значно підвищить ефективність та рентабельність самого виробництва.

5. Гранули. Теплота згорання і теплотворність

Дмитро Івашенко, Дмитро Риндюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Рослинні відходи мають дуже високу теплотворну здатність, являючись хорошим, екологічно чистим матеріалом (сировиною) для виготовлення палива.

Матеріали і методи. Проведено дослідження теплоти згорання і теплотворної здатності з наступними типами сировини: тирсою ялини, соломою, папером, вугіллям і корою (дуб, береза, вільха, верба і кора сосни).

Результати. Отримано наступні дані, що представлені в таблиці і на рис. 1 (для сухої маси палива).

Досліджуваний матеріал		теплота згорання [МДж / кг]	теплотворність [МДж / кг]
Тирса ялини		18,89	17,58
Солома	житня	17,78	17,12
	ріпакова	19,14	17,82
гречане лушпиння		20,12	18,76
Папір (макулатура)		17,05	16,39
Деревне вугілля		31,55	30,23
Кора	дубова	19,05	17,51
	березова	23,37	21,86
	вільха	21,73	20,31
	вербова	18,19	16,76
	соснова	21,08	19,66

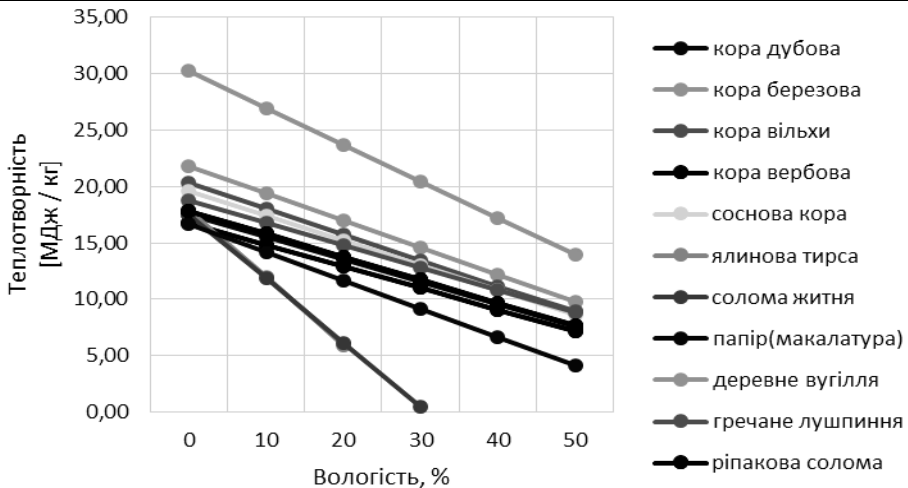


Рис. 1 Залежність теплотворності від вологості сировини.

Висновки. Результати цього дослідження показують, що рослинні відходи характеризуються високою теплою згорання. Найбільший показник теплоти згорання був зафіксований для деревного вугілля - 31,55 МДж / кг (30,23 МДж / кг) і найменший - при згоранні паперу - 17,05 МДж / кг (16,39 МДж / кг). Для порівняння – теплотворна властивість становить вугілля 27-33 МДж / кг, бурого вугілля – 27-33 МДж / кг, дизельного палива – 41-46 МДж / кг, газів – 35-49 МДж / кг.

6. Визначення характеристик міцності приповерхневих шарів діоксидцирконієвої конструкційної кераміки

Дмитро Нагорний, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій

Вступ. Наведено результати досліджень твердості і тріщиностійкості приповерхневих шарів конструкційної діоксидцирконієвої кераміки методом індентування.

Матеріали і методи. Унікальні особливості цього матеріалу дозволяють все більш широко застосовувати його у народному господарстві, в тому числі в харчовій і переробній промисловості. Висока твердість і зносостійкість виробів, за низької взаємодії з окислювальними і агресивними середовищами, робить його незамінним і в хірургічній медицині. Проведено комплексне дослідження характеристик міцності і визначено особливості зміни значень твердості і тріщиностійкості в її приповерхневих шарах.

Результати. Для роботи були відібрані два гарячепресованих матеріали на основі діоксиду цирконію із різним відсотковим вмістом стабілізуючих добавок оксиду ітрію і розміром зерен 3...5 мкм. Відомі різні методики визначення характеристик міцності крихких конструкційних матеріалів. Визначення твердості і тріщиностійкості поверхневих шарів матеріалу представлені у вигляді залежностей їх значень від довжини діагоналі відбитку індентора або довжини тріщин, що формуються в його кутах. Величина твердості H_v на ділянках стабілізації значень знаходиться в межах від (10 до 13)ГПа на досить тривалому діапазоні (5 ... 500 Н) діючих навантажень. Такі ж за характером поведінки ділянки стабілізації значень спостерігаються і під час визначення тріщиностійкості приповерхневих шарів. Наочно простежується область (від нуля приблизно до 150 мкм), в якій значення K_{Ic} зазнають найбільших змін. Найчастіше це носить яскраво виражений спадаючий характер. Після чого настає уповільнення падіння величини значень із подальшою її стабілізацією. Дана ділянка стабілізації значень на діаграмі, що характеризує зміну величини K_{Ic} від довжини тріщини, є досить тривалою (150 ... 450 мкм. Відомо, що характеристики H_v і K_{Ic} взаємопов'язані між собою і для виробів із кераміки це є визначальним їх руйнування. За будь-якого навантаження конструкційного елемента, зародження і розвиток тріщини в умовах експлуатації відбувається на його поверхні. Тому викликає зацікавленість визначення величини твердості і коефіцієнта тріщиностійкості на ділянці їх незмінності як таких, що є найбільш близькими до істинних значень цих величин матеріалів, що досліджувалися.

Висновки. 1. Вдалося отримати результати досить близькі до даних альтернативних методів, зокрема, методу «вирощування» гострої тріщини балочці під час чистого згину. 2. Для діоксидцирконієвої кераміки розбіжності в значеннях K_{Ic} на ділянці стабілізації, отриманих під час індентування і під час згину балки, не перевищують (3 ... 5)%.

7. Дослідження високотемпературної повзучості молібдену в агресивному газовому середовищі

Олександр Гаврилюк, Анатолій Башта
Національний університет харчових технологій

Вступ. У роботі досліджено вплив різних агресивних газових середовищ на високотемпературну повзучість жароміцного матеріалу в умовах одноосного напруженого стану.

Матеріали і методи. Випробування проводилися на плоских зразках із хімічно чистого молібдену. Такі високотемпературні газові середовища, як аміачне, азотоводневе і азотоводноаміачне, через лінію високого ступеня очищення почергово поступали в оптично прозорий кварцовий реактор де знаходився зразок. Зразок під навантаженням нагрівався радіаційно-фокусованим способом у реакторі до 600⁰С із послідуною 30-хвилинною витримкою. Потім проводилося нагрівання його робочої зони до 1000⁰С і здійснювалося ступінчате навантаження із автоматичним записом кривих повзучості молібдену.

Результати. Встановлено, що найбільше зміцнення приповерхневих шарів молібдену відбувається під час його взаємодії із азотоводневою газовою сумішшю, а найбільше знеміцнення – у випадку дії газоподібного аміаку. Це можна пояснити наступним. Під час дії вказаних газових сумішей на молібден протікають два процеси – внутрішнє азотування, за своїм механізмом аналогічне внутрішньому окисленню і формування приповерхневих дрібнодисперсних нітридних шарів. Газоподібний аміак сприяє протіканню реакції внутрішнього азотування, а відповідно, відбувається процес знеміцнення поверхневих шарів молібдену. Крім топомічної взаємодії аміаку із молібденом в даних умовах може відбуватися інтенсивне дисоціативне розкладання аміаку. Добре відомо, що молібден і його нітриди, досить хороші каталізатори такої реакції. Інтенсивний гетерогенно-каталітичний процес, що відбувається в зразках молібдену також сприяє падінню міцності матеріалу внаслідок наявності каталітичної корозії його поверхневих шарів. У азотоводневій суміші азотування приповерхневих шарів зразків молібдену, враховуючи, що досить міцна молекула азоту неохоче дисоціює на атоми, зазвичай неможливо отримати нітрид молібдену прямим синтезом із вільних елементів. Тому можна стверджувати, що дисоціація молекули азоту на атоми найлегше відбувається в місцях із надлишком вільної енергії, таких як виходи дислокацій, ділянки нерівновагових граней із малої ретикулярної щільністю і т.д. Тому можна стверджувати, що виникають дрібнодисперсні нітридні фази або дофазові утворення, які призводять до дисперсного зміцнення поверхневих шарів матеріалу.

Висновок. Отримані експериментальні результати досить добре узгоджуються із висновками робіт, де із позицій термодинаміки обґрунтовано формування нітридів деяких тугоплавких металів (в тому числі і молібдені) в атмосфері аміаку і твердих розчинів в атмосфері азоту, а також можливість змінювати хімічний склад металів в їх приповерхневих шарах.

8. Визначення оптимальних параметрів процесу газифікації рослинної біомаси

Григорій Гуленко, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Оптимізація в широкому сенсі знаходить застосування в науці, техніці і будь-якій іншій області людської діяльності. В даний час вважають, що оптимізація – це цілеспрямована діяльність, яка полягає в отриманні найкращих результатів при відповідних умовах.

Розрахунки процесів і апаратів харчових виробництв, як правило, пов'язані з необхідністю вибору кращого варіанту з багатьох можливих. В умовах харчового виробництва цей вибір здійснюється на основі суб'єктивної оцінки і накопиченого досвіду технологів. Але навіть найдосвідченіші працівники не можуть розглянути і оцінити всі різні варіанти, які можуть виникнути в процесі виробництва. Рішення проблеми стає можливим завдяки постановці завдання оптимізації і знаходженню оптимальних результатів за допомогою комп'ютерної техніки.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані загальновідомі методи статистичної обробки експериментальних даних. Зокрема, метод ортогонального композиційного планування другого порядку.

Результати та обговорення. Важливим етапом моделювання технологічного процесу є системний аналіз досліджуваної технологічної системи. Технологічна схема для утилізації відходів органічного походження за допомогою газогенераційного енергетичного комплексу ГЕКА-3 потрібно розглядати як складну велику систему, яку доцільно аналізувати виділенням в ній більш простих підсистем.

Проаналізувавши підсистему газифікації рослинної біомаси встановлено, що головними керуючими параметрами даної підсистеми, які суттєво впливають на якісні характеристики процесу є: температура, вологість і гранулометричний склад біосировини.

Вибір цільової функції підсистеми залежить від цілей функціонування системи. Мета даної підсистеми – створити оптимальні умови для проведення процесу газифікації. Вихідним керованим показником, який найбільш повно характеризує цю технологічну операцію показник теплотворної здатності.

Після реалізації експерименту здійснено статистичне опрацювання результатів, яка полягає в отриманні коефіцієнтів регресії математичної моделі і оцінки її адекватності дослідницької процесу.

Рівняння регресії в кодованому вигляді набуло вигляду:

$$y = 1881,064 + 93,955 x_1 + 76,674 x_2 + 360,053 x_3 + 20 x_1 x_2 + 373,333 x_1 x_3 + 31,667 x_2 x_3 + 12,069 x_1^2 - 258,711 x_2^2 - 563,339 x_3^2$$

Висновки. Доведено адекватність рівняння регресії процесу газифікації рослинної біомаси, оскільки виконується умова $F_p < F_T$, так як $2,908 < 3,01$.

З аналізу експериментальних даних роботи газогенераторної установки слід, що на теплотворну здатність синтез-газу істотний вплив мають обрані керовані показники. Зокрема, істотно впливає, в першу чергу, вологість рослинної сировини і температура в зоні горіння. Тому, для підвищення ефективності роботи газогенератора доцільно проводити попередню сушку вихідної сировини високотемпературними продуктами згорання газу на виході з енергетичного устаткування.

9. Сучасні технології виробництва і використання біопалив

Ігор Ільїн, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Як енергоресурси, біомасу (бадилля, хвостики буряку, відходи спиртової і масложирової промисловості тощо) вже використовують у Польщі, Угорщині, Чехії та інших країнах Європи.

Для опалення та технологічних потреб використовують побічні продукти агропромислового комплексу та переробної промисловості України. Енергоресурси рослинної біомаси (солома, зернові культури, кукурудза, сояшник, буряк, гілки плодкових дерев та винограду) можливо ефективно утилізувати, якщо вони розташовані на невеликих відстанях від об'єкту опалення (бажано на самому підприємстві) і їх кількість достатня для виробничих потреб. При цьому важливими елементами технічного забезпечення відповідних технологій є:

- машини по підготовці біомаси для переробки;
- сховища і обладнання для зберігання біомаси;
- технологічне обладнання для спалювання, газогенерації, піролізу, метанування біомаси;
- системи контролю, керування технологічними процесами на всіх етапах виробництва і застосування біопалив.

Матеріали і методи. Проведено дослідження теплотворної здатності біомаси з сільськогосподарських відходів (солома, зернові культури, кукурудза, сояшник, буряк, гілки плодкових дерев).

Результати та обговорення. Сільськогосподарська переробна біомаса, що може використовуватись як паливо, має ряд особливостей, які відрізняють її від традиційних енергоресурсів, що застосовуються для опалення і технологічних цілей.

Деякі характеристики твердого біопалива, у першу чергу зовнішні (щільність, розміри частинок, специфічність поверхні), за допомогою подрібнення та ущільнення можуть бути змінені, проте його основні паливно-технологічні характеристики прийнято розглядати як сталі.

Найважливішою паливно-технологічною характеристикою біомаси є її теплотворна здатність. Теплотворна здатність біомаси залежить від багатьох чинників: генетичних особливостей енергетичних рослин, впливу навколишнього середовища, умов зберігання, вологості тощо.

Температуру горіння біомаси з сільськогосподарських відходів можна розрахувати знаючи її складові. У процесі горіння біомаси (її перетворення в CO_2 і H_2O) корисна енергія, що виділяється, складає приблизно 450 кДж на один моль вуглецю (38 МДж на 12 кг вуглецю).

Висновки. Висока вологість палива зумовлює його попереднє сушіння. Процес підсушки краще проводити в спеціалізованій частині газогенератора для максимального використання тепла процесу.

10. Енергоефективні технології – пріоритетний напрямок енергетики України

Марина Козуб, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день актуальним питанням для України є енергетична незалежність. Останні роки політика держави направлена на зменшення використання імпортованого природного газу та збільшення використання альтернативних місцевих видів палива.

Одним із найбільших споживачів дорогого природного газу є комунальна сфера, переведення якої на альтернативні джерела енергії є пріоритетним напрямком розвитку енергетики в державі. На сьогоднішній день спостерігається низький рівень енергосвідомості, як окремих громадян, так і керівництва тепло-комунальних підприємств. Останні, зокрема, здійснюють постачання теплової енергії за рентабельною для підприємства ціною і неохоче впроваджують енергоощадні технології. На відміну від житлово-комунальних господарств – юридичні особи, які змушені купувати імпортований газ за ринковими цінами, схильні до пошуку альтернатив і заміни у своєму господарстві газових котелень на твердопаливні.

Матеріали та методи. Досліджено проблему енергетичного використання біопалив з рослинної біомаси при створенні нового покоління опалювальних пристроїв з коефіцієнтом корисної дії у межах від 80 до 90 %.

Результати та обговорення. Ефективне використання котлів на твердому біопаливі обумовлене розробкою сучасних технологій підготовки сировини, систем автоматичного управління процесом спалювання та спеціальних матеріалів камер згорання.

Особливої уваги заслуговують котли-газогенератори піролізного типу. В основу роботи газогенераторних (піролізних) котлів закладено принцип піролізу біомаси, що полягає в розкладанні сухої деревини під дією високої температури в умовах нестачі кисню на піролізний газ і твердий залишок (деревне вугілля). За сучасними технологіями біомасу спалюють у двофазних генераторах. У першій фазі відбувається дегазування та газифікація біомаси при зниженому вмісті кисню. У другій фазі отриманий газ подається у високотемпературну камеру, де, після перемішування з нагрітим повітрям, спалюється при температурі близько 1000 °С. Піролізні котли призначені для спалювання кускової деревини діаметром 80÷150 мм з вологістю до 20 % й паливних брикетів з біомаси, також в камеру завантаження можна додавати до 10 % стружки чи дрібних деревних відходів. Високу ефективність в опалювальний період дозволяють отримати додатково встановлені при піролізному котлі акумуляторні місткості, які можуть продовжувати роботу опалювальної системи протягом 1÷3 днів після останнього завантаження біопалива.

Встановлення котла з місткістю акумуляції приносить ще кілька переваг. По-перше, зменшується на 20÷30 % витрата біопалива, оскільки котел працює на повну потужність, з максимальною ефективністю – аж до повного завершення роботи. По-друге, подовжуються терміни служби котла і димаря, бо відбувається мінімальне утворення дьогтю й кислот при мінімізації роботи котла на перехідних режимах.

Висновок. Таким чином, реалізацію концепції з впровадження котлів на біомасі можна розглядати як дуже привабливий інвестиційний проект загальнодержавного масштабу.

11. Забезпечення цукрового заводу альтернативним паливом

Анастасія Молодичук, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Процес газифікації сумішей вугілля і біомаси складається з надзвичайно різноманітних фізичних і хімічних явищ. Роль кожного з таких явищ може бути різною в залежності від характеру і умов перебігу процесу спалювання і газифікації в цілому.

Найважливіше при дослідженні таких комплексних процесів зуміти знайти із складних явищ найважливіші елементи від яких залежить перебіг загального процесу взаємодія складових, що дозволяє керувати процесом газифікації.

Матеріали та методи. Досліджено основні стадії, які проходить паливна суміш в різних умовах спалювання і газифікації (сушіння, перегонка летючих, горіння і газифікація коксового залишку).

Результати та обговорення. Від інтенсивності процесу залежить інтенсивність комбінованого спалювання та газифікації в цілому. Це визначає практичну цінність досліджень процесу горіння суміші вугілля і біомаси, оскільки лише на основі механізму горіння вуглецю (коксу) можливо в повній мірі оволодіти технічними процесами спалювання і газифікації твердих паливних сумішей біомаси і вугілля. Тільки після цього стає можливою побудова системи розрахунків процесу газифікації і створення нових, продуктивних технологічних схем використання палива.

Насамперед необхідно визначити настільки важливою буде кількість вуглецю і його теплопродуктивність для різних паливних сумішей. За характеристику візьмемо величину вагової долі вуглецю коксового залишку та горючої маси і величину теплотворної здатності коксу до теплотворної здатності горючої маси.

На основі попередніх досліджень основних характеристик паливних сумішей, і результатів їх обробки, приведена оцінка деяких сумішей біомаси з низькоякісним вугіллям.

Суміш низькоякісного вугілля і біомаси в різних пропорціях, які мають в складі горючі компоненти, завантажують в вертикальну шахту (реактор) де протікає до суміші подаємо газифікуючу складову в якій є кисень. В реакторі створюємо режим піролізу суміші з наступним спалюванням (газифікацією вуглецевих решток піролізу).

В цих умовах проводимо оптимізацію режиму переробки суміші шляхом регулювання витрат газифікуючого агента і співвідношення вмісту в суміші горючих і негорючих складових і вмісту кисню в газифікуючому агенті, а також можливо і шляхом введення твердого негорючого матеріалу або твердого палива в складі суміші. При цьому температура горіння підтримується в межах 700÷1400 °C і одночасно температура газів на виході з реактора нижче 500 °C.

Гази які при цьому виходять, не конденсуються і мають високу теплотворну здатність можуть використовуватися як паливо.

Виходячи з викладеної вище оцінки жому як палива, можна зробити висновок про те, що енергоємності його органічної компоненти досить для утилізації обводненого бурякового жому в автоенергетичному режимі.

Висновок. Отже, при проходженні твердого палива через газогенератор енергія твердої речовини перетворюється в енергію газоподібної речовини з втратою 10-11 % на нагрів обладнання. ККД перетворення близько 90 %. 10 % тепла можна також використовувати у вигляді нагрітої води для побутових потреб.

12. Комплексний підхід до вирішення проблеми газифікації сільськогосподарських відходів

Сергій Житник, Олексій Осьмак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У нових економічних умовах у зв'язку з різким збільшенням вартості традиційних палив (нафтопродукти) актуальним завданням стає освоєння та використання місцевих, відносно дешевих альтернативних палив. Найбільш потужним місцевим енергетичним ресурсом для більшості регіонів є, рослинна біомаса і відходи її переробки, залучення яких до паливного балансу країни дозволило б істотно знизити потреби в традиційних видах палива.

В процесі функціонування будь-якого підприємства утворюється велика кількість різноманітних відходів виробництва, що містять вуглець, і складаються з відпрацьованих паливно-мастильних матеріалів, резино-технічних виробів, упаковки (тари), пластмас, побутових відходів, технологічних відходів використаної сировини, продуктів аспірації тощо. У той же час, на більшості промислових підприємств не здійснюється планомірна робота по утилізації промислових відходів (ПВ), що призводить до розповсюдження в атмосфері, ґрунті і поверхневих підземних водах ряду шкідливих і високотоксичних речовин, що негативно впливає на соціальну сферу і екологічне середовище в регіоні.

Матеріали та методи. Досліджено процес газифікації твердого палива в нерухомому (стаціонарному) шарі.

Результати та обговорення. Нами запропонований метод повітряної газифікації рослинної біомаси в нерухомому (стаціонарному) шарі. Застосування повітряної газифікації рослинної біомаси дозволяє здешевити отримання генераторного газу, причому процес газоутворення проходить при атмосферному тиску.

Процес газифікації твердого палива складається з ряду теплохімічних реакцій, які відбуваються в різних зонах стовпа палива в шахті газогенератора, що утворюється бункером, реактором і колосниковими ґратами.

Першою зоною по ходу просування палива під власною вагою в шахті генератора є зона підсушування палива, потім воно послідовно проходить зони піролізу, горіння (утворення CO_2) і відновлення окислу вуглецю (CO) з вуглекислого газу (CO_2).

Кінцева мета процесу газифікації – отримання як можна більшої кількості CO , і як можна меншої частки CO_2 .

В результаті отримуємо генераторний газ, що складається з: CO , H_2 , CO_2 , N_2 , і не великої кількості CH_4 .

Теплотворна здатність генераторного газу, залежно від вживаного виду палива, знаходиться в межах $1000\div 1600$ ккал/м³.

«Сірий» неочищений газ на виході з газогенератора має температуру $\sim 450^\circ\text{C}$ і несе близько 200 ккал/м³ фізичного тепла. При необхідності в тепловій енергії газ охолоджують, а тепло відповідно утилізують в теплообміннику. При подачі отриманого генераторного газу безпосередньо на пальник в топці котла, необхідності в охолодженні газу немає, його лише очищують від легких домішок палива (сировини газифікації) і частково від парів води.

Висновок. Таким чином, застосування газогенераційного енергетичного комплексу для безвідходної і альтернативної переробки рослинної біомаси є одночасно технічним, екологічним і соціальним завданнями.

13. Актуальність і перспективи розвитку процесу газогенерації

Олександр Боровик, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В сучасному світі необхідність здешевлення енергії є однією з найбільш нагальних проблем та задач, що стоять перед людством. Ряд дослідників вважає, що вирішити дану проблему можливо шляхом, використання в якості джерела енергії органічної біомаси. Україна – аграрна країна, саме тому органічна біомаса в майбутньому може стати потужним, невичерпним джерелом енергії для її потреб. До основних видів органічної сировини, якими володіє країна можна віднести: лузга соняшника, гречки, качанів кукурудзи, відходи бурякоцукрового виробництва, обрізки гілок, відсів низькоякісного вугілля тощо. Вартість синтез-газу отриманого на сучасних газогенераційних установках, які працюють на органічній сировині, буде включати в себе лише витрати на покупку і обслуговування газогенераційної установки. Саме фактор дешевизни отримання сировини робить газогенератор куди більш економічним ніж дизель генератор.

Матеріали та методи. Досліджено процес роботи сучасних газогенераторів, які представлені на ринку України.

Результати та обговорення. Сучасний газогенератор може замінити інверторний бензогенератор. Національним університетом харчових технологій м. Київ разом з ТОВ «Лугансьгіпрошахт» м. Луганськ та «Дизельбудівним заводом ім. С.М. Кірова» м. Токмак проведена робота по розробленню високоефективного автоенергетичного газогенераційного комплексу, що здатний вирішувати найрізноманітніші завдання: безперервне забезпечення електроенергією та теплом промислових об'єктів, електропостачання котеджу або приватного будинку, вироблення сировини для синтезу хімічних речовин (метанол), утилізація органічних відходів, як наслідок поліпшення екологічної ситуації в регіоні тощо. Газогенераторна установка працює на суміші низькоякісного вугілля та біомаси, виробляючи генераторний газ для когенераційної установки. Важливим є і той факт, що на фоні ряду переваг газогенераційна установка дозволяє ще й істотно заощадити кошти.

Якщо дизельгенератор працює на рідкому паливі (вагома стаття затрат), то газові генератори призначені для отримання горючого газу (суміш CO, H₂ та ін) є авто енергетичними.

Для протікання процесу газоутворення вологість органічного палива не має перевищувати 40 %. Газогенератор може забезпечити роботу різних двигунів внутрішнього згоряння: карбюраторних, інжекторних, дизельних.

У наш час не можна забувати і про екологічні параметри. Добре відомо, що бензинові електростанції й традиційні бензинові генератори відзначаються великою кількістю шкідливих викидів в атмосферу. Натомість навіть найпростіший газогенераторний комплекс у порівнянні зі своїм бензиновим колегою порівняно менш шкідливий по відношенню до навколишнього середовища, так як октанове число генераторного газу дорівнює 110÷140, що помітно вище, ніж у рідкого палива. Корисний генераторний газ і для двигунів – він відчутно продовжує їх моторесурс.

Висновок. Таким чином, газові генератори і двигуни внутрішнього згоряння в сукупності поєднують в собі два позитивних моменти – менш шкідливі для природи і довготривалі у експлуатації.

14. Дослідження процесу газифікація сумішей рослинної біомаси і вугілля

Вадим Коськовецький, Олексій Осьмак, Олександр Серьогін
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Біомаса зазвичай використовується в промисловості як паливо тільки в тих випадках, коли вона являє собою залишки від переробки біологічних матеріалів на інші, більш цінні, продукти. Це має значення з точки зору охорони навколишнього середовища, так як видалення залишків є складним. Біомасу додають в енергетичні та промислові котли, що спалюють у факелі природний газ або вугілля.

Матеріали та методи. Досліджено основні стадії спалювання і газифікації сумішей рослинної біомаси і вугілля (сушіння, перегонка летючих, горіння і газифікація коксового залишку).

Результати та обговорення. На основі попередніх досліджень основних характеристик паливних сумішей, і результатів їх обробки, приведена оцінка деяких типових палив.

Газифікація являє собою процес часткового окислення сировини, що містить вуглець, такої, як біомаса, або вугілля з отриманням газоподібного енергоносія – генераторного газу. Отриманий газ складається з монооксиду вуглецю, водню, метану, діоксиду вуглецю, невеликої кількості вуглеводневих сполук, таких як метан і етан, містить пари води, азот (при повітряному дутті) і різні домішки, такі як смоли, частки вуглистих речовин та золи. В якості окислювача при газифікації можуть використовуватися повітря, кисень, пар або суміші цих речовин. Максимальна температура процесу становить 800-1900°C.

За типом шару сировини і способу підвода окислювача основні технології можуть бути розділені на газифікацію в щільному (нерухомому) шарі з висхідним, спадним, поперечним рухом газу, газифікацію в киплячому шарі (стаціонарний КШ, ЦКШ, два реактори КШ) і газифікацію в потоці або розплаві.

Характерною рисою реактора з НРГ (низхідним рухом газу) є рух газу вниз через щільний шар сировини. Така технологія забезпечує отримання чистого генераторного газу з вмістом смол 50...500 мг/м³. У газифікатора щільного шару з ВРГ (висхідним рухом газу) біомаса, яка надходить зверху вниз, спочатку просушується генераторним газом, який рухається вгору. Реактори з КШ – єдиний вид газифікаторів, що працюють з ізотермічним шаром сировини. Проводиться генераторний газ з вмістом смол 5...10 г/м³, що є середнім показником між газифікацією з ВРГ і НРГ. При газифікації у ЦКШ частинки, віднесені з реактора потоком газу, відокремлюються від генераторного газу в циклоні і повертаються назад у шар для збільшення ступеня конверсії вуглецю.

Найбільш відомими сьогодні є газифікатори з ВРГ Bioneer компанії Bioneer Oy (тепер Foster Wheeler Energia Oy, Фінляндія) і реактори PRM Energy Systems, Inc. (США), газифікатори з ЦКШ Pyroflow компанії A.Ahlstrom Oy (тепер Foster Wheeler Energia Oy), а також компанії Lurgi Energie und Umwelt (Німеччина) і TPS Termiska Processer AB (Швеція). Крім згаданих вище, у світі є близько 25 виробників газифікаторів з НРГ і більше 10 виробників газифікаторів з КШ та ЦКШ, ряд компаній випускає реактори з ВРГ та інші види.

Висновок. Таким чином, застосування повітряної газифікації для сумішей рослинної біомаси і вугілля виключає всі витрати й труднощі, пов'язані, по-перше, з виробництвом і використанням кисню, по-друге, з необхідністю двох реакторів при паровій газифікації.

15. Основні етапи реконструкції очисних споруд з утилізації твердих побутових відходів

Олексій Орловський, Олександр Серьогін
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В Україні та в усьому світі, суспільство все більше починають визнавати проблеми утилізації відходів. Існуючі полігони твердих побутових відходів досягають граничної потужності, нові все тяжче знаходити, ще тяжче отримати ліцензію, і майже неможливо все погодити з місцевими властями владними структурами.

Ці проблеми досить очевидні і актуальні як для великих міст «мільйонників» так і для більш менших містечок.

Посилення природоохоронного законодавства вимагає дорогої підготовки і особливих заходів обережності до непередбачених реакцій неохоронюваних стічних вод і викидів біогазу.

Ці факти, а також спостереження і дослідження протягом 20 років після завершення функціонування полігону вказують на те, що цей вид утилізації відходів є досить дорогим і малоєфективним способом утилізації твердих побутових відходів.

Матеріали та методи. Описані найбільш ефективні технології переробки твердих побутових відходів і очистки стічних вод з використанням альтернативних енергоощадних технологій з незначними затратами на реконструкцію очисних споруд.

Результати та обговорення. Особливою перевагою пропонованої технології метанування є дуже ретельна сепарація органічної частини відходів від інертних і токсичних матеріалів, таких як пластик, акумулятори, скло і т.д.

На звичайних заводах по переробці відходів за допомогою ручного або напівавтоматичного просівання - сортування ніколи не досягається 100% сепарація органічних компонентів.

Процес метанування вирішує цю проблему в дуже елегантний спосіб: усе сміття розчиняють у воді й дезінтегрують способом потужної турбуленції. Контейнер для здійснення процесу розчинення сконструйований таким чином, щоб зменшити розмір часток органічних речовин до рівня менш 10 мм, у той час як пластичний матеріал залишається практично незмінним. Це робить післятурбулентну масу готовою до поділу шляхом просівання, у процесі якого важкі частки будуть видалені за допомогою гравітації.

Це гарантує в результаті одержання компосту вкрай високої якості й чистоти.

Застосувавши наведені вище технології при модернізації застарілих очисних споруд ми одержимо повністю автономну станцію очищення води, яка з потребуючого дотацій господарства перетвориться в прибуткову фірму (прибуток від реалізації добрив і енергоносіїв).

Висновки:

1. Дана концепція розвитку станцій очистки стічних вод повністю відповідає всім встановленим вимогам екологічної безпеки та охорони навколишнього середовища.

2. Запропонована в концепції технологія є, безперечно, ресурсо- та енергозберігаючою і повністю безпечною з точки зору екологічності.

3. Результатом впровадження такої концепції буде повністю автономна станція очистки стічних вод, яка зі збиткового підприємства перетвориться в прибуткове.

16. Застосування енергії біомаси – енергетична незалежність країни

Віталій Халдай, Олександр Серьогін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У багатьох країнах світу енергетика на біомасі стала ефективною галуззю, самоокупною та конкурентоспроможною по відношенню до енергетики на викопних видах палива. Наразі у Данії, наприклад, на частку енергетики на біомасі припадає близько 7 % усієї енергії, що виробляється в країні, в Австрії ця частка становить 12 %, у Швеції - 21 %, у Фінляндії - 23 %. У цілому в країнах Європейського Союзу в середньому близько 14 % загальної енергії отримуються з біомаси, а у світі цей показник рівний 15 %. І ці цифри з кожним роком ростуть.

Україна не має в достатній кількості викопних джерел енергії, тому змушена імпортувати енергоресурси. У зв'язку з тим, що останнім часом ціна на енергоресурси неухильно зростає, постає питання про використання альтернативних джерел енергії. Одним з найбільш підходящих джерел такої енергії є, звичайно ж, біомаса, тим більше що Україна є аграрною країною.

Матеріали та методи. Досліджено сучасні біогазові технології, як радикальний спосіб знешкодження й переробки різноманітних органічних відходів рослинного й тваринного походження, включаючи екскременти тварин і людини, з одночасним одержанням висококалорійного газоподібного палива - біогазу й високоефективних екологічно чистих органічних добрив.

Результати та обговорення. В основі біогазових технологій лежать складні природні процеси біологічного розкладання сапропелю, гною або пташиного посліду, їх сумішей і інших органічних речовин в анаеробних умовах (без доступу повітря). При цьому під впливом особливої групи анаеробних бактерій, відбуваються процеси, що супроводжуються мінералізацією азотовмісних, фосфоровмісних і калієвмісних органічних сполук з одержанням мінеральних форм азоту, фосфору й калію, найбільш доступних для рослин, з повним знищенням патогенної (хвороботворної) мікрофлори, яєць гельмінтів, насіння бур'янів, специфічних фекальних запахів, нітратів і нітритів. Ємність, у якій відбувається процес зброджування, називається "метантенком", або "реактором". При дотриманні оптимального температурного режиму бродіння, постійному перемішуванні сировини, своєчасному завантаженню сировини й вивантаженню зброженого матеріалу вихід біогазу досягає 2-3 м³ з 1 м³ реактора, а при використанні пташиного посліду - 6 м³.

Теплота згоряння одного кубометру біогазу досягає 25 МДж, що еквівалентно згорянню 0,6 літру бензину, 0,85 літру спирту, 1,7 кг. дрів або використанню 1,4 кіловат-години електроенергії.

Висновок. Використання біогазових технологій в умовах України – це найбільш підходящий метод використання біомаси із усіх нині існуючих. Пояснюється це тим, що цей спосіб утилізації біомаси є найбільш екологічним, тому що спалювання біогазу є найменш шкідливим з погляду екології. Крім того, з'являється можливість використовувати високоякісні біодобрива, заощаджуючи на добривах хімічної промисловості.

17. Конструкційний матеріал метал – шлях його становлення, розвитку і використання

Андрій Бондарчук, Артем Петрушенко, Анатолій Башта
Національний університет харчових технологій

Вступ. Основою існування та експлуатації більшості машин і апаратів як промислового машинобудування і будівництва так і переробних та харчових галузей сучасного виробництва є їх металеві конструкційні елементи, деталі і вузли.

Матеріали і методи. Використання конструкційних виробів із металу в будівельній справі відмічалось в Україні ще на початку 12-го століття. Вже тоді ці конструкційні елементи у застосуванні використовувалися, виходячи із розуміння надійності, певної форми для тих чи інших умов навантаження і експлуатації. У подальшому можемо констатувати, що розвиток суспільства відбувається паралельно із вдосконаленням способів отримання та покращенням механічних якостей цього конструкційного матеріалу і виробів із нього.

Результати. Із освоєнням технології лиття різновидностей чавуну, отриманням на його основі маловуглицевих сталей, виготовленням виробів із них набули всезростаючих темпів розвитку для різних галузей життєдіяльності людського суспільства. Компонування нових схем конструкцій під час будівництва мостів, цивільних і промислових об'єктів, унікальних куполів церков, театрів і т.п. прийняло масштабний характер. Інженерні рішення у розрахунках на міцність і надійність під час проектування конструкції мостів були перенесені на цивільні і промислові споруди. Розвиток металургії у середині 20-го століття дозволив використовувати в конструкціях із металу отримані нові більш міцні і надійні матеріали такі , наприклад, як леговані сталі, що значно зменшували вагу і об'єми металевих конструкцій та деталей машин і механізмів. В сучасних умовах металеві конструкції в масі своїй виготовляються в промислових виробництвах, що оснащені високотехнологічним обладнанням, яке забезпечує високу ступінь якості їх виготовлення та монтажу за сучасними технологіями. Слід відмітити і деякі особливості конструкцій із металу, що обмежують їх використання, а саме корозійна та втомна пошкоджуваність.

Висновок. Металеві конструкції і їх елементи повинні проектуватися із урахуванням вимог сучасних технологій виготовлення та монтажу. Вони повинні відповідати жорстким вимогам енерго- і ресурсозберігаючих технологій, забезпечувати максимальне зниження трудомісткості і собівартості.

18. Модернізація керуючої програми обробки конструкційного елемента за допомогою САПР систем

Андрій Бондарчук, Анатолій Башта

Національний університет харчових технологій.

Вступ. Важливим завданням машинобудування є вдосконалення технології виробництва деталей шляхом введення прогресивних методів отримання і вдосконалення їх механічної обробки. Впровадження таких технологій, сприяє підвищенню їх довговічності, та надійності в роботі.

Матеріали і методи. Сьогодні промислові підприємства змушені працювати над скороченням терміну випуску продукції, зниженням її собівартості і підвищенням якості. Стрімкий розвиток комп'ютерних та інформаційних технологій дозволив суттєво модернізувати САПР-систем, які є найбільш продуктивними інструментами для вирішення цих завдань. Відбувся розподіл або, точніше, «ранжування» даних систем на рівні. З'явилися системи верхнього, середнього і нижнього рівнів. Системи верхнього рівня володіють величезним набором функцій і можливостей, але з ними важче працювати. Системи нижнього рівня мають досить обмежені функції, але дуже прості у вивченні. Системи середнього рівня – це «золота середина» і їх модернізація забезпечує користувача достатніми для вирішення більшості завдань інструментами.

Результати. В роботі була проведена модернізація управляючої САПР-системи, по обробці поверхневих шарів подаючого шнеку, тістозмішувачої установки, фірми «Еюлер». Даний шнек застосовується в багатьох аналогічних машинах і установках переробного виробництва харчової промисловості. Конструкція шнека за рахунок своєї геометрії забезпечує стабільну подачу тістової суміші і аналогічних мас під високим тиском. Дана деталь тягне за собою значні витрати на її виготовлення. Для виготовлення такої деталі розробляється окреме обладнання та пристосування, що для програми випуску 120 деталей на рік є необхідним кроком. Само виконання даної деталі вимагає значну кількість перевстановлень, що в свою чергу знижує точність її виготовлення. На першому етапі. У САПР-системі створювалося електронне креслення і 3D – модель деталі. Потім електронне креслення або 3D – модель деталі імпортувалася в САПР– систему. Визначалися поверхні і геометричні елементи, які необхідно обробляти, вибиралася стратегія обробки. САПР-система проводила розрахунки траєкторій переміщення інструменту.

Висновки. В результаті виконаної роботи була виконана модернізація технологічного процесу оброблення поверхні деталі, розроблена 3D-модель шнека, проведена імітація обробки та модернізовані керуючі програми для токарної та фрезерної обробки заготовки. Застосування даного вдосконалення дає можливість отримати суттєву вигоду, а саме значно скоротити кількість перезакріплень деталі із більш ніж 12 до 4, що в свою чергу дозволить збільшити точність виконання, зменшити кількість робочих станків, застосування інструментів шліфування, а так само час оброблення деталі. В результаті застосування обробного центру кількість робітників для оброблення даної деталі може бути значно скорочена. Перераховані вище фактори дають можливість отримати значну фінансову вигоду, до чого і прагне сучасне промислове виробництво.

19. On the question of the study of the human skeleton lever elements

Maxim Timkov, Sergei Fedorov, Vitali Kharkevich
Mogilev State University of Foodstuffs, Mogilev, Belarus

The laws of physics determine a limit to the size of animals and humans. For human organism existing dimensions are not only optimal, but in fact the only possible ones.

The bones in the human body are working mainly in compression, tension and bending. The reason for the high strength of bones is their composite nature. Namely, it provides both greater hardness and bones, and their elasticity. However, to avoid the destruction of the bone tissue of the human body, resulting in mechanical stresses which must not exceed their ultimate strength.

All kinds of deformation can be traced to human example. Femur, set vertically, can withstand the pressure load in one and half tons. Compression strain test the spine, lower limb and foot coverings. Tensile strain – upper limbs, ligaments, tendons, muscles. Bending strain – the spine, pelvis bones. Torsional strain – neck at the turn of the head, torso, lower back when turning, hands in rotation, etc.

Our body is created by nature in view of the famous "golden rule of mechanics": how many times we win in force, as many times losing in the distance. The skeleton of human and animal bones, have some freedom of movement, are the levers. For example, a person - limb bones, the lower jaw, skull, phalanges. Lever arch mechanisms skeleton usually designed for a speed boost at a loss in strength.

Consider the equilibrium conditions of the lever by the example of the skull (Fig.1).

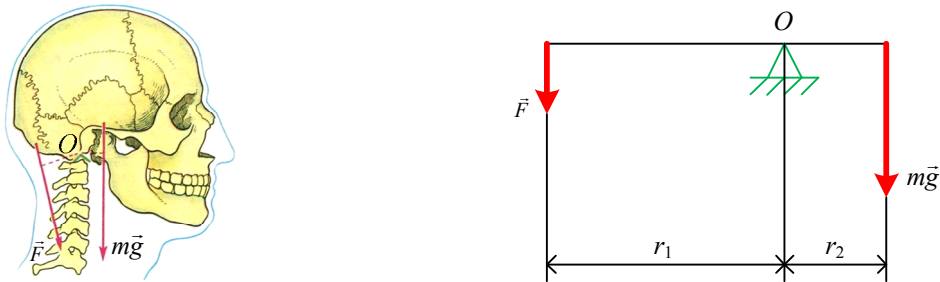


Fig.1. Scheme the lever balance on the example of the skull

Here, the rotation axis O of the lever passes through the junction of the skull to the first vertebrae. In front of the pivot in the relatively short arm r_2 of the force of gravity of the head $m\vec{g}$, behind – the traction force \vec{F} of muscles and ligaments attached to the occipital bone. The figure shows that the equilibrium state will look like

$$\vec{F} \cdot r_1 = m\vec{g} \cdot r_2 . \quad (1)$$

Moment of muscular force \vec{F} in this case is equal to the moment from the force of gravity of the head $m\vec{g}$. Thus, efforts created by muscles allow to hold easily and perform oscillative motions of the head. In this case there is a gain in strength, but the loss in the distance. Looking at other skeletal linkages can notice the opposite where a small contraction of the muscle length allows for significant movement and get the win in the speed of movement.

20. Дослідження теплового акумулювання енергії для підвищення маневреності електростанцій

Дмитро Риндюк, Микита Мельников

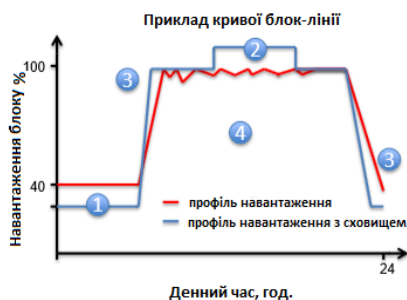
1 - Національний університет харчових технологій

2 - Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Вступ. Із-за масового використання поновлюваних джерел енергії в Німеччині, електростанції стандартної потужності повинні бути в змозі швидко реагувати на додаткову подачу електрики (з альтернативних джерел енергії). Головна мета цього звіту полягає в тому, щоб дослідити можливість застосування теплового акумулювання енергії (TES) в термодинамічному процесі електростанції [1].

Матеріали і методи. Для дослідження теплового енергетичного зберігання і також можливості його ефективного впровадження в теплоелектростанції, установка THERESA в даний час знаходиться у роботі в університеті Zittau / Görlitz. Була створена математична модель у програмі DynSta, що імітує поведінку робочої установки.

Результати. Можливість полягає у використанні теплового акумулювання енергії (TES) в водно-паровій схемі електростанції. У цьому випадку використовується пряме збереження теплової енергії. Зокрема можна досягти тимчасову незалежність у виробництві теплової та електроенергії електростанції. Рисунок 1 ілюструє потенціал теплового акумулювання енергії в процесі електростанції. Діаграма показує приклад кривої навантаження електростанції (червона лінія) і для можлива крива навантаження (синя лінія) з використанням теплового акумулювання енергії в процесі керування.



Висновки. Цей звіт показав, що проблеми для теплоелектростанцій збільшаться за наступні роки із-за масового використання нетрадиційних джерел енергії. Станції стандартної потужності не достатньо гнучкі для швидкої реакції та компенсації надлишкової або недостатньої потужності в мережі. Інтеграція теплового енергетичного зберігання в процес електростанції представляє енергозберігаюче рішення.

Література.

1. Nitsch, J., et al. (2012), Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, Schlussbericht, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Ingenieurbüro für neue Energien (IFNE)

21. Дослідження динамічних навантажень в ланках механізмів періодичної дії технологічного обладнання харчових і переробних виробництв

Андрій Ткачук, Микола Масло

Національний університет харчових технологій

Вступ. Підвищення продуктивності обладнання харчових виробництв пов'язане зі зростанням швидкостей робочих органів. При циклічній роботі механізмів збільшення швидкостей робочих органів призводить до значного зростання динамічних навантажень. Найбільш стабільна робота обладнання і машин забезпечується за умови мінімальних зусиль в ланках їх механізмів.

Матеріали і методи. Реалізація технологічних процесів харчових виробництв здійснюється обладнанням, до якого входять спеціальні і універсальні машини і апарати, які призначені для виконання певних груп технологічних операцій. Кожна машина в свою чергу складається з окремих функціональних модулів. Визначення оптимальних параметрів функціональних модулів базується на ґрунтовному вивченні операцій переміщення матеріальних об'єктів харчових виробництв під дією рушійних сил з боку робочих органів машин. Математичне моделювання процесів взаємодії робочих органів обладнання і визначення силового навантаження в ланках механізмів доцільно проводити з використанням диференціальних рівнянь руху матеріальних об'єктів. Такі методи дозволяють проводити аналітичні дослідження і обґрунтовано визначати динамічні характеристики основних механізмів обладнання, зокрема важільних, зубчастих і зубчато-важільних механізмів.

Технологічні процеси харчових і переробних виробництв складаються з окремих операцій переміщення сировини, напівфабрикатів, готової продукції, об'єктів пакування, складових елементів упаковок і допоміжних матеріалів по внутрішньо-машинних трасах технологічного обладнання. Операції переміщення реалізуються виконавчими механізмами технологічних машин, які оснащені спеціальними робочими органами. Зі всієї гами робочих органів пакувального обладнання для переміщення штучних виробів застосовуються три типи робочих органів: 1–зіштовхувачі; 2–захвати; і 3–несучі органи конвеєрних систем. Для запобігання зміщення штучних виробів відносно робочих органів необхідно обмежувати сили інерції, тобто обмежувати максимальні прискорення. Наприклад, при поперечному переміщенні штучних виробів механічними захватами максимальні прискорення a^{max} визначаються за формулою

$$a^{max} = \frac{F_{гран}}{m} \frac{(f_1 \cdot b + k) - g \frac{b}{2}}{2(f_1 \cdot b + k) + c},$$

де $F_{гран}$ –максимальне допустиме зусилля на виріб; b –ширина виробу; k –ширина робочих елементів механічного захвату; c –відстань від центра мас упаковки до нижньої кромки робочих елементів; f_1 –коефіцієнт тертя ковзання між захватами і виробом.

Результати. Аналітично досліджено ряд механізмів характерних для обладнання харчових виробництв. Визначені аналітичні залежності динамічних навантажень в ланках механізмів від геометричних і кінематичних параметрів робочих органів обладнання.

Висновки. Мінімізація динамічних навантажень в ланках механізмів можлива за умови зменшення рухомих мас і оптимізації кінематичних законів руху робочих органів.

22. Застосування теорем динаміки для аналітичного визначення параметрів механізмів і робочих органів обладнання харчових виробництв

Андрій Ткачук, Олександр Серьогін, Микола Масло
Національний університет харчових технологій

Вступ. Розробка і виготовлення технологічного обладнання харчових і переробних виробництв є однією з найбільш інвестиційно привабливих галузей машинобудування. Основною тенденцією сучасного етапу розвитку обладнання є стрімке збільшення продуктивності машин і подальша їх уніфікація на основі модульного принципу компоновки. Загальна ефективність експлуатації обладнання залежить від надійного функціонування окремих функціональних модулів, які входять до складу машин.

Матеріали і методи. Технологічне обладнання для виробництва і пакування харчових продуктів характеризуються складною компоновкою функціональних модулів внаслідок специфічних реологічних характеристик продуктів і особливих фізико-механічних параметрів споживчих упаковок і тари. Проведені дослідження та аналіз структурних схем таких машин дозволили встановити раціональну архітектоніку окремих функціональних модулів і технологічних машин в цілому. З урахуванням циклічності роботи функціональних модулів в технологічному обладнанні визначені основні типи елементарних і структурованих модулів для переміщення матеріальних об'єктів. Складність технологічних і пакувальних машин з точки зору їх функціонально-модульної будови та зростаюча різноманітність типорозмірів функціональних модулів робить знаходження оптимального варіанту компоновання машин в процесі проектування досить трудомістким. Ця задача ускладнюється ще більше, коли йдеться про пошук кращого варіанту функціонально-модульної структури машини за необхідності врахування кількох критеріїв оцінки якості його окремих складових – функціональних модулів. Найбільш складною проблемою є синтез нових функціональних модулів з оптимальними технологічними і технічними параметрами.

Визначення оптимальних параметрів функціональних модулів і визначення силового навантаження в ланках механізмів доцільно проводити з використанням загальних теорем динаміки. Такий метод дозволяє побудувати математичні моделі взаємодії робочих органів машини з різними матеріальними об'єктами і обґрунтовано визначати оптимальні та раціональні геометричні, кінематичні і динамічні параметри функціональних модулів

Результати. У результаті проведених аналітичних досліджень розроблено математичні моделі операції переміщення штучних виробів зі стрічки конвеєра на нерухому площину.

Проведені аналітичні дослідження і отримані математичні моделі дозволяють розробляти інженерні методики визначення оптимальних параметрів робочих органів і приводних механізмів функціональних модулів технологічних машин і визначати вплив динаміки робочих органів машин на технологічні параметри процесів.

Висновки. Результати проведених досліджень дають можливість встановити основні закономірності силового навантаження штучних виробів в процесі їх переміщення зі стрічки конвеєра на нерухому площину. Основними параметрами, які визначають динамічний вплив на вироби є геометричні розміри окремих елементів виробів, швидкість стрічки конвеєра, значення коефіцієнтів тертя ковзання, а також взаємне положення конвеєра і нерухомої площини.

23. Термічні напруження

Ростислав Цяпкало, Михайло Бензель, Анатолій Башта
Національний університет харчових технологій

Вступ. При вирішенні питання про міцність конструкції недостатньо знати тільки систему сил, що діють на цю конструкцію. Необхідно знати ще її розміри та матеріал, з якого вона зроблена. На початку XIX століття Огюстен-Луї Коші, відомий французький математик і механік, увів поняття напруження, яке одночасно характеризувало й силові фактори, що діяли в перерізі, й геометричні розміри цього перерізу.

Матеріали і методи. В роботі використаний науковий метод дослідження.

Результати досліджень: Об'єктом нашого дослідження є вплив термічних напружень при гартуванні, зварюванні, нерівномірному нагріванню та інших факторів.

Гартувальні напруження — внутрішні напруження, що виникають при гартуванні сталевих деталей. У цьому випадку вони виникають як поєднання напружень, спричинених зміною питомого об'єму сталі при її мартенситному перетворенні у процесі гартування, і температурних напружень, викликаних швидким охолодженням.

Результат дії гартувальних напружень, наприклад, руйнування (розтріскування) при гартуванні, може проявлятися не обов'язково у момент зміни теплового стану (охолодження), а через деякий час (до декількох діб) у результаті поступового накопичення напружень, що виникають при зміні питомих об'ємів структурних складових.

Термічні напруження при зварюванні — внутрішні напруження, що виникають під час охолодження виробу після зварювання.

Якщо ці напруження діють тільки уздовж шва, то вони не впливають на міцність зварного з'єднання. Небезпечнішими є напруження, що діють перпендикулярно до осі шва (поперечні), так як вони можуть викликати появу холодних тріщин у шві чи у зоні біля шва. Якщо деформації і напруження з'являються у виробі тільки в процесі зварювання і зникають при охолодженні після зварювання, вони називаються тимчасовими. Деформації і напруження, які зберігаються після зварювання при повному охолодженні швів, називаються залишковими. Коли метал є пластичним і працює при статичних навантаженнях, залишкові напруження практично не впливають на міцність зварної конструкції. Сумуючись з напруженнями від робочих навантажень, вони спричиняють пластичну деформацію металу і тим знімаються.

При товстому шарі металу (понад 40 мм) виникають об'ємні залишкові напруження, що діють у трьох взаємно перпендикулярних площинах. Такі напруження є небезпечними з точки зору міцності конструкції, так як обумовлюють крихкість металу. За наявності концентраторів напружень (надрізів, непроварів, тріщин тощо), при низькій навколишній температурі і підвищеній жорсткості конструкції виникнення пластичних деформацій є утрудненим і в даній зоні може започаткуватися крихке руйнування металу. Для усунення залишкових напружень в цьому випадку застосовують термообробку після зварювання. Якщо залишкові деформації виходять за межі, допустимі технічними умовами на виготовлення даного виробу, проводять його випрямлення після зварювання.

Основними факторами що спричиняють виникнення термічних напружень при зварюванні є: нерівномірне нагрівання металу, усадка розплавленого металу при твердінні, величина зони прогрівання, напрям розташування зварного шва та ін.

Розміри і розташування швів також впливають на величину деформацій. Найбільші деформації викликають довгі шви, шви з великим перетином, а також шви, розташовані несиметрично відносно головних осей перерізу зварюваного профілю. Чим складніша форма деталі, чим більше в ній різних швів, тим більшою є імовірність появи деформацій і напружень при зварюванні. При односторонньому наплавленні плоских деталей зменшення глибини і площі розплавлення основного металу різко зменшує жолоблення виробу.

Висновки: Термічні напруження виникають при нерівномірному нагріванні або охолодженні. У відповідності до назви технологічного процесу, у результаті якого вони виникають, термічні напруження бувають: гартувальними, зварювальними, ливарними, шліфувальними тощо.

**Section
17**

**Power equipment,
heat and power
systems of industry
enterprises**

**Секція
17**

**Енергетичне
обладнання,
системи
тепло-
електропостачання
промислових
підприємств**

17.1.
Industrial power

Chairperson – professor Sergii Vasylenko
Secretary – Roman Gryshchenko

17.1.
Промислова теплоенергетика

Голова – професор Сергій Василенко
Секретар – асистент Роман Грищенко

1. Пароструминні компресора в теплових схемах випарних установок

Олександр Даценко, Микола Прядко

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ: Застосування пароструминних компресорів (ПК) є ефективним способом забезпечення необхідної продуктивності випарної установки (ВУ) в умовах зміни режиму відборів вторинної пари з корпусів ВУ.

Матеріали та методи. Аналіз можливості застосування ПК виконано з урахуванням фактичного стану використання для технологічних потреб цукрових заводів теплової і електричної енергії.

Результати та обговорення: Можливий відбір вторинної пари в ПК, який обумовлює можливий діапазон регулювання продуктивності ВУ, дорівнює

$$\Delta Fk = u \cdot \frac{h_{пву}}{h_o} (D_{техн} - D_{турб} - D_{рбу}^{техн})_{кз} / \text{т.бур.}$$

де: u – коефіцієнт інжекції ПК, який залежить від співвідношення параметрів пари, що надходить в ПК після парових котлів, а також тисків пари, що стискається і тиску, з яким пара виходить після ПК:

$D_{техн}$ – витрата пари на технологічні потреби заводу;

$D_{турб}^{техн}$ – кількість технологічної пари, яку одержуємо після охолоджувальної установки парової турбіни;

$D_{рбу}^{техн}$ – кількість технологічної пари, яку одержуємо після РОУ.

Максимально-можливий відбір пари в ПК визначається як:

$$\Delta E_k = u \cdot \frac{h_{пву}}{h_o} (D_{техн} - D_{турб}^{техн})_{кз} / \text{т.бур.}$$

Зусилля науковців і практиків направлені на зменшення $D_{техн}$.

В той же час: $D_{турб}^{техн} = \frac{3.6 \cdot a \cdot N}{(h_o - h_{прот}) \cdot \eta_{ем}}$

де: N – питома витрата електроенергії на переробку цукрових буряків, $\frac{кВт}{\text{т.бур.}}$

$a = 1,05 \div 1,07$ - враховує одержання додаткової кількості сухої насиченої пари після ОУ;

$h_o, h_{прот}$ - ентальпія пари, що надходить в турбіну та виходить з неї

$\eta_{ем}$ – електромеханічний к.к.д. турбогенератора.

Таким чином, можливості навантаження ПК обмежені різницею $D_{техн} - D_{турб}^{техн}$,

яка в свою чергу залежить від фактичної витрати пари на технологічні потреби заводу та величини $D_{турб}^{техн}$. Остання залежить від витрати електричної енергії на переробку буряків, параметрів пари після парових котлів, температурного режиму на ВУ.

Висновок: Результати можуть бути використані при удосконаленні системи теплоенерговикористання цукрових заводів.

2. Influence of mechanical design modification at increasing energy efficiency of Stirling refrigeration machine

Vladimir Trandafilov, Michael Khmelniuk, Olga Yakovleva
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine

Introduction. Due to with the policy pursued worldwide in the sphere of energy and resource saving and problem solving reducing the technogenic influence on the environment is becoming increasingly important refrigeration machines operating on the natural working medium as refrigerants. For this reason Stirling cycle refrigeration get topical priority.

Materials and methods. To study the influence of change the mechanical design on energy efficiency Stirling gas refrigeration machine a structural optimization of rotary vane gas refrigeration machine (RVGRM) is carried out. The numerical solution of differential equations is performed.

Results and discussion. Calculation of the working parameters of the machine, taking into account the temperature of the working fluid from the heat exchange chamber walls is carried out by the equation:

$$\frac{dT(\alpha)}{d\alpha} = - \frac{(k-1)T(\alpha)dV(\alpha)}{V(\alpha)d\alpha} - \frac{1}{Mc_p} \frac{dQ(\alpha)}{d\alpha}$$

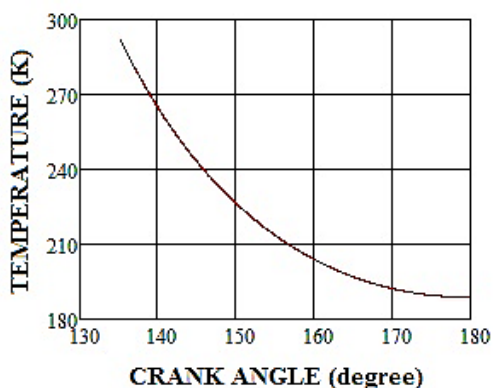


Fig.1. Temperature variation in the expansion space with the crank angle

Comparative analysis of gas refrigeration machine parameters shows the advantage of energy characteristics by 30 % and 20 % of mass characteristics in the case of RVGRM, which allows us to operate in a wider range of cooling temperature values (0 ÷ -80°C) in one machine and have a higher energy efficiency (Fig. 1). Through reciprocating oscillatory motion of the vanes (as opposed to a reciprocating piston machine) and to reduce friction losses in the working chambers operating on the gaps of RVGRM potentially has long service life considerably compared with piston machine. Compactness coefficient of RVGRM main volume (the ratio of working volume equivalent to the volume of the machine) reaches 15-20 %, while the maximum value of this parameter for the piston gas refrigeration machine (V – shaped with a crank) is 1-2 %. Such a large (by an order) benefit of the specific mass indicators opens up prospects for the use of this type machine.

Conclusions. Improving the design of Stirling gas refrigeration machine enables us to go to its widespread use, ignoring the drawbacks to use rotary vane gas refrigeration machine for domestic and commercial applications.

3. Analysis development of refrigerants perspective ways

Tereshchenko Roman, Khmelnuik Mikhailo

*Institute of refrigeration, cryotechnology and ecoenergetics of Martynovskiy ONAFT,
Odessa, Ukraine*

Introduction. Nowadays climate change is a much discussed global ecological problem. Melting of polar icecaps and glaciers, rising of sea level, droughts and floods, increasing global weather extremes and other anomalies are reactions of our planet for human activity. To avoid these catastrophic effects some agreements were created: Montreal Protocol (1987), Kyoto Protocol (1997), Europrogram 20-20-20 (2007), Paris Conference of Climate Control (2015) etc. and all of these have to help to achieve effective struggle with climate change and to accelerate transition to low-power technologies. One of the main questions is decreasing of carbon dioxide emissions which produce from the burning of fossil fuels such as oil, natural gas and coal and also decrease global greenhouse gas emissions by 2050 are to limit global warming to 1,5°C.

High energy consumption and widely using of gases with high global warming potential refrigerants are reasons for increasing control to refrigeration industry. By international agreements forbidden to use synthetic refrigerants with global warming potential (GWP) more than 500 and high ozone depleting potential (ODP).

Materials and methods. To satisfy international requirements refrigerants must be: ecological, low GWP, non-toxically, non-flammable, have great thermodynamic characteristics, chemical stability and low price. Last time thermodynamic properties of refrigerants is not main ability because ecological standards are being more toughen and hard to predict which criteria will be control the way for refrigerants development.

Refrigerants development is to be going to different ways:

- using still allowed refrigerants(R410a, R32, R123, R227, RC318 etc.)
- researching different mixtures (R218/R846, R32/R218, RC318/RE170 etc.)
- back to using natural refrigerants (R717, R290, R600a, R718,R729 etc.)

All of these ways have some advantages and disadvantages but the most modern method is research mixtures based on natural working fluids and with correct proportions of substances may get the refrigerants which satisfy the most requirements. Khmelnuik M.G., Yasinsky S.P., Korba E.M. from Odessa National Academy of Food Technologies were research this method and their experiments show that this way is more perspective of all for increasing ecological-energetically characteristics and need more attention to improving present refrigerants.

Conclusions. My research work is following a modern tendency of using natural refrigerants. Especially, I am looking for new combinations based on natural substances which could pay attention to refrigeration machines on natural work fluids as a result are increasing energetically, ecological and exploitation indicators of refrigeration machines.

References.

1. Proklima International “Natural refrigerants”, 2013
2. Khmelnuik M.G. “Sciense-technical bases of improving the refrigeration machines”, 2003
3. Yasinsky S.P. “Binary refrigerants based on ammonia for refrigeration machines”
4. Korba E.M. “Increasing of refrigeration machines effectiveness with refrigerants based on ammonia and CO₂”, 2011
5. Dan Barlow “Paris 2015: UN Climate negotiations”, 2015

4. Модернізація експериментальної установки дослідження процесу наморозування льоду на вертикальній трубі за допомогою проміжного холодоносія

Роман Колодзінський, Андрій Форсюк

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Модернізацію експериментальної установки проведено для дослідження процесу наморозування льоду з використанням проміжного холодоносія.

Матеріали та методи. Опрацьовано наукову літературу, періодичні та інші видання, в яких відображені результати дослідження процесів наморозування льоду на поверхнях різного виду з використанням різних методів відведення теплоти кристалізації.

Результати і обговорення. Модернізації підлягає експериментальна установка, яка була розроблена на кафедрі ТЕХТ для дослідження процесів наморозування і танення водного льоду [1]. Після модернізації установка буде складатися з двох контурів. Основний контур – фреоновий (регенеративна холодильна машина), допоміжний – контур проміжного теплоносія (пропіленгліколь).

На експериментальну дослідну насосом подається проміжний холодоносій, охолодження якого відбувається в накопичувальному баку, де встановлено змієвиковий охолодник з безпосереднім кипінням холодильного агента. Для підтримання постійної температури проміжного холодоносія у схемі передбачено трьохходовий вентиль та система регулювання температури кипіння холодильного агента у змійовику.

На основі проведеного розрахунку гідравлічних втрат у трубопроводах подавання проміжного холодоносія на дослідну ділянку та його витратних параметрів, підібрано циркуляційних насос.

Під час проведення експерименту, є можливість регулювати температуру як проміжного холодоносія, так і води, що наморозується на дослідних ділянках.

На першому етапі дослідження пропонуються такі діапазони зміни температур:

- проміжного холодоносія – від -10 до -25 °С;
- води – від +2 до +8 °С.

Висновки. Застосування проміжного холодоносія дозволить отримувати стабільний однофазний охолодний потік на дослідній ділянці, що в свою чергу дозволить визначити коефіцієнт тепловіддачі з високою точністю. Таке схемне рішення, в подальшому, дозволить розрахунковим шляхом точно визначити час наморозування необхідної кількості водного льоду в акумуляторах холоду.

Література.

1. Пилипенко О. Ю. Динаміка кристалізації льоду на вертикальних охолоджуваних трубах в елементах акумуляторів теплової енергії систем охолодження та кондиціонування повітря [Текст] : дисертація ... кандидата технічних наук / О. Ю. Пилипенко – Київ, 2012. – 267с.

5. Використання засобів MathCAD для математичного моделювання результатів досліджень

Марія Пархоμεць, Наталія Вовкодав

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Математичний пакет (МП) MathCAD надає широкий набір інструментів для реалізації графічних, аналітичних і чисельних обчислень та методів обробки експериментальних даних.

Матеріали та методи. В роботі використано математичний пакет MathCAD в якому за допомогою комбінації вбудованих функцій *regress*, *interp* та створеної програми (для виведення коефіцієнтів поліноміальної регресії) отримано аналітичний вигляд апроксимуючої функції $z(x,y)$ для початкової таблично заданої функції $f(x,y)$. Для отриманої математичної моделі і таблиці експериментальних даних побудовано графіки в середовищі МП MathCAD та за допомогою вбудованих функцій *Minimize* і *Maximize* розв'язано оптимізаційні задачі.

Результати та обговорення. У даній роботі, для прикладу, за допомогою МП MathCAD було побудовано апроксимуючу функцію $z(x,y)$, яка описує залежність розмірів частинок білків молочної сироватки від параметрів електроіскрового оброблення (напруги і кількості імпульсів). Використовуючи функції *Minimize* і *Maximize* були визначені оптимальні параметри технологічного режиму обробки електроіскровими розрядами.

У середовищі MathCad побудовані графічні зображення вихідної функції $f(x,y)$ і отриманої апроксимуючої функції $z(x,y)$ (рис. 1).

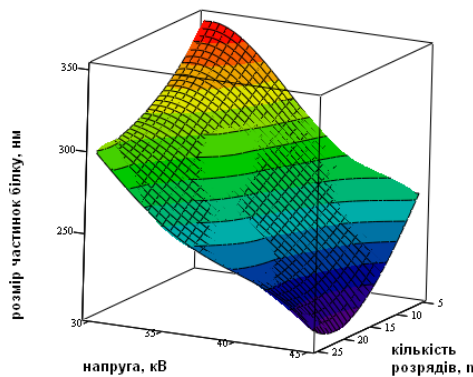


Рис.1.



- площина відгуку;



- площина експериментальних даних.

Висновки. Площина експериментальних даних досить точно апроксимується площиною відгуку.

Література

1. Маноха Л.Ю., Вовкодав Н.І., Бреус Н.М.. Обчислювальна математика та програмування: Навч. посіб. — К.: НУХТ, 2015. — 187 с.

6. Дослідження проблем проектування паропроводів, транспортуючих насичену і перегріту водяну пару

Віталій Богомол, Віталій Філоненко

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Проблема полягає у формуванні методології визначення оптимальних діаметрів паропроводів, що транспортують насичену і перегріту водяну пару від джерел її генерації до її споживачів, та визначенні тепловтрат від ізольованих паропроводів, співставлених по вартості із вартістю ізоляційного матеріалу.

Матеріали і методи. Матеріалом дослідження є система транспортуючих насичену і перегріту водяну пару від джерела її генерації до грійних камер споживачів теплоти пари. Методами дослідження є застосування емпіричних методик гідродинамічного розрахунку турбулентної течії газових потоків та визначення втрат тиску та відповідного зниження температури конденсації водяної пари, та емпіричних методів розрахунку тепловтрат від ізольованої та неізольованої поверхні трубопроводів.

Результати та обговорення. За результатами дослідження сформовано комплексну методика визначення оптимальних діаметрів паропроводів, що транспортують насичену і перегріту водяну пару від джерел її генерації до її споживачів, та визначення тепловтрат від ізольованих паропроводів, еквівалентних по вартості ізоляційного матеріалу.

Висновок. Одержані результати дозволяють науково-обґрунтовано визначити оптимальні техніко-економічні експлуатаційні параметри системи паропроводів промислового підприємства, що транспортують насичену і водяну пару.

Удосконалення роботи термокамер ковбасного виробництва з метою зменшення витрати паливно-енергетичних ресурсів на процеси термічної обробки м'ясо продуктів

Дар'я Дмитренко, Володимир Павелко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Витрата паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) для термічної обробки м'ясо продуктів (варених і варено-копчених ковбасних виробів) значною мірою залежить від способу термічної обробки і, в першу чергу, від тривалості цього процесу, який здійснюється у спеціальних термокамерах. Дослідження роботи термокамер з метою удосконалення їх роботи є головним завданням даного проекту.

Матеріали та методи досліджень. Для визначення основних показників роботи термокамер і впливу їх на процес термічної обробки м'ясних виробів застосовано методи аналітичного і експериментального дослідження з використанням програмних засобів Компас-3d і Matchad Works. Створені геометричні моделі термокамери, в яких процеси термічної обробки м'ясо продуктів промодельовані в програмному пакеті Flow Vision.

Результати та обговорення. На підставі отриманих результатів дослідження розроблена математична модель оптимізації роботи термокамери в напрямку зменшення витрати теплової енергії і, відповідно, зменшення витрати ПЕР на теплотехнологічний процес термообробки м'ясних виробів.

Висновки. Отримані результати дозволяють створити алгоритм теплового розрахунку термокамер з врахуванням критеріїв оптимізації щодо удосконалення їх роботи і зменшення витрати ПЕР на процес термічної обробки м'ясо продуктів (варених і варенокопчених ковбасних виробів).

7. Адаптація методики розрахунку та вибору вузлів повітряного теплового насоса для потреб гарячого водопостачання

Сергій Задорожний, Станіслав Потапов, Андрій Форсюк
Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Основна складність проектування елементів повітряного теплового насосу (ПТН) полягає у виборі оптимальних умов роботи тепловіддавача і теплоприймача в широкому діапазоні температур. Дана особливість відсутня при проектуванні геотермальних ТН, чи ТН на вторинних джерелах теплоти. Відповіді на це питання немає у відомій літературі присвяченій холодильній техніці та роботі ТН. Методика розрахунку та вибір робочих елементів ПТН в широкому температурному діапазоні роботи теплоприймача потребує адаптації та уточнень.

Матеріали та методи. Для розробки методики розрахунку капілярної трубки, як елемента ПТН, приймалися методики Кошалінського політехнічного університету та розрахунку капілярної трубки в холодильній техніці. Результати розрахунку пройшли апробацію на експериментальній установці з можливістю варіації дросельних пристроїв.

Для визначення оптимального типу нагрівного елемента бака-накопичувача було порівняно експлуатаційні характеристики різних баків (із змієвиком та нагрівною сорочкою).

Для проведення досліджень з різними дросельними пристроями та різними баками акумуляторами була використана модернізована дослідна установка ПТН.

Результати та обговорення. Отримані за обраними методиками результати розрахунків були порівняні з дослідними даними. На підставі порівняння була запропонована змінені методика розрахунку капілярної трубки для ПТН.

Запропоновано поділити календарний рік на чотири діапазони за температурами зовнішнього повітря: I – від 0°C до +20°C; II – від -15°C до 0°C; III – від -25°C до -15°C; IV – від +20°C до +40°C. Запропоновано використовувати чотири капілярні трубки, з різними параметрами, для кожного діапазону. Проведено дослідження роботи ПТН з використанням ТРВ із зовнішнім вирівнюванням та порівняння його роботи з чотирма капілярними трубками, для діапазону температур від -25°C до +40°C.

Проведено порівняння експлуатаційних характеристик баків нагрівання води непрямой дії, а саме: акумулююча здатність, швидкість розхолодження, ефективність теплообмінної поверхні, конструктивні переваги та недоліки.

Висновок. Використання чотирьох капілярних трубок для різних температурних режимів має переваги перед іншими варіантами дроселювання, що підтверджується техніко-економічним обґрунтуванням для різних умов проектування. Але існує ряд недоліків, що потребують додаткового вивчення.

Існуючі методики розрахунку капілярної трубки в холодильній техніці мають недостатню точність. В роботі запропоновано шлях компенсації таких неточностей.

Встановлено, що за експлуатаційними характеристиками кращий бак нагрівання води із змієвиком теплообмінником.

8. Дослідження проблем енергетичної та фінансової ефективності вибору системи енергозабезпечення промислового підприємства.

Руслан Неделяй, Віталій Філоненко

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Проблема полягає у визначенні системи умов, що формують або систему енергопостачання промислового підприємства на базі власної ТЕЦ, або на базі власної котельні та державної РЕС. енергопостачання.

Матеріали і методи. Матеріалом дослідження є типові джерела енергопостачання (котельні та РЕС) промислових підприємств та системи споживання теплової та електричної енергії промислових підприємств. Методами дослідження є застосування балансових енерготехнологічних рівнянь джерел енергопостачання та промислових підприємств.

Результати та обговорення. За результатами дослідження сформовано систему експлуатаційних параметрів виробничого комплексу «Підприємство-Джерелоенергопостачання», що впливає на економічну ефективність тієї чи іншої системи енергозабезпечення підприємства.

Висновки. Перед реконструкцією системи теплоспоживання промислового підприємства у напрямку енергозбереження має бути здійснена економічна оцінка його проектної системи енергопостачання із врахуванням фактичних та перспективних цін на паливо та електроенергію, та співвідношення енергетичних показників парових турбін та парогенераторів, якими буде укомплектована ТЕЦ. За умови дорогого палива та дешевої електроенергії воду економічніше працювати за варіантом 1 – з підвищеним питомим теплоспоживанням, але без закупівлі електроенергії в РЕС. За умови дешевого палива та дорогої електроенергії економічніше працювати за варіантом 2 – з низьким питомим теплоспоживанням та закупівлею будь якого обсягу електроенергії в РЕС.

9. Визначення оптимального відбору дифузійного соку

Панченко Владислав, Михайло Масліков

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Розроблено оптимізаційну модель дифузійного відділення бурякоцукрового виробництва, що дає змогу визначати оптимальну відкачку дифузійного соку, і комп'ютерну програму ПРОВІД для її розрахунку.

Матеріали та методи. Модель описує всі типи діючих дифузійних установок і може використовуватись у системах автоматичного керування ними. Вона реалізована в системі символічної математики MathCAD 2000.

Результати та обговорення. Задача моделювання теплотехнологічного комплексу цукрового виробництва є багатовимірною, розв'язувати її складно, тому вона поділена на декілька задач – регіональну і локальну. Локальна оптимізація забезпечує результатами регіональну, що досягається детальним розглядом динаміки процесів, які відбуваються в кожному елементі комплексу, та інших питань, пов'язаних з ефективністю роботи. Такий підхід дає можливість на кожному етапі розв'язувати задачі меншої розмірності.

Ефективність роботи установки визначається залежно від інтенсивності теплових, гідродинамічних і хімічних процесів, що відбуваються під час процесу дифузії, а також від вартості продукції (цукру, жому і меляси), палива для ТЕЦ, вапнякового каменю та палива для його випалювання, що склалася на ринку в даний час або прогнозованої. Критерієм оптимізації є величина $E(\alpha)$, що відповідає зміні прибутку при переході від фактичного режиму роботи на оптимальний:

$$E(\alpha) = \Delta ЦР_m(\alpha)Ц_{б.ц} + \Delta M_m(\alpha)Ц_m + \Delta Ж_m(\alpha)Ц_{ж.с} - \Delta \alpha_{п.у}(\alpha)Ц_{п.у} - \Delta \alpha_{п.в.в}(\alpha)Ц_{п.в.в} - \Delta BK(\alpha)Ц_{в.к},$$

де $\Delta ЦР_m(\alpha)$, $\Delta M_m(\alpha)$, $\Delta Ж_m(\alpha)$ – зміни кількостей відповідно товарного цукру, товарної меляси, жому; $\Delta \alpha_{п.у}(\alpha)$, $\Delta \alpha_{п.в.в}(\alpha)$, $\Delta BK(\alpha)$ – зміни витрат відповідно умовного палива, палива для випалювання вапнякового каменю, вапнякового каменю; $Ц_{б.ц}$, $Ц_m$, $Ц_{ж.с}$, $Ц_{п.у}$, $Ц_{п.в.в}$, $Ц_{в.к}$ – ціни відповідно товарного цукру, товарної меляси, жому, умовного палива, палива для випалювання вапнякового каменю, вапнякового каменю.

Основні результати розрахунку наведено на рис. 1. Збільшення відкачки α сприяє зменшенню втрат цукру у жомі $X1(\alpha)$, але при цьому збільшується кількість нецукрів у соку, що потребує відповідного збільшення витрати вапнякового каменю на його очищення $\Delta BK(\alpha)$ і палива на випалювання цього каменю $\Delta \alpha_{п.в.в}(\alpha)$. Крім того, збільшуються витрати пари на випарну

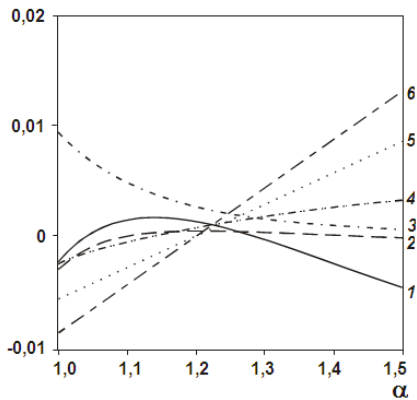


Рис. 1. Залежність основних техніко-економічних показників від величини відкачки дифоку (результати розрахунку за моделлю): 1 – $E(\alpha)$; 2 – $\Delta ЦР_m(\alpha)$; 3 – $X1(\alpha)$; 4 – $\Delta ЦР_m(\alpha)$; 5 – $\Delta \alpha_{п.у}(\alpha)$; 6 – $\Delta BK(\alpha)$

установку для випаровування додаткової кількості введеної у дифузійну установку води і загальна витрата палива на технологічні потреби $\Delta \alpha_{п.у}(\alpha)$. Незважаючи на зменшення втрат цукру у жомі, кількість товарного цукру $\Delta ЦР_m(\alpha)$ збільшується до значення $\alpha = 1,2$, а при $\alpha > 1,27$ навіть зменшується. Це пояснюється зростанням кількості цукру в мелясі $\Delta ЦР_m(\alpha)$ внаслідок підвищення концентрації мелясоутворювальних речовин, що переходять у сік разом з нецукрами. Зменшення величини відкачки дифузійного соку сприяє зниженню витрат вапна $\Delta BK(\alpha)$ і палива на технологічні потреби $\Delta \alpha_{п.у}(\alpha)$, але при цьому збільшуються втрати цукру в жомі $X1(\alpha)$ і зменшується кількість товарного цукру $\Delta ЦР_m(\alpha)$. Максимум функції $E(\alpha)$ для взятого прикладу відповідає відкачці 113% ($\alpha = 1,13$), що і є оптимальною. За даних умов зміна (зростання) прибутку становить 1,146 грн на тонну переробленого буряку.

Висновок. Оптимізаційна модель з

достатньою точністю описує сучасні типи дифузійних установок і може використовуватися в системах автоматичного керування ними. Розроблена програму ПРОВІД може бути використана фахівцями цукрової промисловості для аналізу та прогнозування ефективності роботи дифузійної установки, визначення обґрунтованих втрат цукру в жомі та оптимальної відкачки дифузійного соку.

10. Застосування акумуляторів холоду на підприємствах

Роман Грищенко, Андрій Форсюк

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Наведено аналіз доцільності використання акумуляторів теплової енергії(холоду) на сучасних підприємствах харчової промисловості, для зниження енергоспоживання в «пікові» періоди роботи підприємств.

Матеріали і методи. Проведено порівняльний аналіз на базі графіків енергоспоживання, а також графіків сплати електроенергії за одно- та трьохзональною сіткою тарифів, на прикладі декількох підприємств України.

Результати та обговорення. Запропоновані варіанти оптимізації демонструють, що всі вони дозволяють отримати певну економію споживання електроенергії. Однак найбільша ефективність досягається у випадку переміщення електричної потужності з так званих «пікових» годин на нічний час. Витрата електроенергії для акумулявання холоду у нічний період, дозволяє ліквідувати значні витрати електроенергії у «піковий» (з 8-00 до 10-00 годин) та «напівпіковий» періоди (з 10 до 18 годин).

Акумулявання теплової енергії у нічний період дозволить суттєво знизити витрату фінансових ресурсів підприємства на сплату електроенергії. На прикладі даних холодильного навантаження молокозаводу «Danone», представлено графіки сплати за електроенергію (Д, грн.), за одно- та трьохзональною сіткою тарифів (рис.1). В даному випадку з 24⁰⁰ години вечора до 6⁰⁰ години ранку ми маємо мінімальну витрату грошей на електроенергію. У свою чергу це дозволяє активно акумуляувати теплову енергію в акумуляторах холоду і таким чином «зрізати» холодильне навантаження в пікові години роботи підприємства, коли тарифний коефіцієнт оплати електроенергії є найбільшим. Аналогічна ситуація спостерігається на інших підприємствах України.

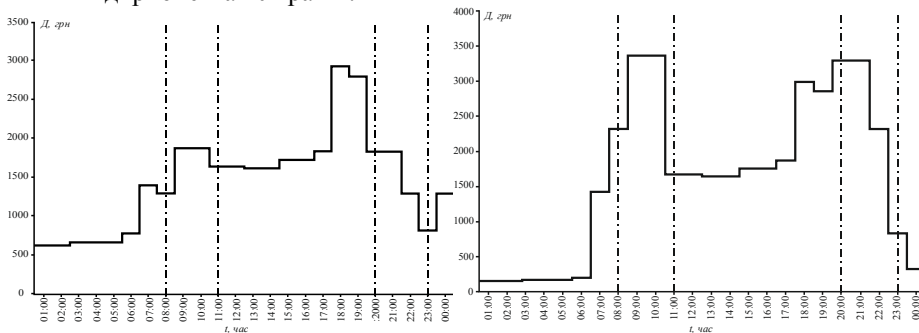


Рис.1. Графік сплати електроенергії молокозаводу «Danone» за одно- та трьохзональною сіткою тарифів відповідно

Висновки. Враховуючи все вище сказане, варто зауважити, що протягом нічних періодів холодильні системи підприємств працюють з недовантаженням, оскільки суттєво знижується теплонадходження від навколишнього середовища та знижується тиск і температура конденсації. Вказані обставини є передумовою до розробки холодоакумулюючих систем, які б дозволяли накопичувати(холод) у вигляді теплоти фазового переходу лід-вода і потім реалізувати цю енергію під час пікового енергоспоживання.

11. Моделювання руху води при температурах близьких до точки інверсії

Роман Грищенко, Ярослав Засядько

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. На сучасному етапі наукових досліджень обчислювальний експеримент є одним з важливих напрямів при вивченні задач різного роду. Інформація, отримана за допомогою чисельних розрахунків, дозволяє не тільки правильно осмислити і зрозуміти фізичні ефекти, що спостерігаються, наприклад, на експериментальних установках, а й у деяких випадках замінити фізичний експеримент комп'ютерним, як найбільш ефективним.

Матеріали і методи. На прикладі 3D моделі дослідної секції для вивчення процесів наморозження та танення льоду на вертикальній циліндричній поверхні, виконано моделювання процесу охолодження води при наближенні температури, до точки інверсії. 3D моделювання проводилось в ліцензійному пакеті програм системно кінцевого елементного (МКЕ) аналізу Ansys 15.0

Результати та обговорення. Проведено дослідження і симулювання процесу теплообміну поблизу охолоджуваної вертикальної трубчастої поверхні з урахуванням аномального характеру зміни густини води від температури в області, прилеглої до точки інверсії ($+4^{\circ}\text{C}$). Нижче наведено графік розподілу швидкості води по всій висоті досліджуваної секції.

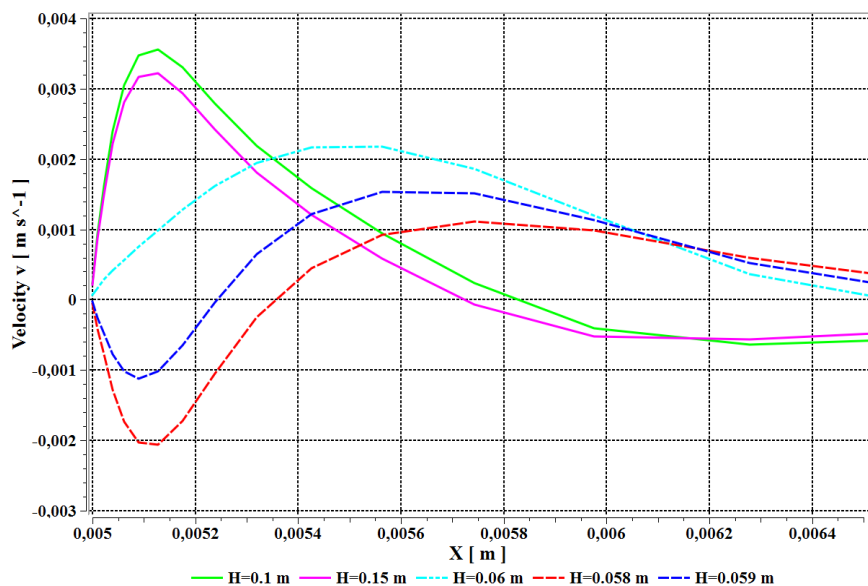


Рис.1. Профіль розподілу швидкості поблизу охолоджуваної поверхні

Висновки. Отримані результати дозволяють оцінити вплив температури води, що знаходиться поблизу точки інверсії, на динаміку танення та наморозження льоду, а також на конструктивні параметри акумуляторів холоду. Результати таких програмно-аналітичних досліджень, дадуть змогу підвищити ефективність проектування тепломасообмінного обладнання.

12. Управління енергозбереженням і енергоефективністю підприємств харчової промисловості регіону

Роман Андрейченко, Олексій Федяєв

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

Вступ Розробка технологій енергозбереження процесів виробництва на підприємствах харчової промисловості Дніпропетровської області за рахунок оптимізації відносин між суб'єктами електроенергетики та споживачами електроенергії, газу, води, тепла є особливо важливим в умовах рецесії промисловості України та її реформування до вимог стандартів країн ЄС.

Матеріали і методи Виробництво еколого-чистих продуктів харчування для дітей та людей, що проживають на територіях з техногенним тиском, вимагає від енергоменеджерів підприємств харчової промисловості регіону впровадження нових механізмів оптимального споживання електрики, газу, води, тепла та впровадження інтелектуальних систем управління технологіями енергозбереження по всій технологічній лінії виробництва продукції.

Результати Одним із сучасних підходів до управління енергозбереженням є використання технологій DSM (demand-side management – менеджмент попиту), програми якого зосереджені на чотирьох напрямках: Load management – регулювання навантаженням; Energy efficiency – енергоефективність та екологічні вигоди; Energy conservation – енергозбереження; Fuel substitution – зміна палива.

Впровадження технологій DSM, стандартів енергоменеджменту ISO – 50001 в умовах підприємства ПАТ «Криворіжхліб» виконано за допомогою інтелектуальної системи енергоменеджменту підприємства (ІСЕП), яка працює в режимі реального масштабу часу оцінки ризиків та прийняття управлінських рішень. Така ІСЕП складається з динамічної експертної системи з програмним комплексом, який пов'язаний з інтерфейсною частиною системи, і яка виконує функції навчання, оцінку інформативності ознак, автоматичну класифікацію ситуацій енергоспоживання та прийняття управлінських рішень. Комбінація нейромережі (НМ) SOM – самоорганізаційних карт Коханена з АПП (асоціативного пристрою пам'яті) дає змогу енергоменеджерам підприємства ефективно оцінювати аварійні, передаварійні, післяаварійні та нормальні ситуації енергопостачання та режими роботи підприємства в періоди обмежень потужності енергосистеми.

Висновки Наведений вище підхід дозволяє управляти траєкторією електроспоживання підприємства на єдиній інформаційній платформі SCADA – систем, автоматизованих систем управління електроспоживання (АСУЕ) та ERP – систем управління прибутком та взаєморозрахунків з енергосистемою.

13. Генерація електроенергії модулем ТЕС1-127-06 та перегрітими парами хладону

Дмитро Коваленко, Олексій Пилипенко

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Загальне електроспоживання холодильної установки можливо зменшити за рахунок генерації електричного струму низької напруги використовуючи для цього термоелектричні модулі (ТЕМ) та перегріті пари холодильного агенту.

Матеріали і методи. Виконано літературний огляд та проаналізовано їх вміст стосовно принципам роботи ТЕМ, коефіцієнтам теплопередачі, матеріалам з яких вони виготовлені. Проведено експериментальне дослідження за допомогою активного експерименту на розробленій дослідній установці. На базі отриманих даних побудовані графіки зміни термоЕДС та отриманої потужності від опору споживача.

Результати. Аналіз термоЕДС що виникає в одній парі найбільш поширених матеріалів показав, що використання провідників в порівнянні з напівпровідниками є недоцільним. Оскільки одна пара хромель-капель за температурного напору 50 К має термоЕДС 3,1 мВ, що в 7,4 рази менше термоЕДС напівпровідникової пари р- та n-провідності з телуриду вісмуту (Bi_2Te_3) що складає 23 мВ.

Літературні данні опосередковано вказують на те, що ТЕМ виготовляються з Bi_2Te_3 р- та n- провідності. Водночас в загальнодоступних паспортних даних чітко не прописані матеріали напівпровідникових пар.

Вирішено провести експериментальні дослідження на розробленій установці. Головною метою експериментів було визначення падіння напруги на ТЕМ при підключенні споживачів струму різного опору і яку потужність можливо зняти з одного або декількох модулів.

Досліди без підключення навантаження до ТЕМ показали, що матеріалом напівпровідникових пар є саме Bi_2Te_3 р- та n- провідності.

Підключення до ТЕМ споживача призвело до падіння термоЕДС на їх клеммах. При зменшенні опору споживача з 10 до 4 Ом зниження термоЕДС складало 0,5 В, а при опорі від 1 до 4 Ом зменшувалося з $1,36 \div 0,7$ В до $0,46 \div 0,28$ В. Разом з тим при опорі від 10 до 100 Ом спостерігалось різке зростання ЕДС на клеммах, а за опору більше 100 Ом напруга практично не змінювалась і збігалася з термоЕДС модулів при роботі в «холосту».

За виміряним струмом розраховано спожиту потужність. За максимального охолодження ТЕМ, спостерігається чітко визначений екстремум за опору споживача: для послідовного з'єднання – $4 \div 5$ Ом, для індивідуальної роботи – 4 Ом. При 50 %-му живленні вентиляторів та самостійній роботі модулів яскраво вираженого максимуму не спостерігається. Проте, існує область потужності з малим відхиленням від максимального значення яка характеризується опором споживача від 2 до 10 Ом. Оскільки при індивідуальній роботі опір джерела струму наближений до 2,3 Ом, а при послідовному з'єднанні до 4,6 Ом, то в межах цих значень існує погоджений режим роботи джерела і споживача, відповідно, джерело струму генерує максимальну потужність.

Висновки. Аналітичний розрахунок системи генерації електроенергії на базі ТЕМ є можливим. Для отримання максимального ефекту потрібно забезпечити на напівпровідниках ТЕМ максимально досягну різницю температур.

14. Використання датчиків тиску при вивченні динаміки льодоутворення на вертикальних трубах

Антон Білий, Олексій Пилипенко

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Вивчаючи динаміку льодоутворення на трубах з безпосереднім охолодженням хладонами, суттєвим є стабільність і точність підтримання тисків. В досліді використано автоматичну реєстрацію тисків кипіння і конденсації.

Матеріали і методи. Експериментальне дослідження за допомогою активного експерименту на оригінальній дослідній установці процесу льодоутворення. Математичне моделювання стаціонарного режиму роботи холодильної машини на робочі параметри дослідів. Для побудови робочих циклів використано данні автоматичної реєстрації температур і тисків у вузлових точках установки.

Результати. Попередні дослідження динаміки льодоутворення на трубах з безпосереднім охолодженням R-12 та автоматичною реєстрацією лише температур довели необхідність такої ж реєстрації тисків кипіння і конденсації. Модифікована система автоматичної реєстрації параметрів роботи установки дала можливість опосередковано вимірювати і реєструвати тиски хладону R-22 при зміні його агрегатного стану. Первинними давачами є датчики тиску DIXELL PAA-21Y (-0,5...11 бар, 4...20 мА) та PA21Y (0...30 бар, 4...20 мА). Відповідно, система реєструвала струм що змінювався підчас дослідів. В процесі калібрування датчиків визначено абсолютну та відносну похибки вимірювань тисків та отримано рівняння перерахунку виміряних струмів в манометричний тиск. Процедура переведення струмів в тиски проводилася в програмі EXEL. За одержаними даними побудовані графіки зміни тисків конденсації, всмоктування та випаровування в трьох паралельно працюючих дослідних трубах. Динаміка зміни тисків випаровування в дослідних установках чітко демонструє перехідні процеси на початку досліду (вихід тиску випаровування на заданий рівень), його стаціонарність впродовж експерименту та момент закінчення досліду. У всіх дослідіях із застосуванням R-22 час набуття заданого тиску випаровування складав $1,6 \div 12$ % від загального часу проведення досліду і був значно меншим ніж зміна показів термодатчиків. Відхилення тиску від заданого впродовж експерименту не перевищувало $\pm 0,15$ бар, що за різних температур кипіння відповідає її зміні від $\pm 0,5$ °C до $\pm 1,0$ °C. При більшому відхиленні дослід перероблявся. Усереднені значення тисків за стаціонарного режиму роботи холодильної установки дали можливість з високою точністю визначити температури кипіння і конденсації необхідні для розрахунків динаміки льодоутворення і побудови робочих циклів холодильної машини.

Висновки. Укомплектування системи автоматичної реєстрації датчиками тиску дає змогу з високою точністю фіксувати тиски випаровування в дослідних трубах і проводити подальші розрахунки пов'язані з кристалізацією льоду.

15. Наморожування та танення льоду на охолоджуваній поверхні, за умови нерухокої води

Максим Ковальчук, Ярослав Сидоренко, Роман Грищенко
Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Наведено новий масив дослідних даних динаміки заморожування і танення льоду на вертикальній циліндричній поверхні з безпосереднім охолодженням, за умови нерухокої води.

Матеріали і методи. Для дослідження процесів льодоутворення використовується експериментальна дослідна установка та методика розроблена на кафедрі теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ.

Результати та обговорення. Дослідження динаміки льодоутворення відбувається в трьох дослідних секціях з нерухокою водою. В кожній секції знаходиться мідна труба, в середині якої кипить фреон. Серію дослідних даних проведено за різних режимних параметрів. Температура кипіння холодильного агенту змінювалась в широких межах, від -25°C до -5°C , температура води ($+2^{\circ}\dots+10^{\circ}\text{C}$) встановлювалась на початку досліду і фіксувалась на протязі всього експерименту за допомогою комп'ютера. Тиск кипіння холодоагенту в середині труби на кожній з досліджуваних секцій фіксувався за допомогою датчиків тиску.

Загальний характер динаміки льодоутворення на початку експерименту є подібний до попередніх дослідних даних з вимушеним обтіканням холодоносія. Але на протязі деякого часу в динаміці льодоутворення спостерігається яскраво виражена «конусність». Дане явище викликано за рахунок аномального перерозподілу густини води, при досягненні температур близьких до точки інверсії, а також, можливих, теплонадходжень до експериментальних секцій зовні рис. 1.

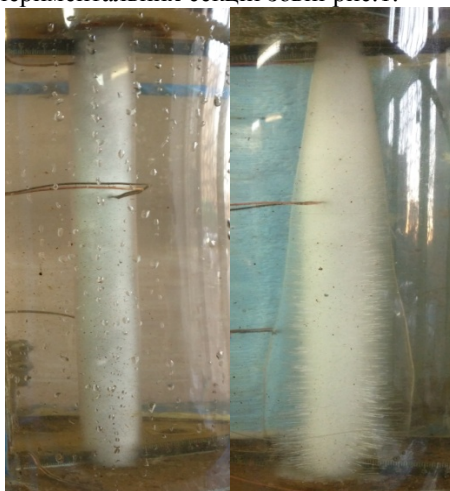


Рис.1. Динаміка льодоутворення на вертикальній поверхні, за умови нерухокої води

Висновки. Проведені дослідження дозволили отримати нову серію дослідних даних, що дозволяють дослідити динаміку наморожування і танення льоду в новому спектрі.

16. Впровадження методу BIM моделювання в проектуванні холодильних підприємств

Олексій Хоменко, Дмитро Ковтун, Олексій Пилипенко
Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Певні фази життєвого циклу технологічного проекту потребує оперування інформацією в різних інформаційних системах, що в свою чергу призводить до появи помилок при передачі даних та їх обробці. Технологія інформаційного моделювання BIM (Building Information Modeling) передбачає принципово новий підхід до управління інформацією який дозволяє звести до мінімуму виникнення помилок.

Матеріали і методи. Для реалізації BIM проекту використовувалось програмне забезпечення компанії Autodesk (Revit , Inventor).

Результати та обговорення. Першим кроком впровадження BIM методики в проектуванні холодильних підприємств є пошук і вибір програмного забезпечення (ПЗ) за допомогою якого можна реалізувати побудову інформаційної моделі технологічного об'єкту.

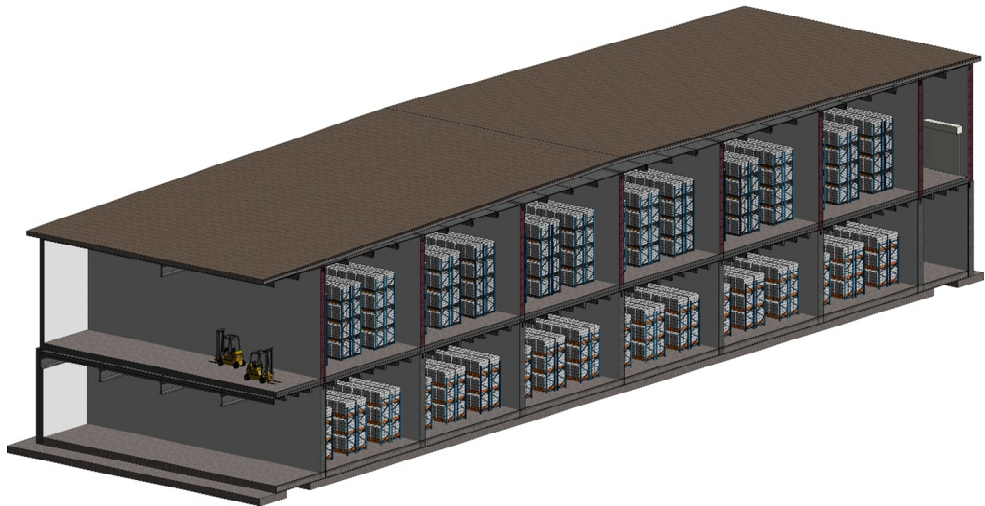


Рис.1. Холодильник в розрізі

На основі проведеного аналізу ринку ПЗ для реалізації пілотного проекту обрано програмний комплекс Revit компанії Autodesk. Використовуючи обране програмне забезпечення розроблено проект будівлі холодильника також створені 3D моделі складових частин холодної установки (компресори, циркуляційні ресивери).

Висновки. Використання технології інформаційного моделювання дозволяє створювати об'єкти будь-якої складності в максимально короткі строки. В майбутньому планується розроблення та моделювання холодної установки підприємства.

17. Моделювання теплообміну в густих ламінарних плівках з розвинutoю хвильовою структурою

Костянтин Никоноренко, Валентин Петренко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Поверхня плівки вкрита хвилями, що повинно враховуватись при моделюванні процесів перенесення.

Матеріали та методи. Математичне моделювання процесів перенесення теплоти виконано на основі наближеного розв'язку рівняння теплопровідності з конвективним членом із використанням прикладного пакету Mathcad.

Результати та обговорення. Розглядається нестационарний процес теплообміну на основі рівняння теплопровідності з конвективним членом в періоди між проходженням великих хвиль

$$\frac{g \delta^3}{2 \nu a} (2\eta - \eta^2) \frac{\partial \theta(\eta, \xi)}{\partial \xi} = \frac{\partial^2 \theta(\eta, \xi)}{\partial \eta^2}$$

Наближений розв'язок якого за граничних умов $\eta = 0, \theta = 1; \eta = 1, \theta = 0$ дає:

$$\theta(\eta, \xi) = \left[\frac{40}{7} \exp\left(-\frac{10}{Pe} \xi_m\right) - \frac{25}{7} \right] \exp\left(\frac{320}{7Pe} (\xi_m - \xi)\right) (\eta^2 - \eta) - \eta + 1,$$

де $\eta = y/\delta; \xi = x/\delta; \theta(\eta, \xi) = \frac{t(\eta, \xi) - t_o}{t_{cm} - t_o}; \xi_m = 0,0223 Pe; t_o$ – температура

насичення; y, x – поперечна та поздовжня координати; δ – товщина плівки.

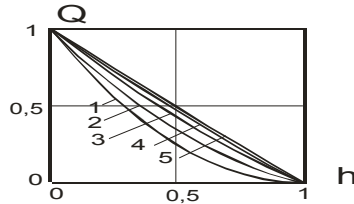


Рис. 1. Профілі температур в плівці при 1 – $\xi = 54$; 2 – 80; 3 – 120; 4 – 180; 5 – 240.

Отримано число Нуссельта

$$Nu = \left(\frac{\sqrt{Pe \xi_m} - \sqrt{Pe \xi_o}}{\sqrt{\pi} (\xi_v - \xi_o)} \right) + \frac{1}{\xi_v - \xi_o} \left[\left(\frac{Pe}{8} \exp\left(-\frac{10 \xi_m}{Pe}\right) \right) \left[\frac{5}{8} \exp\left(\frac{390 \xi_m - 320 \xi_v}{7Pe}\right) - \exp\left(-\frac{320 (\xi_v - \xi_m)}{7Pe}\right) + 1 \right] \right] \left[-\frac{5Pe}{64} + \xi_v - \xi_m \right]$$

Функція ξ_o характеризує глибину "просідання" температурного профілю, яка отримана на основі співставлення отриманих теоретичних результатів з експериментальними даними; ξ_v – відстань між хвилями.

Висновок. Результати можуть бути використані при розрахунках інтенсивності теплообміну при випаровуванні з поверхні ламінарної плівки в умовах вільного стікання без поверхневого кипіння.

18. Використання Excel для розв'язку задач оптимізації

Олексій Шехалі, Тетяна Кривець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проведено аналіз та вивчення методів оптимізації для розв'язання задач народного господарства будь-якої галузі і будь-якої розмірності.

Матеріали та методи. Бурхливий розвиток комп'ютерної техніки сприяв широкому процесу математизації науки, техніки і народного господарства в цілому. З'явилися різноманітні методи та пакети прикладних програм, які дозволяють розв'язувати оптимізаційні задачі.

Результати та обговорення. В роботі розглянуто приклад побудови математичної моделі задачі оптимізації та її розв'язок за допомогою «Поиск Решения» електронної таблиці Excel.

Постановка задачі: У цеху підприємства необхідно встановити додаткове обладнання, для розміщення якого виділено $19/3$ м² площі. На придбання обладнання підприємство може витратити 10 тис. грн, при цьому воно може купити обладнання двох видів. Комплект обладнання першого виду коштує 1000, а другого – 3000 грн. Придбання одного комплекту обладнання першого виду дає можливість збільшити випуск продукції за зміну на дві, а другого – на чотири одиниці. Для встановлення одного комплекту обладнання першого виду потрібно 2 м², а другого – 1 м² площі. Визначити такий набір додаткового обладнання, який дасть можливість максимально збільшити випуск продукції.

Розв'язання. Складемо математичну модель задачі. Припустимо, що підприємство придбає x_1 комплектів обладнання першого і x_2 – другого виду. Якщо підприємство придбає зазначене обладнання, то загальне збільшення випуску продукції становитиме

$$F = 2x_1 + 4x_2.$$

При обмеженнях:

$$2x_1 + x_2 \leq 19/3,$$

$$x_1 + 3x_2 \leq 10.$$

$$x_1, x_2 \geq 0,$$

$$x_1, x_2 \text{ — цілі.}$$

Використовуючи «Поиск Решения» в Excel знайдемо, що $F_{\max}=14$ при $x_1=1, x_2=3$.

Висновок. Підприємство збільшить випуск продукції на 14 одиниць при існуючих обмеженнях на виробничі площі і кошти.

Література.

1. Українець А.І., Гуржій А.М., Самсонов В.В., Кривець Т.О., Городенська В.Я. Задачі лінійного та нелінійного програмування. Навч. посіб. — К.: НУХТ, 2007. — 157 с.

19. Товщина плівки в низхідних кільцевих потоках з між фазною взаємодією

Святослав Гощицький, Валентин Петренко, Олександр Рябчук
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Характерною особливістю плівкових течій в трубах випарних апаратів є наявність рухомого парового ядра, а, відповідно, і міжфазного тертя, яке суттєво впливає на величину товщини плівки.

Матеріали та методи. Математичне моделювання процесів перенесення імпульсу виконано на основі існуючих моделей турбулентності в плівкових течіях із використанням прикладного пакету Mathcad.

Результати та обговорення. Моделювання процесів перенесення за умов наявності міжфазного тертя здійснено на основі моделі турбулентності М.Д.Міллуншикова.

$$u_i = \left(\frac{\tau_i \delta}{\rho v} + \frac{g \delta^2}{v} \right) \int_{\eta_s}^{\eta} \frac{d\eta}{1 + \varepsilon (\eta \delta^+ - \delta_s^+) (1 - \eta)} - \frac{g \delta^2}{v} \int_{\eta_s}^{\eta} \frac{\eta d\eta}{1 + \varepsilon (\eta \delta^+ - \delta_s^+) (1 - \eta)},$$

Інтегрування якого (за граничних умов $\eta = \eta_s, u_{s,sp} = \left(\frac{\tau_i \delta}{\rho v} + \frac{g \delta^2}{v} \right) \eta_s - \frac{g \delta^2}{v} \frac{\eta_s^2}{2}$,

дає:

$$u_i(\eta) = \left[\frac{2}{R} \left(\frac{\tau_i \delta}{\rho v} + \frac{g \delta^2}{v} \right) - \frac{g \delta^2}{R v} \left(1 + \frac{\delta_s^+}{\delta^+} \right) \right] \left\{ \operatorname{arctg} \left[\frac{\varepsilon}{R} (2\eta_s \delta^+ - \delta^+ - \delta_s^+) \right] - \operatorname{arctg} \left[\frac{\varepsilon (2\eta \delta^+ - \delta^+ - \delta_s^+)}{R} \right] \right\} + \left(\frac{g \delta^2}{v} \right) \left\{ \frac{1}{2\delta^+ \varepsilon} \ln \left| \frac{\varepsilon \delta^+ (\eta^2 - \eta) - \varepsilon \delta_s^+ (\eta - 1) - 1}{\varepsilon \delta^+ (\eta_s^2 - \eta_s) - \varepsilon \delta_s^+ (\eta_s - 1) - 1} \right| \right\} + \left(\frac{\tau_i \delta}{\rho v} + \frac{g \delta^2}{v} \right) \eta_s - \frac{g \delta^2}{v} \frac{\eta_s^2}{2},$$

де $R = \sqrt{2\varepsilon^2 \delta^+ \delta_s^+ - \varepsilon^2 \delta^{+2} - \varepsilon^2 \delta_s^{+2} - 4\varepsilon \delta^+}$.

Середня швидкість рідини в плівці $\bar{u} = \int_0^{\eta_s} u_x(\eta) d\eta + \int_{\eta_s}^1 u_i(\eta) d\eta$, а її товщина $\delta = \Gamma_v / \bar{u}$.

Порівнюючи розраховані з значення товщини плівки, з експериментальними отримано значення невідомої функції ε

$\varepsilon = 0,328 \left[1 - 2,3 \exp(-5 \cdot 10^{-4} Re^{0,98}) \right]$ при $Re \geq 1940$ $\varepsilon = 0$ при $Re \leq 1940$

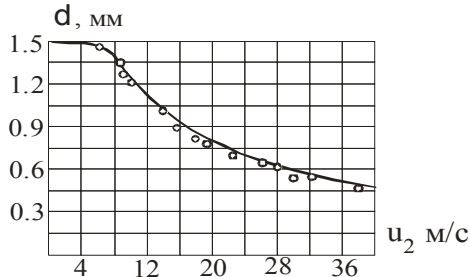


Рис. 1. Порівняння розрахункової товщини плівки води з експериментальними даними

Висновок. Результати можуть бути використані при розрахунках товщини плівки в умовах кільцевого двофазового потоку у випарних, або інших апаратах з низхідним рухом плівки із супутнім газовим, або паровим потоком.

20. Дослідження режимів порушення циркуляції у випарних апаратах з природньою циркуляцією

Фрол Вадим, Поржезінський Юрій

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Збільшення продуктивності цукрових заводів викликає установку випарних апаратів з великою потужністю поверхні нагріву 2120, 2360, 3000 м², що сприяє зростанню теплової нерівномірності в обігріві кип'ятильних труб і сприяє утворенню несхідного руху рідини слабо обігріваємих трубах при низькому тепловому навантаженні, що впливає на якість термочутливих цукрових соків.

Матеріали та методи. Дослідження режиму порушення циркуляції проводилось експериментально на моделях і полупромислових випарних апаратах при теплових потоках випарної станції цукрового заводу.

Результати та обговорення. При перекиданні циркуляції в кип'ятильних трубах виникають наступні режими несхідного руху: напівперекинутий рух, коли по стінкам труби тече плівка рідини до низу, а пара рухається вгору і стійкий несхідний рух при відсутності пароутворення в трубах. При наявності теплової і гідравлічної нерівномірності в пучку кип'ятильних труб і рівня рідини над верхньою трубною решіткою при роботі випарного апарата на оптимальному п'езометричному рівні, при значенні комплексу $K(\frac{\rho''}{\rho'})^{0,2} \leq 0,75$ в окремих слабо обігріваємих трубах можливе виникнення напівперекинутого руху. **K** - критерій стійкості двофазного потоку.

Напівперекинутий рух існує у вузькому інтервалі теплових потоків і не залежить від висоти набухання над верхньою трубною решіткою, інтенсивність теплообміну при наявності набухання над верхньою трубною решіткою наближається до коефіцієнта тепловіддачі підйомного руху на оптимальному рівні. Відсутність шару рідини викликає оголення верхніх ділянок труб і погіршення теплових і технологічних показників.

Перехід кип'ятильної труби на несхідний рух рідини без кипіння можливий тільки через напівперекинутий рух і настає при значенні комплексу:

$$K(\frac{\rho''}{\rho'})^{0,2} \leq 0,1$$

Висновок. Отримані дослідні дані дозволяють розрахувати границі руху рідини в кип'ятильних трубах при перекиданні циркуляції. Бажано на останніх корпусах випарної станції цукрового заводу використовувати плівкові апарати.

21. Термосифонні повітрянагрівачі для теплоенергетичних установок малої і середньої потужності

Сергій Глиняний, Володимир Павелко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Враховуючи постійне зростання цін на закупівлю енергоносіїв, можна стверджувати, що актуальним завданням сьогодення і на найближчу перспективу для промисловості і житлово-комунальної сфери є зменшення витрати паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), якого можна досягти, впроваджуючи комплекс заходів щодо раціонального споживання і використання їх (ПЕР), модернізації теплоенергетичного і тепловикористовуючого обладнання шляхом підвищення його енергоефективності.

Матеріали та методи досліджень. Для визначення основних конструктивних параметрів термосифонних повітрянагрівачів, які здатні забезпечити ефективну реалізацію процесу утилізації теплоти відхідних потоків із теплоенергетичних установок (ТЕУ) малої і середньої потужності, в програмних засобах Компас-3D і Mathcad Works були створені геометричні моделі замкнутого двофазного термосифонного підігрівника, з використанням яких процес був промодельований в програмному пакеті Flow Vision.

Результати та обговорення. При визначенні основних конструктивних параметрів термосифонних повітрянагрівачів розглянута можливість оптимізації їх за критерієм металоемності з метою зменшення капітальних затрат на виготовлення такого типу теплообмінників. Визначено експериментально діапазон допустимих тисків і температур, в якому можна впроваджувати і експлуатувати термосифонні повітрянагрівачі даного типу.

Висновок. Отримані результати дозволяють створити сучасну енерготехнологію щодо максимально можливого використання ПЕР в промислових теплоенергетичних установках малої і середньої теплової потужності. Результати дослідження дають також можливість суттєво підвищити енергоефективність теплогенераторів промислових ТЕЦ.

22. Термодинамічний аналіз котельних установок харчових виробництв

Роман Троценко, Сергій Самійленко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Під час впровадження заходів із підвищення енергетичної ефективності теплотехнологічних систем харчових виробництв, у тому числі й котельних установок, головною методичною проблемою є вибір об'єктивних критеріїв ефективності.

Матеріали та методи. Розглядаються фундаментальні засади аналізу та оптимізації енергетичної ефективності котельних установок харчових виробництв, які розроблені на основі принципу енергетичної компенсації необоротності. Інструментом цієї методології є ентропійний метод аналізу енергетичної недосконалості.

Результати та обговорення. З термодинамічної точки зору котельні установки є відкритими системами, границі яких перетинають потоки палива, повітря, води, водяної пари, димових газів, тощо. Функціональне призначення таких систем – отримання з хімічної енергії палива енергетичних ресурсів необхідних потенціалів. А, отже, в основі методології енергетичних досліджень повинно бути спільне використання першого та другого законів термодинаміки. Серед існуючих методів даній умові відповідають ексергетичний та ентропійний методи аналізу. Незважаючи на стійкі позиції ексергетичного методу в сфері сучасної оптимізації хіміко-технологічних систем, у харчовій промисловості він через ряд об'єктивних причин практично не знайшов застосування.

У порівнянні з традиційним аналізом розроблений має ряд принципових відмінностей: аналіз спрямований у першу чергу на визначення причин та джерел енергетичної неефективності систем; за спосіб реалізації максимальної енергетичної ефективності прийнято досягнення мінімальної енергетичної недосконалості, що безпосередньо втілено за допомогою ентропійних характеристик необоротності; в основу ентропійного методу покладено потенціал глобального змісту, тобто такий, що має фізичний сенс для енергетичних систем різного цільового призначення; розроблені критерії ефективності позбавлені антропоморфного характеру.

Висновки. Розроблена методика аналізу котельних установок харчових виробництв дозволяє отримати комплексні та об'єктивні характеристики енергетичної ефективності та досконалості даного типу систем в межах першого та другого законів термодинаміки.

23. Впровадження когенерації на підприємствах харчової промисловості, як шлях до зниження витрат на енергоресурси і підвищення їх рентабельності

Тетяна Новіченко, Володимир Бойко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день рентабельність підприємств харчової промисловості України порівняно висока, але на неї суттєво впливають такі об'єктивні фактори, як зростання цін на сировину, зростання тарифів на енергоносії, необхідність технічної реконструкції виробництва та інш. Доля витрат на енергопостачання в харчовій промисловості складає 10%. Деякі спеціалісти вважають, що це небагато. Якщо врахувати, що потенціал підвищення енергоефективності на українських підприємствах складає 40-50%, то сумарні витрати можна знизити до 5%, ще більшого ефекту можна досягнути шляхом впровадження власних автономних енергогенеруючих потужностей.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані загальнонаукові і спеціальні методи. Зокрема, метод аналізу та синтезу, узагальнення та наукової абстракції а також економіко-статистичного аналізу та прогнозування. Інформаційною базою дослідження виступають роботи вітчизняних і зарубіжних вчених, статистичні матеріали, опубліковані в періодичних виданнях, тощо.

Результати та обговорення. Підвищення ефективності використання енергії та палива на підприємствах харчової промисловості, в першу чергу для загальнопромислових потреб – котельних, систем опалення та вентиляції, систем виробництва та використання стиснутого повітря, систем освітлення, холодильних установок та інш. - це беззаперечний шлях до підвищення їх конкурентоспроможності та рентабельності.

Значна частина потенціалу енергозбереження може бути реалізована відносно дешево, але не безкоштовно. Більшість організаційних заходів в дійсності не безкоштовні у зв'язку з необхідністю придбання обладнання для збирання, переробки та аналізу інформації. Такі заходи реалізують до 25% потенціалу енергозбереження. 65% потенціалу енергозбереження пов'язано з удосконаленням та заміною вже існуючого обладнання.

Харчова галузь є одною з самих значущих у економіці України. Особливість галузі - порівняно сильна конкуренція, тому зниження виробничих витрат за допомогою економічного використання енергії може дати значні переваги. Зростання виробництва активізує інвестиції на модернізацію, важливим напрямком якої є мінімізація витрат на енергозабезпечення.

Щоб як менше залежати від зовнішніх факторів, власники та керівники багатьох підприємств харчової промисловості сьогодні змушені замислюватися про можливість впровадження власного автономного джерела електро- та тепло постачання.

Висновок. Підприємствам харчової промисловості вигідно впровадження власних ТЕЦ! Економічно доцільно застосовувати устаткування, що характеризується мінімальною витратою палива, при цьому, у першу чергу, з високою ефективністю виробляє електричну енергію, як самий дорогий продукт, тобто має максимальний електричний коефіцієнт корисної дії (ККД). Електричний ККД сучасних когенераційних установок досягає 43 %. Стратегія, що направлена на створення власного енергозабезпечення в умовах зростання цін на енергоносії більш чим виправдовує себе, дозволяючи збільшити рентабельність виробництва і успішно конкурувати на ринку.

24. Ідеалізований теплотехнологічний комплекс – база для порівняльного аналізу енергетичної ефективності

Анастасія Борисова, Сергій Василенко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Необхідною складовою впровадження заходів з енергозбереження є розроблення методики аналізу їх ефективності, що мала б фізично обґрунтоване підґрунтя

Матеріали та методи. В основу методики покладене розроблення такої ідеалізованої схеми ТТК цукрового заводу, показники роботи якої мінімально залежали б від апаратурного оформлення та визначалися б, у першу чергу, гранично можливими значеннями режимних параметрів.

Результати та обговорення. Для визначення мінімально можливих енергетичних та ентропійних характеристик ідеалізованого теплотехнологічного комплексу цукрового заводу (ТТК) застосуємо методику аналізу загальновиробничих балансів. Вибір такого підходу обґрунтований тим, що він дозволяє обмежитися визначенням лише потоків енергоресурсів, що зв'язують ТТК з навколишнім середовищем (НС).

Мінімально можлива необоротність визначається переважно технологічними процесами, які застосовуються для отримання цукру. Вона може бути визначена, виходячи із міри їх ідеалізації, тобто за умови максимально можливого вирівнювання температур та концентрацій, мінімального падіння тисків, а також за припущення відсутності “втрат” енергії в навколишнє середовище.

Розглянемо варіант ідеалізованого ТТК з температурою стружки на вході в підприємство 10°C. Розв'язуючи рівняння енергетичного загального балансу, отримаємо наступні результати:

- мінімально можлива витрата теплоти на реалізацію технологічних процесів виробництва цукру за класичною теплотехнологічною схемою – 118,4 Мдж/т;
- відповідна кількість пари, що надходить в ідеалізований ТТК – 52 кг/т.

Мінімальна комплексна величина питомих витрат умовного палива буде складатися також із суми мінімальних питомих витрат палив на виробництво теплоти на технологічні потреби, на виробництво електричної енергії та на виробництво вапна та сатураційного газу.

Припускаємо, що в ТЕЦ теплові процеси теж наближаються до ідеальних: ККД парогенераторів становить 96 % і визначається втратами із димовими газами, втрати теплоти з продувками складають 1%. При відсутності інших втрат питома витрати умовного палива на виробництво теплоти дорівнюватимуть 36 г у.п./МДж. Тоді мінімальна питома витрата умовного палива на виробництво теплоти для технологічних потреб складатиме 0,43% до маси буряків.

Комплексна мінімально можлива витрата умовного палива (для температури стружки 10 °С) складатиме 0,8% до маси буряків.

Висновок. Розроблено методику аналізу ефективності ТТК цукрового виробництва, що базується на використанні як бази порівняння розробленої ідеалізованої схеми ТТК.

17.2.
Electricity industry.

Chairperson – associate professor Yurii Chornyi
Secretary – Igor Izvolenskyi

17.2.
Електропостачання промислових підприємств

Голова підсекції – доцент Юрій Чорний
Секретар – Ігор Ізволєнський

1. Автоматизована система регулювання напруги в системі електропостачання промислового підприємства

Людмила Копилова, Сергій Балюта
Національний університет харчових технологій

Вступ. Авторами запропоновано автоматизовану систему регулювання напруги (АСРН), що побудована з використанням нечітких множин. АСРН складається з двох рівнів: на верхньому рівні регулювання напруги відбувається за допомогою РПН трансформатора ГПП, а на нижньому рівні використовуються ПБЗ цехових трансформаторів з електронним комутатором. Зв'язок між системами верхнього та нижнього рівнів реалізується за допомогою промислових інформаційних мереж.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані методи математичного моделювання у середовищі MATLAB SIMULINK.

Результати та обговорення. Авторами розроблена структурна схема і алгоритми регулювання напруги на вищому та нижньому рівнях. В умовах обмеженого обсягу засобів вимірювання і передачі даних про електроспоживанні окремих споживачів, а також стохастичного характеру зміни зазначених вище параметрів для формування управляючих сигналів використовується теорія нечітких множин. Розроблені алгоритми регулювання напруги за допомогою РПН трансформатора ГПП дозволяють забезпечити нормовані значення напруги безпосередньо на шинах високої напруги цехових трансформаторів. Регулювання напруги на шинах цехової трансформаторної підстанції, проводиться на основі нечітких множин з використанням визначального приєднання. Алгоритм регулювання напруги на нижньому рівні розроблено на основі нечітких множин для радіально-магістральної схеми електричної мережі цеху з використанням даних про електроспоживання, статичні характеристики навантажень та параметри приєднань. В результаті регулювання напруги мінімізується енергоспоживання на рівні цеху.. Авторами розроблений алгоритм вибору визначального приєднання, а також комплекс технічних заходів для реалізації АСРН. В середовищі MATLAB SIMULINK з використанням блока фаззі-лджік проведено моделювання дворівневої нечіткої системи автоматичного регулювання напруги промислового підприємства. В результаті отримані графіки зміни напруги на шинах головної понижуючої підстанції і на навантаженні визначального приєднання. Аналіз результатів моделювання показав, що нечіткий регулятор РПН трансформатора ГПП раніше традиційного реагує на вихід напруги за межі зони $\pm 5\%$ і в більшості випадків здійснює меншу кількість перемикань за добу (в середньому на 20-25%, в окремих випадках - в двічі менше). А застосування нечіткого регулятора напруги цехового трансформатора дозволяє знизити втрати електричної енергії на 9-11% у порівнянні з алгоритмом зустрічного регулювання напруги.

Висновки. Запропонована авторами система регулювання напруги в системі електропостачання промислового підприємства з використанням нечітких множин дозволяє підвищити якість регулювання, забезпечити нормовані рівні напруги на різних ступенях ієрархії системи електропостачання та знизити споживання електричної енергії

2. Управління системою електропостачання промислового підприємства з розподіленими джерелами живлення в умовах невизначеності

Віктор Лимар, Людмила Копилова, Сергій Балюта
Національний університет харчових технологій

Вступ. В умовах необхідності модернізації існуючих систем електропостачання для забезпечення вимог енергозбереження та підвищення енергоефективності перспективним є застосування локальних джерел енергії і, як наслідок, вироблення нових У загальному випадку при впровадженні локальних джерел існуючі способи вибору параметрів електротехнічного комплексу або не враховують особливості розподільних систем промислових підприємств, або розглядають тільки джерела реактивної потужності. Авторами запропоновані методи обґрунтування параметрів, розробки структури електротехнічних комплексів промислових підприємств з локальними джерелами енергії і методи керування електроспоживанням, що забезпечують мінімум втрат активної потужності в розподільних мережах зі змішаною конфігурацією.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані методи математичного моделювання у середовищі MATLAB SIMULINK.

Результати та обговорення. Авторами проведений аналіз методів розробки структури електротехнічних комплексів (ЕК) з локальними джерелами енергії (ЛДЕ) і кількісної оцінки їх впливу на режими роботи системи електропостачання промислового підприємства. Сформована математична модель для проведення оптимізації структури ЕК з ЛДЕ. Показано, що необхідно вирішити однокритеріальну або багатокритеріальну задачу оптимізації. На основі порівняння основних характеристик методів оптимізації показано, що для вирішенні оптимізаційних задач СЕП доцільно використати генетичний алгоритм. При цьому вважається, що розподілена генерація впроваджується в якості розширення існуючої розподільної системи і починається з одного генератора. Авторами розроблений алгоритм вибору параметрів і структури електротехнічного комплексу промислового підприємства з локальними джерелами енергії, що базується на виявлених залежностях напруг у вузлах СЕП, струмів в лініях і втрат активної потужності в елементах розподільної мережі від параметрів електротехнічних пристроїв, які здійснюють генерацію. Це дозволяє забезпечити оптимальне значення цільової функції втрат активної потужності в режимах максимуму і мінімуму навантаження. Авторами побудовані математичні моделі енергоспоживання, що базуються на теорії математичної статистики. Запропоновані заходи, що дозволяють підвищити ефективність впровадження локальних джерел енергії в електротехнічні комплекси промислових підприємств, до яких відносяться зменшення втрат активної потужності в елементах розподільчій системі при максимумі і мінімумі навантаження, які залежать від активної потужності, місця підключення, а також коефіцієнтів потужностей генераторів, що встановлюються.

Висновки. Запропоновані авторами методи управління системою електропостачання з локальними джерелами живлення дозволяють підвищити ефективність систем електропостачання, зокрема зменшити втрати активної потужності в елементах розподільчій системі при максимумі і мінімумі навантаження в умовах невизначеності енергоспоживання.

3. Впровадження індукційних джерел світла в приміщеннях виробничого призначення

Іван Бігун, Оксана Мала, Вікторія Сичова, Володимир Шестеренко, Олексій Данько
Національний університет харчових технологій

Вступ. Прогрес у створенні нових високоефективних джерел світла надає можливість кардинального вирішення проблем витрати електроенергії на штучне освітлення об'єктів різного призначення. На сьогодні популярною є тема використання світильників зі світло випромінюючими діодами (СВД). Проте багато приписуваних СВД переваг на практиці не виправдовуються.

Матеріали і методи. Між тим існують джерела світла, які сьогодні мають рівноцінні, а в деяких ситуаціях навіть і кращі технічні та економічні показники ніж існуючі джерела штучного світла, які серійно виготовляють і впроваджують, є безелектродні індукційні лампи (ІЛ). ІЛ – це модернізована газорозрядна люмінесцентна лампа. Особливістю і перевагою ІЛ є вдосконалена конструкція та принцип введення електроенергії. В ІЛ відсутні електроди розжарювання. Сама лампа являє собою замкнену кільцеподібну герметичну скляну трубку (тороїд) у середині покриту люмінофором і заповнену сумішшю парів ртуті та інертного газу.

Результати. Існують різноманітні конструкції ІЛ, як наближені за формою до класичних форм ламп розжарювання так і інших видів. Часто це витягнутий в одному напрямку тороїд, який охоплює замкнений магнітопровід вихідного трансформатора високочастотного електронно-пуско-регулюючого апарату (ВЧ ЕППА). Розряд у трубці ініціюється та підтримується електромагнітним полем ВЧ ЕППА. Фізичні процеси всередині трубки мають складний характер. По суті низькотемпературна плазма розряду в трубці є одновитковою вторинною обмоткою ВЧ трансформатора. Такі конструкції ІЛ забезпечують світловіддачу ламп понад 80 лм/Вт, та термін роботи понад 60 000 годин (~7 років). ІЛ випускають на потужності 15,20,40, 80,120,150,200,300,500 Вт та ще більшої потужності для виробничого призначення. ІЛ можуть підключатися до мереж як змінного так і постійного струму. Відсутність електродів забезпечує рівно навантажений температурний режим балона лампи, при цьому не виникають тріщини балона, осідання матеріалу електродів усередині трубки та утворення непрозорих зон по довжині трубки. Тому навіть після тривалої роботи ІЛ втрачають лише 10 – 15 % первинного світлового потоку. При проведенні порівняльної оцінки різних видів освітлювальних улаштувань виконано аналіз можливої прямої заміни широко розповсюджених натрієвих та метало галогенних ламп високого тиску на ІЛ виробництва КНР, як найбільше поширених на сьогодні.

Висновки. Світильники з ІЛ поки що не дуже поширений вид освітлювальних установок, проте їх застосування у промисловому освітленні має перспективу зважаючи на досить високу енергоефективність, миттєвий перезапуск, помірну ціну, широкий діапазон робочих температур. Найбільш доцільними областями застосування світильників з ІЛ є освітлювальні установки промислових об'єктів, станцій метро, вокзалів та вуличного освітлення. Аналіз показав, що потужність ІЛ для прямої заміни ламп високого тиску в деяких випадках перевищує номінальні значення. Це відноситься до промислових приміщень з високою стелею, коли монтажна висота світильників сягає 10 – 30 метрів Така ситуація, у свою чергу, потребує збільшення кількості освітлювальних улаштувань для забезпечення нормованого значення освітленості на робочій поверхні.

4. Сучасні системи захисту електродвигунів змінного струму

Денис Рябцов, Леонід Камкін, Олег Машченко, Олексій Данько

Національний університет харчових технологій

Вступ. Захист електродвигунів (ЕД) і на сьогодні залишається проблемою забезпечення надійної їх роботи з дотриманням сучасних вимог до сучасного електроприводу. Надійна робота ЕД залежить не тільки від стабільності його параметрів, але і від дотримання якості електроенергії, вимог технологічного процесу, атмосферних умов та ін. Окрім того системи захисту ЕД за проектами виконаними понад 20 років тому, фізично і морально застаріли, деякі ланки та вузли таких систем вийшли з ладу і їх відновлення неможливе з причин припинення випуску відповідних елементів.

Матеріали і методи. Застосування мікропроцесорних улаштувань в системах захисту ЕД досить розповсюджене у зарубіжних виробників і в меншій степені у вітчизняних. Але названі закордонні виробники набагато дорожчі за вітчизняні, більш складні за структурою та програмним забезпеченням, потребують індивідуальних блоків живлення. Захисні улаштування вітчизняних виробників вказаного призначення, мають ряд переваг перед закордонними за деякими показниками але поки що мало поширені в харчовій промисловості. Окрім того заміна існуючих вузько функціональних, за призначенням, улаштувань захисту двигунів змінного струму, непристосованих до роботи в сучасних інформаційних промислових мережах відкриває нові горизонти не тільки для захисту ЕД за окремими показниками, а і для моніторингу як окремих ЕД так і їх груп в системах електроспоживання з метою оцінки їх енергоефективності.

Результати. Серія реле з цифровим налаштуванням та індикацією контрольованих параметрів (РДЦ) українського виробництва, які призначені для захисту трифазних асинхронних електродвигунів напругою 220/380 В, частотою 50 Гц з прямим приєднанням потужністю до 9 кВт, та з приєднанням через вимірювальні трансформатори струму, потужністю до 450 кВт. Реле здійснюють захист ЕД від наслідків: перевантажень електричним струмом, струмів коротких замикань (струмова відсічка), блокування ротора, асиметрії навантаження, роботи з недовантаженням, перевищення чи пониження напруги живлення, невідповідного порядку чергування фаз, зменшення опору ізоляції обмоток ЕД перед пуском, та комутації електричних кіл при досягненні одного з контрольованих параметрів певного, попередньо запрограмованого рівня. Окрім захисних функцій реле забезпечують ряд важливих сервісних. Це моніторинг струмів споживання та напруг мережі пофазно, частоти мережі живлення, моторесурсу, причин наставших аварійних ситуацій, кількість налаштувань автоматичних пусків після аварійного вимкнення (до п'яти з контрольованим інтервалом часу між повторними пусками 15 с), захист параметрів уставок від несанкціонованого доступу (пароль), можливість скидання збережених параметрів аварії без вимкнення улаштування (квітування). Пам'ять уставок реле - енергонезалежна. Реле відносять до статичних реле максимального струму без оперативного живлення, з цифровою індикацією контрольованих параметрів та програмованою дискретною установкою уставок спрацювання вхідних величин впливу. Струмові кола вимірювання реле допускають як пряме включення в мережу чи через зовнішні вимірювальні трансформатори струму на номінальний струм 5 ампер, клас точності 0,5, та коефіцієнт трансформації в діапазоні 1...200. Окрім раніше перерахованих функцій деякі види РДЦ можуть виконувати моніторинг поточної температури ЕД (при приєднанні зовнішніх датчиків температури), струмів витоку, коефіцієнта потужності ЕД, активної та реактивної потужності, реєстрацію подій в журналі, автоматичне керування по таймеру, зв'язок по інтерфейсу RS-485. На основі РДЦ можливе створення станцій управління двигунами (СУЗД), які забезпечать не тільки комплексний високоєфективний захист а і управління приєднанням у режимах - ручний, автоматичний, дистанційний та телеуправління.

Висновки. Аналіз схем захисту електродвигунів, як запроєктованих, так і існуючих показав їх невідповідність сучасним вимогам. Релейний захист електродвигунів змінного струму на мікропроцесорній основі не дуже поширений у харчовій промисловості, про те його впровадження має перспективу зважаючи на його багатофункціональні можливості, значний термін гарантованої роботи, набагато меншу матеріалоемність та високу надійність реле. Найбільш доцільними областями впровадження його є електропривод з важкими умовами експлуатації при тривалому чи повторно – короткочасному режимах роботи, вихід з ладу двигунів якого може привести до тяжких наслідків технологічного процесу, заміни чи ремонту електродвигунів. Усе викладене вказує на необхідність проведення техніко-економічного обґрунтування проєктних рішень у повному обсязі з урахуванням реальних технічних даних та витрат на закупівлю, монтаж та експлуатацію.

5. Робота асинхронної машини з фазним ротором при подвійному живленні

Микола Кива, Богдан Мізернюк, Наталія Юнєєва, Олексій Данько
Національний університет харчових технологій

Вступ. Одним з недоліків асинхронних машин є потреба в споживанні в значній кількості реактивної енергії. Якщо така машина працює в режимі двигуна, то за певних умов її можна переформатувати на режим роботи коли вона не буде споживати реактивну енергію з мережі живлення, і навіть генеруватиме її для пересилання в мережу. Одним з таких способів є переведення ротора машини на живлення постійним струмом.

Матеріали і методи. Асинхронні електродвигуни, ще на стадії проектування електроприводу, вибирають з певним запасом потужності. При експлуатації такий "запас" потужності іще поповнюється за рахунок зменшення навантаження з тих чи інших причин зумовлених зміною роботи технологічного обладнання. З метою більш ефективного використання асинхронного двигуна, у таких ситуаціях, доцільно збільшити його завантаження по струму за рахунок генерування реактивної енергії. Це дозволить ефективніше використовувати асинхронну машину не тільки для механічної роботи, а і як локальне джерело реактивної енергії. Досягти цього можна шляхом подвійного живлення двигуна не тільки зі сторони статора а і зі сторони ротора. Метою даної роботи є розробка принципової схеми та конструкції дослідної установки на базі серійного трифазного асинхронного електродвигуна з фазним ротором при живленні статора трифазним змінним струмом, а ротора - постійним струмом.

Результати. При подвійному живленні асинхронного електродвигуна з фазним ротором для живлення обмоток статора використовується електроенергія трифазного змінного струму. Для живлення обмоток ротора може використовуватися як енергія змінного струму, так і енергія постійного струму. При живленні обмоток ротора постійним струмом схеми живлення простіші, улаштування дешевші, як по капітальних затратах, так і в експлуатації, та більш надійні. З урахуванням викладеного була розроблена схема живлення ротора постійним струмом. При розгоні двигуна в коло обмоток ротора ззовні, через трифазний напівпровідниковий міст, вводиться пусковий резистор. Така конструкція спрощує схему регулювання пускового струму. При пуску, після досягненні ротором частоти обертання близької до синхронної, обмотки ротора перемикаються з пускового улаштування джерело живлення постійним струмом, після чого ротор переходить на синхронну частоту обертання. Струм в обмотках ротора можна регулювати в межах допустимого для даного двигуна. Змінюючи значення струму ротора можна перевести двигун з режиму споживання реактивної енергії до режиму її генерування з подальшим пересиланням в зовнішню мережу.

Висновки. Розроблено принципові схеми живлення, керування та захисту асинхронною машиною з фазовим ротором при живленні обмоток статора трифазним змінним струмом, а обмоток ротора – постійним. Така робота машини змінного струму дозволить частково, чи повністю компенсувати реактивну складову енергії, яку споживає двигун з мережі, чи за деяких умов генерувати реактивну енергію та пересилати її в мережу. Використання асинхронного двигуна з фазним ротором для генерування реактивної енергії має переваги над конденсаторними батареями, тому що дозволяє її плавне регулювання.

6. Комбіноване регулювання потужності конденсаторних батарей

Андрій Дзюба, Юрій Чорний

Національний університет харчових технологій

Вступ Комбіноване регулювання конденсаторних батарей ґрунтується на поєднанні двох способів регулювання - ступінчастому та плавному. Таке поєднання дозволяє використовувати їхні найкращі якості й діставати нові вищі характеристики регульованого статичного джерела реактивної потужності.

Матеріали і методи В основу принципу покладено поєднання кількох ступенів КБ, керованих тиристорами, зі ступенем, в межах якого реактивна потужність змінюється плавно. Спосіб плавної зміни реактивної потужності може бути різним, або це КБ, що вмикається тиристорним вимикачем і вимикається з допомогою спеціального джерела керованих імпульсів струму, або це постійно ввімкнена КБ, потужність якої дорівнює одиничній потужності ступеня, паралельно якій ввімкнений такої самої потужності керований тиристорами реактор.

Результати. Таке вмикання дозволяє плавно набирати потужність від нуля до границі, що дорівнює потужності ступеня, а потім з допомогою відповідної системи керування та синхронізації вводити перший ступінь, у той самий час знижуючи до нуля потужність плавно регульованого ступеня. У проміжку між ступенями потужність статичного компенсатора дорівнює потужності нижчих ступенів і потужності плавно регульованого ступеня. Так само здійснюється і зниження потужності. У разі форсування вмикаються усі ступені й плавно регульований ступінь на своє максимальне значення. Якщо необхідний повний скид потужності, що видається, система керування та синхронізації вимикає як ступінь статичного компенсатора, так і плавнорегульовану секцію. Треба зазначити, що завдяки такому принципу керування статичний ДРП з комбінованим регулюванням має таку саму швидкодію, як і плавний і ступінчастий ДРП, але на відміну від ступінчастого ДРП, дозволяє регулювати реактивну потужність плавно, а на відміну від плавно регульованого ДРП не викликає у мережі значних спотворень форми кривої напруги. Серед недоліків такого способу регулювання можна зазначити необхідність застосування старанно настроєної системи керування та синхронізації. В запропонованому способі регулювання потужності в будь-який момент часу ведуть в два етапи, спочатку регулюють дискретно - шляхом підключення секцій контакторами, потім регулюють плавно - змінюючи потужність тільки однієї секції конденсаторної установки за допомогою напівпровідникового імпульсного регулятора, потужність секції вибирають таким чином, щоб плавне регулювання потужності секції не призводило до порушення вимог стандарту на якість електроенергії в електричній мережі по коефіцієнту несинусоїдальності напруги. Основною перевагою методу є його швидкодія. Час, необхідний для зміни режиму, не перевищує одного-двох періодів промислової частоти (0.02...0.04с). Процес плавного регулювання струму, напруги здійснюється внаслідок варіювання моменту ввімкнення тиристора, що відбувається за допомогою імпульсного сигналу, тривалість якого має бути більшою за термін ввімкнення тиристора.

Висновки. Конденсаторна установка з комбінованим регулюванням має таку саму швидкодію, як і приплавному чи дискретному регулюванні, але на відміну від ступінчастого, дозволяє регулювати реактивну потужність плавно, а на відміну від плавного регулювання - не викликає у мережі значних спотворень форми кривої напруги.

7. Аналіз проблемних питань використання тиристорних перетворювачів

Ростислав Корнійко, Ігор Изволенський

Національний університет харчових технологій

Вступ. В регульованому електроприводі широко застосовуються тиристорні перетворювачі. Перетворювачі частоти – це агрегати, що складаються з двох тиристорних блоків: випрямляча змінного струму та тиристорного інвертора. Напруга, що подається на двигун, формується з прямокутних імпульсів. Ширина імпульсів модулюється за законом синуса – широтно-імпульсна модуляція. Перетворювачі струму є потужними джерелами вищих гармонік. В мережах з перетворювачами рекомендується не обчислювати струми та напруги вищих гармонік, а визначати відразу коефіцієнт несинусоїдальності напруги по ГОСТ 13109 - 97.

Результати. Проблема вищих гармонік - це основна частина проблеми електромагнітної сумісності електрообладнання у зв'язку із збільшенням потужності тиристорних перетворювачів і широким застосуванням електронних систем автоматичного керування, які чутливі до форми синусоїди напруги. Вищі гармоніки суттєво впливають на роботу систем електропостачання.

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 батареї конденсаторів. Виникають додаткові втрати потужності в конденсаторах. Ці втрати призводять до перегрівання конденсаторів та виходу їх з ладу. Крім того, на одній з вищих гармонік можливий резонанс, що інколи призводить до збільшення напруги вище номінальної та пробою ізоляції. 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. Вищі гармоніки погіршують роботу системи дистанційного керування. Помилки в роботі цих систем можуть виникнути, якщо з'являються гармоніки з частотою, близькою до частоти керування. При цьому можливі два випадки: блокування сигналу, коли вищі гармоніки не дозволяють виділити сигнал керування, робота реле при відсутності сигналу керування. Вищі гармоніки суттєво впливають на роботу релейного захисту, вносячи похибки при вимірюванні опору на основній частоті. Тільки цифрові фільтри забезпечують належну роботу захисту в таких умовах. Проблема є момент підключення потужних трансформаторів, коли величина струму намагнічування може перевищувати номінальний струм. Амплітуда струму намагнічування залежить від індуктивності трансформатора, опору обмоток та моменту часу, коли відбувається підключення. У вторинній обмотці в ці моменти струм відсутній. Це може призвести до спрацювання диференційного захисту.

Висновки. Підвищити надійність захисту можна шляхом виділення другої гармоніки з струму намагнічування, яка подається в схему блокування диференційного захисту.

8. Доцільність використання альтернативних джерел енергії для покращення енергетичної ситуації в країні

Олександр Сівак, Ірина Литвин

Національний університет харчових технологій

Вступ. Останнім часом зростає кількість та якість досліджень проблем енергоефективності. Питання використання відновлювальних джерел енергії в Україні, в тому числі і проблеми ефективності та доцільності розвитку альтернативної енергетики, вивчали дуже багато вчених України. Але недостатньо уваги приділено дослідженням можливостей використання нетрадиційних джерел енергії з урахуванням специфіки вітчизняної економіки.

Матеріали та методи. Основною метою дослідження є аналіз доцільності використання альтернативних видів енергії. Відповідно до мети вибрані цілі:

- аналіз стану споживання енергоресурсів України;
- виявлення найбільш ефективних напрямів використання альтернативної енергетики;
- висновки щодо спрямованості на збільшення частки альтернативних джерел в загальному енергобалансі країни.

Результати. Необхідність розвитку альтернативних джерел енергії в Україні зумовлює сучасний аналіз використання енергоресурсів. Структура споживання енергоресурсів середньостатистичної європейської країни (у тому числі України) має такий вигляд: газ – 45%; вугілля – 20%; електроенергія – 20%; нафтопродукти – 15%; альтернативні джерела – 5%.

Альтернативна енергетика покликана сприяти вирішенню, передусім, двох важливих проблем – енергоефективності та екологічної безпеки, які є ключовими для України.

На сучасному вітчизняному ринку енергоресурсів альтернативні джерела енергії тільки починають поступово розвиватися. У 2012 році найвищі темпи зростання встановлених потужностей продемонстрували вітроелектростанції – у 2,2 раз; сонячні електростанції – в 1,7. З урахуванням зміни і корегування встановлених потужностей, які входять в об'єднану енергосистему України, у 2012 році загальна потужність збільшилася на 0,9%.

Згідно з українською енергетичною стратегією до 2030 р. частку альтернативної енергетики на загальному енергобалансі країни буде доведено до 20 %. Основними та найбільш ефективними напрямами відновлюваної енергетики в Україні є: вітроенергетика, сонячна енергетика, біоенергетика, гідроенергетика енергетика.

Загальний потенціал використання альтернативних джерел енергії в Україні до 2030 р. оцінюється приблизно в 25 ТВт·год електроенергії на базі відновлювальних джерел енергії і близько 2 млн. т біопалив.

Покращення енергетичної ситуації України, зменшення її енергозалежності, а також подальшої інтеграції в Європейську співдружність, повинна стати усебічна підтримка держави розвитку та впровадження альтернативних енергетичних установок у регіонах з найвищими показниками економічної доцільності.

Висновки. На сьогоднішній день економічні та правові умови для розвитку альтернативних джерел енергії потребують суттєвого доопрацювання. Окреслені заходи щодо розвитку альтернативних джерел енергії в Україні можна згрупувати наступним чином: по-перше, організаційно-правовий напрямок; по-друге, фінансово-економічний напрямок; по-третє, техніко-технологічний напрямок; по-четверте, інфраструктурний напрямок. Комплексний та системний підхід дасть змогу створити ефективну систему регулювання розвитку альтернативних джерел енергії.

9. Енергія сонця

Роман Лютик, Володимир Шестеренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Ще в давнину люди почали замислюватися про можливість застосування сонячної енергії. Відомо, що близько 3000 років тому султанський палац в Туреччині опалювався водою, нагрітою сонячною енергією. У XIX столітті з'явилися перші сонячні батареї, здатні перетворювати сонячну енергію в механічну.

Матеріали і методи. І ось, в середині XX століття вчені створили справжню сонячну панель - пристрій, безпосередньо перетворює енергію сонця в електрику. Правда, рекордний коефіцієнт корисної дії (ККД) тодішніх матеріалів не перевищував 1 відсотка, тобто, в електрику перетворювалася лише сота частина світлової енергії. Після багаторічних експериментів вдалося створити фотоелементи з ККД до 10-15%. У 1959 році вони були встановлені на одному з перших штучних супутників Землі, і з тих пір все космічні станції оснащуються багатометровими панелями з сонячними батареями. Низький ККД сонячних батарей можна компенсувати великою площею.

Зараз багато країн намагаються переходити на поновлювану електроенергію так як розуміють що ресурси землі не нескінченні. Приватні особи встановлюють панелі, забезпечуючи себе електроенергією, також вони можуть її продавати державі по хорошому тарифу. У нас же, в країні, часто встановлюють сонячні панелі через економію. Тому що підвести електрику в будинок зараз дороге задоволення.

Результати. На сьогоднішній день вже існують гнучкі панелі, а так само група дослідників з Мічиганського державного університету зуміли виготовити прозорий матеріал, який при цьому перетворює сонячне світло в електроенергію. Звичайно, сонячна панель для отримання електрики повинна вловлювати фотони, які будуть генерувати енергію. А значить, вона не може бути повністю прозорою. Тому попередні версії таких матеріалів були напівпрозорими.

У чому підступ? У новому матеріалі використовується технологія "сонячного концентратора". Вміщені в ньому органічні солі поглинають невидиме (ультрафіолетове і інфрачервоне) випромінювання. Опинившись всередині панелі, все випромінювання переходить в інфрачервоний діапазон. Це випромінювання, відбиваючись від площин панелі зсередини, проникає до її краях. Там його зустрічають вузькі смужки з звичайних фотовольтаїчному панелей, які і поглинають світло, виділяючи енергію.

Поки ефективність збору енергії у пробних панелей становить 1%. Вчені вважають, що цей показник можна збільшити до 5%. Звичайно, це дуже мало, в порівнянні з сучасними сонячними панелями, у яких ККД серійних зразків досягає 25%, а в лабораторіях доходить і до 50%. Зате прозорі перетворювачі енергії можуть бути встановлені в будинку замість звичайного скла. Якщо уявити собі цілий хмарочос, в якому вся поверхня переробляє енергію, то отримане число вже буде досить значним.

Висновки . Відсоток вироблення електроенергії сонячними електростанціями повинен зростати кожного року. Впровадження новітніх технологій у побутове життя зменшить споживання вугілля, нафти та газу, що позитивно вплине на екологічну ситуацію в країні та на економіку в цілому. Майбутнє за відновлювальною енергетикою.

10. Оперативне управління електричними навантаженнями споживачів

Максим Кудрицький, Євген Пенкин

Національний університет харчових технологій.

Вступ. Об'єднана енергетична система України працює в умовах значної нерівномірності попиту на електроенергію, перш за все, в добовому розрізі. Тарифи, диференційовані за періодами часу, що на сьогодні використовуються для стимулювання споживачів до управління їх середнім навантаженням за досить тривалий період часу (як правило, місяць), є неефективними з точки зору оперативного управління споживанням електричної потужності.

Матеріали та методи. При аналізі процесів електроспоживання були використані загальнонаукові і спеціальні методи. Зокрема, в основу формування структури системи управління електричними навантаженнями покладено принципи системного підходу, економіко-статистичного аналізу та прогнозування. Для оптимізації управління використані методи чисельного програмування, штучного інтелекту та математичного моделювання.

Результати та обговорення. З метою забезпечення ефективного управління споживанням електричної потужності доцільним є встановлення тарифу, що складається з місячної плати за добову нерівномірність попиту на електричну потужність та спожиту електричну енергію, диференційованого за періодами часу.

Плату за нерівномірність попиту на електричну потужність, диференційовану за періодами часу, необхідно встановлювати і використовувати одночасно і узгоджено для двох рівнів управління енергетичним виробництвом:

- Оптового ринку електричної енергії України;
- регіональних енергопостачальних організацій (обленерго і міськенерго).

Процес встановлення оптової (роздрібної) місячної плати за добову нерівномірність попиту на електричну потужність, диференційованої за періодами часу, можна умовно розділити на три етапи:

- формування груп оптових (роздрібних) споживачів на підставі аналізу дисперсій і коефіцієнтів кореляції їх середньостатистичних графіків часових відхилень електричного навантаження від середньодобового значення;
- визначення коефіцієнтів впливу нерівномірності сумарних графіків відхилень електричного навантаження кожної групи оптових (роздрібних) споживачів на нерівномірність графіка відхилень навантаження енергосистеми
- встановлення місячної плати за нерівномірність попиту на електричну потужність, диференційованої по зонах доби, у вигляді фінансово скоригованих функціональних залежностей $\Pi = f(\Delta P)$. Для оптових (роздрібних) споживачів ці залежності встановлюються від мінімальних відхилень в зоні провалу навантаження енергосистеми і максимальних відхилень їх електричного навантаження в зоні пікових і напівпікових навантажень.

Висновки. Місячна плата за фактичну нерівномірність попиту на електричну потужність, диференційована за зонами доби, буде стимулювати споживача до максимального вирівнювання свого графіка електричного навантаження або підтримці вигідних, з точки зору вирівнювання графіка навантаження енергосистеми, його режимів споживання, що є особливо актуальним при запровадженні прямих договорів згідно Закону України "Про засади функціонування ринку електричної енергії України".

11. Аналіз використання теплої електричної підлоги для опалення

Віктор Софілканич

Національний університет харчових технологій

Вступ: Показано ефективність, економічність та безпечність використання електричної теплої підлоги для обігріву житла та переваги над іншими традиційними видами опалення.

Матеріали і методи: Актуальність даної теми зумовлена постійно зростаючими цінами на енергоносії. В порівнянні з іншими видами носіїв ціни на електроенергію зростають значно повільніше. Тому використання теплої електричної підлоги на сьогоднішній день є найбільш економічним та ефективним способом опалення житла українців. В порівнянні з природним газом, який до того ж купується за кордоном, електроенергія виробляється в Україні та має низьку собівартість. При цьому ліній електропередач покривають близько 99 % населених пунктів нашої держави, чого не можна сказати про використання природного газу.

Результати: В усьому світі тепла електрична підлога використовується не одне десятиліття та закономірно набула значної популярності. Опалення теплою електричною підлогою – це пряма передача тепла від нагрівального елемента до приміщення, а монтуючи під плитку немає потреби прогрівати стяжку, що заощаджує електроенергію в процесі експлуатації. Найяскравішим фактом є те, що у головному кафедральному соборі столиці Норвегії (м. Осло) тепла електрична підлога використовується для обігріву з 1938 року і функціонує по цей час. Світові виробники постійно удосконалюють технології та дають офіційну гарантію від 20 років, при цьому середній термін служби підлоги 40-50 років.

На даний момент існує кілька видів електричної теплої підлоги:

- нагрівальний мат та кабель – використовується для монтажу під плитку або в стяжку для інших видів покриття (ламінат, лінолеум, доска, паркет та ін.);
- алюмінієві мати для укладки під ламінат, паркетну доску, лінолеум і т.д.;
- інфрачервона плівка – використовується для монтажу на чистову стяжку для будь яких видів покриття. Особливістю плівки є те, що вона гріє інфрачервоними променями та володіє лікувальними властивостями.

Основні переваги електричної теплої підлоги:

- споживання електроенергії на метр квадратний менше звичайної лампочки, при цьому на відміну від водяного опалення є можливість відключення кожної окремої секції на будь який період часу;
- не потребує окремого місця або приміщення для встановлення;
- при використанні електроенергії, як виду опалення, в Україні можна отримати спец тариф на електроенергію від енергопостачальних компаній;
- нема потреби піднімати стяжку - товщина підлоги 1-5мм. Це найбільш актуально для новобудов, оскільки забудовники зазвичай здають приміщення з готовою чистовою стяжкою, яку для монтування водяної теплої підлоги потрібно збивати;
- відсутній ризик затоплення квартир сусідів та виходу теплої підлоги з ладу (тепла підлога не боїться морозів та води).

Висновки: Електрична тепла підлога має ряд переваг перед іншими системами опалення. З одного боку, у порівнянні з природним газом вона є значно дешевшою і доступнішою. І навіть електродіодні нагрівачі для нагріву води є менш ефективними - через додаткові втрати в котлі та при передачі тепла втрати в трубах, чого можна уникнути при прямій передачі тепла від нагрівального елемента до приміщення.

12. Аналіз принципів розосередженої генерації

Сергій Труба, Володимир Шестеренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогодні практично всі провідні країни світу розробляють принципово нову ідеологію побудови та функціонування енергетичної галузі з метою надання безпечного, надійного, економічно доцільного та екологічно прийняттого енергозабезпечення споживачів [1].

Матеріали і методи. Зазначена ідеологія базується на активній інформатизації та інтелектуалізації енергетичних об'єктів, широкому використанні розосередженої генерації, в першу чергу, на рівні розподільних електричних мереж середньої та низької напруги, створенні та впровадженні провідних енергоефективних технологій у сфері генерації та розподілу енергії.

Результати. Інтеграція розосереджених джерел енергії потребує формування складної системи енергозабезпечення. Необхідно розглянути методи формування мікромереж та інтегрованих систем, адекватно оцінивши можливість втілення концепції в умовах України. Проаналізувавши можливості та проблеми застосування розосередженої генерації, доходимо висновку, що для оптимального розміщення та вибору джерел розосередженої генерації (РГ) доцільно використовувати методи нечіткої логіки та багатокритеріальний аналіз. Повинна бути розроблена спеціальна методика для урахування невизначеності та нерівномірності споживання електроприймачами та генерації електричної енергії відновлювальними джерелами енергії. Для оцінки економічного аспекту втілення концепції розосередженої генерації необхідна методика вибору альтернатив генерації, за результатами якої визначається фінансова доцільність проектування мікроенергосистеми на базі джерел РГ. З огляду на актуальність, переваги та потенціал відновлювальних ресурсів в Україні, на базі отриманих методів має бути сформований алгоритм альтернативного енергозабезпечення об'єкту з використанням розосереджених джерел енергії. Складність такої системи електропостачання полягає в необхідності інформатизації процесів, застосування сучасних енергетичних установок, електричних апаратів та систем обліку. Переваги такої системи оцінить як споживач, так і енергосистема, оскільки рознесення електричного навантаження позитивно впливає на графік електричного навантаження, дозволяє застосувати диференційовані тарифи та підвищує надійність електропостачання.

Розробка чіткої стратегії еволюції існуючих енергетичних, та пов'язаних з нею, інфраструктур потребує системного та збалансованого підходу, комплексного аналізу альтернатив з застосуванням технічних, фінансових, соціальних та екологічних критеріїв з використанням методів ризик-менеджменту. Подібна трансформація енергетичної системи надає їй позитивних якостей, однак призводить до появи певних проблем та ризиків.

Висновки. Впровадження засобів розосередженої генерації стимулюється прагненням до диверсифікації паливно-енергетичних ресурсів за рахунок збільшення долі альтернативних та місцевих (включаючи технологічні відходи) ресурсів. В умовах росту тарифів на енергоносії, нестачі генеруючих потужностей, їх зносі та низької ефективності, зацікавленість в використанні розосередженої генерації з метою підвищення надійності зі сторони споживачів неперервно зростає.

Література.

1. Праховник А. В. Малая энергетика: распределенная генерация в системах энергоснабжения / А. В. Праховник. – К.: Освіта України, 2007. – 464 с.

13. Аналіз дискретного регулювання конденсаторних установок

Дмитро Хлань, Олег Машенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Режим роботи всіх джерел реактивної потужності повинен відповідати графіку споживання реактивної потужності. Потужність КУ необхідно змінювати в залежності від графіка споживання реактивної потужності

Матеріали і методи. Автоматичні системи регулювання потужності КУ будують по розімкнутій або замкнутій схемам. При розімкнутій схемі здійснюється автоматичне керування, при замкнутій - автоматичне регулювання. Автоматичне управління можливе тільки для односекційної КУ, автоматичне регулювання - у разі багатосекційної КУ, потужність якої багаторазово змінюється в часі відповідно до вимоги режиму розподільчої мережі.

Результати. Для управління за розімкнутою схемою односекційної установки автоматичний регулятор не потрібно, тому що можна використовувати реле управління, що реагують на будь-який параметр режиму електричної мережі. При регулюванні по замкнутій схемі, застосовують спеціальні автоматичні регулятори. При регулюванні по замкнутій схемі, застосовуючи спеціальні автоматичні регулятори, слід використовувати один параметр або комбінацію параметрів, які істотно змінюються зі зміною потужності КУ.

Регулятор Б2201, забезпечуючи автоматичне регулювання шістьма або дев'ятьма секціями КУ або дев'ятьма окремими КУ однієї напруги, можна використовувати для створення систем регулювання реактивної потужності в розподільних мережах промислових підприємств. Узгодження декількох регуляторів, працюючих в одній розподільній мережі, досягається за рахунок використання систем керування. Однак реалізація таких систем з розосередженою установкою значного числа регуляторів у вузлах розподільної мережі та узгодження алгоритмів їх роботи є досить складним завданням. Більш перспективним є побудова систем з централізованим комплексним регулюванням джерел реактивної потужності. Таке регулювання, здійснюване на базі АСДУ енергосистем, вимагає складної мікропроцесорної техніки, значної кількості датчиків і каналів зв'язку.

Регульовані КУ підключають до шин розподільних пристроїв через комутуючий апарат. В мережах напругою до 1000 В це може бути контактор або автоматичний вимикач, а в мережах напругою вище 1000 В - вимикач. Проте умови роботи цих апаратів при експлуатації регульованих КУ відрізняються від умов роботи комутуючих апаратів іншого електрообладнання через перехідні процеси, що виникають в моменти комутації конденсаторних батарей. При перехідних процесах з'являються короточасні імпульси струму, що перевершують номінальний струм КУ, тому необхідно застосовувати пристрої, що обмежують ці перехідні процеси.

При паралельній роботі КУ або окремих її секцій імпульси струму і перенапруги можуть бути значними. Однак вітчизняний та зарубіжний досвід показує, що навіть для потужних КУ максимальний струм включення менше ударного струму КЗ, який витримує вимикач.

Висновки. В даний час в мережах 0,38 кВ при відсутності спеціального вимикача застосовують контактори типу КТУ-4 або КТ-6043. Слід враховувати, що ці апарати призначені для управління електроприймачами з індуктивним навантаженням, тому для комутації ємнісного навантаження їх слід вибирати із запасом по струму не менше, ніж на 50% від номінального струму КУ.

14. Математична модель перехідних процесів у турбогенераторі за наявності асинхронного демпфуючого пристрою (АДП)

Оксана Мала, Юлія Куєвда

Національний університет харчових технологій

Вступ. Авторами запропоновано застосування асинхронного демпфуючого пристрою (АДП) для покращення якості перехідних електромеханічних процесів в потужних турбогенераторах. АДП являє собою допоміжну електричну машину асинхронного типу, осердя ротора якої встановлено жорстко на вал ротора основної машини – синхронного турбогенератора. Виводи обмотки статора АДП підключені безпосередньо до виводів обмотки статора основної машини.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані методи математичного моделювання за допомогою системи звичайних диференціальних рівнянь.

Результати та обговорення. Авторами розроблена конструкція АДП та створена методика розрахування його електричних параметрів. Створена математична модель АДП, як враховує жорсткий механічний зв'язок з ротором турбогенератора. Нижче наведена система диференціальних рівнянь у матричному вигляді, яка описує перехідні процеси в турбогенераторі, що підключений до системи нескінченної потужності, при наявності АДП. Турбогенератор описаний за допомогою рівнянь Парка-Горєва в осях d, q , де ось d співпадає з вектором потокозчеплення його ротора: $\vec{V}_{\text{ген}} = R_{\text{ген}} \vec{I}_{\text{ген}} + \frac{d}{dt} \vec{\Psi}_{\text{ген}} + \Omega_{\text{ген}} \vec{\Psi}_{\text{ген}}$,

$$\vec{\Psi}_{\text{ген}} = X_{\text{ген}} \vec{I}_{\text{ген}}, \quad \vec{I}_{\text{ген}} = (i_d \quad i_q \quad i_{ld} \quad i_{lq} \quad i_f)^T.$$

$$\text{де } \Omega_{\text{ген}} = \begin{pmatrix} \Omega' & Z \\ Z & Z \end{pmatrix}, \quad \Omega' = \begin{pmatrix} 0 & -\omega_{\text{рот}} \\ \omega_{\text{рот}} & 0 \end{pmatrix},$$

Z – нульова матриця відповідної розмірності.

АДП описаний також системою рівнянь в осях d, q турбогенератора, причому зважаючи на те, що механічне з'єднання жорстке, маємо одну і ту ж матрицю Ω з відповідною кількістю нулів в матриці Z :

$$\vec{V}_{\text{АДП}} = R_{\text{АДП}} \vec{I}_{\text{АДП}} + \frac{d}{dt} \vec{\Psi}_{\text{АДП}} + \Omega_{\text{ген}} \vec{\Psi}_{\text{АДП}},$$

$$\vec{\Psi}_{\text{АДП}} = X_{\text{АДП}} \vec{I}_{\text{АДП}}, \quad \vec{I}_{\text{АДП}} = (i_{ds} \quad i_{qs} \quad i_{dr} \quad i_{qr})^T.$$

Механічна частина рівнянь являє собою чотирьохмасову систему (турбогенератор з АДП та трьохмасова турбіна з пружними зв'язками між масами) з врахуванням того, що жорстко з'єднані ротори турбогенератора та АДП об'єднуються в одну масу:

$$\frac{d}{dt} \vec{\Omega} = \vec{M}_e - \vec{M}_t - D \frac{d}{dt} \vec{\Theta} - C \vec{\Theta}, \quad \frac{d}{dt} \vec{\Theta} = \vec{\Omega},$$

$$\text{де } \vec{\Omega} = (\omega_{\text{рот}} \quad \omega_{\text{ЦНТ}} \quad \omega_{\text{ЦСТ}} \quad \omega_{\text{ЦВТ}})^T.$$

Висновки. Наведена вище математична модель може бути використана для чисельних розрахунків та якісного дослідження перехідних електромеханічних процесів у турбогенераторах з урахуванням дії АДП. Зокрема, спираючись на цю модель, автори провели чисельне моделювання несинхронного включення турбогенератора з АДП в систему нескінченної потужності.

15. Використання пристроїв захисного відключення в електричних мережах

Ілля Талавер, Дмитро Семко

Національний університет харчових технологій

Останнім часом в електричних мережах підприємств і в побуті набувають значного використання пристрої захисного відключення.

Пристрої захисного відключення (пристрої диференційного захисту) призначені для захисту людей від враження електричним струмом при пошкодженні електрообладнання або для захисту від пожеж, які визвані струмами витоку, при замиканні на землю. Ці функції відсутні в звичайних автоматичних вимикачах, які реагують лише на перевантаження, або коротке замикання.

В більшості випадків, замикання електромережі відбувається із-за збільшення струму витоку, який виникає від старіння ізоляції. При цьому сила струму витоку може досягати 500 мА. На такий струм теплові та електромагнітні розчеплювачі не реагують.

Аналіз дії електричного струму на тіло людини показує, що захищатися потрібно вже від струму який дорівнює 10 мА.

Таким чином своєчасна реакція автоматики на струм менший 500 мА захищає об'єкт від загорання, а на струм менший 10 мА – захищає людину від враження при випадковому доторканню до токоведучих частин. Також відомо, що за струмоведучу частину, яка знаходиться під напругою 220В, є можливість спокійно триматись 0,17 с, а якщо вона знаходиться під напругою 380 В – 0,08 с. Існуючі захисні пристрої такий маленький струм за такий короткий час зафіксувати та відключити мережу не в змозі. Тому з'явилося таке технічне рішення як пристрої захисного відключення.

Висновок. Наведений матеріал свідчить, що використання пристроїв захисту відключення є корисним та необхідним заходом у мережах 0,4 кВ як промислових підприємств, так і цивільних споруд.

17.3. Electrical engineering

**Chairperson – professor Oleksandr Mazurenko
Secretary – Dmytro Kolomiets**

17.3. Електротехніка

**Голова – професор Олександр Мазуренко
Секретар – ст. викл. Дмитро Коломієць**

1. Діагностика системи контролю електричних параметрів турбогенератора

Ольга Мазуренко, Мар'я Суярко, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових технологій

Вступ. Використання комп'ютерної техніки дозволяє отримувати аналогову інформацію з великою частотою ωt (миттєві значення напруги $u_1 = U_{1mu} \sin(\omega t \pm \psi_u)$ та струму $i_1 r_{\text{ин}} = U_{1mi} \sin(\omega t \pm \psi_i)$), яка у ADC перетворюється на цифрову.

Матеріали і методи. Діючі значення лінійної напруги U_1 , фазного струму I_1 та активну P і реактивну Q потужності ТГ визначаються так:

$$U_1 = k_{1u} k_{2u} (T^{-1} \int_0^T u_1^2 d\tau)^{1/2}, I_1 = k_i (T^{-1} \int_0^T i_1^2 d\tau)^{1/2}, P = \sqrt{3} U_1 I_1 \cos \phi, Q = \sqrt{3} U_1 I_1 \sin \phi,$$

де T – період; $\phi = \psi_u - \psi_i$ – кут зсуву фаз, як різниця між початковими фазами синусоїд напруги та струму статора ТГ.

Результати. Після зчитування даних з реєстрів модулю вводу та обробки з обраним інтервалом інформація спрямовується у базу даних, а процес її отримання відображається на моніторі. Для цього організовано декілька потоків роботи програми, управління яких реалізовано за допомогою, так званих, м'ютексів.

Для діагностики системи контролю стану статора ТГ запропонована ІТ побудови автоматизованої системи, яка реалізується з використанням ПК і забезпечує одержання й обробку інформації за визначеним алгоритмом у цифровому форматі з частотою 200 МГц. В якості оболонки використана ОС Windows NT 4.0 SP6. Програмне забезпечення створене у середовищах masm та Object Pascal. Оскільки операційні системи NT не дають можливості безпосередньо звертатись до реєстрів пам'яті модуля введення аналогової інформації, то розроблено додатковий WDM-драйвер. Прецизійний модуль WAD-ADC 16-32F містить 32 недиференційних каналів. Інтервал опитування дорівнює 12 мкс. Базовий діапазон вхідної напруги складає ± 5 В. Названі засоби забезпечують одержання інформації про електричні параметри ТГ з достовірністю не меншою, ніж прилади класу точності 0,2.

Прийнята схема включення приладів дозволяє програмним шляхом проводити перевірку достовірності інформації про напругу і струм статора ТГ та контролювати можливий вихід комплексу приладів за межі їх класів точності. Оцінка достовірності інформації щодо U_1 , I_1 , P ТГ здійснюється шляхом порівняння їх значень з відповідними результатами розрахунків за рівняннями.

$$U_1^* = \sqrt{3/2} \cdot U_{1mi} k_i r_1 / (r_{\text{ин}} \cos \phi), I_1^* = U_{1mu} k_{1u} k_{2u} \cos \phi / (r_1 \sqrt{3} \cdot \sqrt{2}), P^* = 3(I_1^*)^2 r_1,$$

$$\delta_{\text{min}} \% < 100 \cdot (I_1 - I_1^*) / I_1 \leq \delta_{\text{max}} \% \text{ та } \delta_{\text{min}} \% < 100 \cdot (U_1 - U_1^*) / U_1 \leq \delta_{\text{max}} \%,$$

де r_1 – активний опір фази обмотки статора при діючій температурі обмотки.

Висновки. Якщо відносна відмінність I_1 та I_1^* , а також U_1 та U_1^* , перевищує сумарну похибку δ визначення цих величин приладами вимірювального кола, як її середньо квадратичного значення (прийнято $\delta_{\text{min}} = 0,55\%$), то це свідчить про природне старіння матеріалів пристроїв, вплив температури, тощо. Розбіжність більша за максимально можливу похибку, визначену як суми похибок приладів (прийнято $\delta_{\text{max}} = 0,8\%$) свідчить про недостовірність інформації стосовно електричних параметрів статора ТГ і про неналежний стан вимірювальних кіл.

2. Дослідження фенольних сполук *Momordica charantia L*

Лілія Харченко, Тетяна Романовська, Анастасія Ярош, Дмитро Коломієць
Національний університет харчових технологій

Вступ. Завдяки композиції вітамінів, мінеральних речовин, макро- та мікроелементів, *Momordica charantia L* цінна не тільки своїм незвичайним гірким смаком а й, завдяки вмісту **біологічно-активних речовин (БАР)**, різноплановим позитивним впливом на організм людини. Незважаючи на те, що ця рослина любить клімат південних широт, вона успішно може вирощуватись на теренах України.

Матеріали і методи. *Momordica charantia L* - рослина сімейства гарбузових, практично усі частини якої – корінь, стебло, листя, плоди та насіння, придатні або для вживання, або слугують цінною сировиною для отримання БАР. Дослідженню цієї рослини приділяють значну увагу. На сьогодні їй присвячено понад 700 наукових публікацій. Наразі у складі *Momordica charantia L* вже виявлено понад 80 сполук, які діють на організм людини у 244 напрямках. Доведено, що фітохімічні складові рослини проявляють як гіпоглікемічний ефект, так і антимикробні, антивірусні, антиканцерогенні та антиоксидантні властивості. **БАР** *Momordica charantia L* отримують шляхом **екстрагування методами** перколяції, реперколяції та протиточної екстракції. В домашніх умовах широко використовують мацерацію.

Результати. З метою виявлення БАР *Momordica charantia L* отримували за стандартними методиками водний та спиртовий екстракти зі свіжого листя рослини, що була вирощена під Києвом. Зразки листя відбирали згідно правил збору лікарських рослин. Наявність групи флавоноїдів в цих екстрактах визначали за якісними реакціями, що наведені в табл. 1.

Таблиця 1. **Вміст флавоноїдів в екстракті *Momordica charantia L***

Реагент				
Розчин аміаку або 5 %-ий розчин соди	Ціанидинова реакція (HCl + Mg)	Реакція Запрометова (1%-ий розчин ваніліну в конц. HCl)	Реакція Гейдж (5 %-ий спиртовий розчин AlCl ₃)	2 %-ий розчин FeCl ₃
Спостерігається жовто-зелений колір. <i>Отже</i> , наявні флаваноли.	Спостерігається блідопомаранчеве забарвлення. <i>Отже</i> , наявні флавоноли, флаванони, флавоноли	Спостерігається яскраво-жовтий колір. <i>Отже</i> , наявні флавоноїди типу флавоноли та флавоноли.	Спостерігається забарвлення від блідо – жовтого до яскраво жовтого. <i>Отже</i> , наявні флавоноїдів типу флавоноли, флавоноли, халкони.	Спостерігається коричневе забарвлення. <i>Отже</i> , наявні флавоноїди типу флавоноли з вільною 3-ОН групою.

Сумарний вміст флавоноїдів в перерахунку на рутин становить 0,1056.

Абсолютно суху речовину визначали спектрофотометричним методом при довжині хвилі 412 нм.

Висновок. Екстракт *Momordica charantia L* містить всі основні групи флавоноїдів – цінних біологічно-активних речовин, що виконують антиоксидантну функцію, запобігають руйнуванню хлорофілів, проявляють Р-вітамінну активність, мають жовчогінну, спазмолітину, гіпоглікемічну, естрогенну дію.

3. Ампліфікація фрагментів, характерних для подій трансформації кукурудзи

Наталія Петренко, Ірина Герасименко, Дмитро Коломієць

1 - Національний університет харчових технологій

2 - Інститут клітинної біології та генної інженерії НАН України

Вступ. Використання генетично модифікованих (ГМ) рослин може допомогти у розв'язанні багатьох економічних та екологічних проблем, але розповсюдження таких рослин викликає неабияке занепокоєння з боку вчених та широкої громадськості. В Україні до продажу жоден трансгенний продукт на сьогодні офіційно не допущений. Напис «Без ГМО» на продукті не потребує проведення обов'язкового аналізу і деякі продукти все ж можуть містити трансгенні компоненти. Тому узагальнення фактів наявності таких рослин у довіллі та щодо можливих наслідків застосування ГМ рослин є актуальною задачею.

Матеріали і методи. Для виявлення трансгенних компонентів проводили аналіз ДНК, виділеної із зразків консервованої та неконсервованої кукурудзи. Перевірку проводили шляхом полімеразної ланцюгової реакції, яка вважається найбільш зручним та чутливим методом детекції певних послідовностей ДНК. Використовували праймери, специфічні для найбільш розповсюджених регуляторних елементів, які використовують в генетичній інженерії рослин, та найпопулярніших подій трансформації кукурудзи. Визначення концентрації ДНК проводили шляхом вимірювання оптичної густини розчину при довжині хвилі 260 нм на спектрофотометрі BioPhotometer (Eppendorf). Концентрацію розраховували за формулою: $C = A_{260} \times 50$, де C – концентрація ДНК (мкг/мл), A_{260} – оптична густина при довжині хвилі 260 нм. Для оцінки чистоти виділеної ДНК порівнювали оптичну гуστину розчину при довжині хвилі 280 нм, 260 нм та 230 нм.

Результати. Одними із найбільш розповсюджених подій трансформації кукурудзи є NK603 та Vt176. Для подальшого аналізу використовували пари праймерів, специфічних для цих подій: один праймер комплементарний до трансгену, а інший - до ділянки геному, де відбулася інтеграція. Для контролю якості ДНК та вдалого перебігу реакції використовували пару праймерів, комплементарних до власного гена алкогольдегідрогенази кукурудзи. Жодна з двох досліджених подій трансформації не була задетектована в зразках кормової кукурудзи, консервованої кукурудзи ТМ «VonVie» та «Народна» і кукурудзи, зібраної в Київській та Запорізькій областях. ДНК з десертної кукурудзи з Київської області та консервованої кукурудзи ТМ «Хуторок», «Господарочка», «Долина желаний», «Верес» була перевірена на наявність подій трансформації NK603, GA21 (несе ген стійкості до гербіциду гліфосату), T25 (несе ген стійкості до гербіциду фосфінотрицину) та MON863 (несе ген стійкості до комах-шкідників). Події NK603, T25 та MON863 не були виявлені в жодному зі зразків. У реакції з ДНК консервованої кукурудзи ТМ «Vernet» спостерігали ампліфікацію фрагмента *nos*-термінатора, що з великою імовірністю свідчить про наявність трансгенних компонентів в цьому продукті. Для консервованої кукурудзи ТМ «Верес» спостерігали ампліфікацію фрагмента, характерного для події трансформації кукурудзи GA21. Аналогічний фрагмент отримали в реакції з контрольною ДНК нетрансформованої кукурудзи.

Висновок. Результати досліджень поповнюють інформаційну базу розповсюдження трансгенних сортів кукурудзи на території України та

підтверджують актуальність проведення подібних досліджень.

4. Культивовані гриби печериці – джерело корисних елементів та поживних речовин

Тетяна Роман, Олександр Мазуренко,
Євгеній Амельченко, Вадим Бреславець
Національний університет харчових технологій

Вступ. Культивовані гриби мають високу харчову цінність і користуються високим попитом на ринку. Печериці - штучно вирощені гриби, вживання яких корисно і безпечно, адже практично немає протипоказань.

Матеріали і методи. Збалансованість грибів як цінних харчових продуктів оцінюється вмістом поживних речовин (білків, вуглеводів, жирів), вітамінів, макро — та мікроелементів. Калорійність 100 грам свіжих шампінйонів невисока і коливається в межах 25 - 30 ккал . Суха речовина становить лише 10%, а решта 90% — вода. В середньому, біля половини сухої речовини становить протеїн, який організмом здорової людини засвоюється на 70-80%.

Результати. Дослідження хімічного складу печериці виявили, що у тканинах плодового тіла вміст замісних та незамінних амінокислот неоднаковий. Вміст вивчених незамінних амінокислот збільшується від ніжки до м'якушу шапинки та гіменофору. Гіменіальний шар збагачений наявністю всіх інших амінокислот.

Загальний хімічний склад плодових тіл печериць, г/100г сухої речовини: вода - 92.1 г, білки - 2.5 г, жири - 0.1 г, вуглеводи - 3.5 г, клітковина - 0.6 г, попіл - 1.0 г.

Макроелементи в печерицях: калій - 447 мг, кальцій - 18 мг, магній - 9 мг, натрій - 6 мг, фосфор - 120 мг.

Мікроелементи в печерицях: залізо - 0.4 мг, марганець - 141 мкг, мідь - 0.5 мг, селен - 26 мкг, цинк - 1.1 мг.

До хімічного складу плодового тіла входять вітаміни: тіамін (B1- 0.09 мг), рибофлавін (B2 -0.49 мг), ніацин (PP -3.8 мг), пантотенова кислота (B5 - 1.5 мг), піридоксин (B6 - 0.11 мг), біотин (H -1,62 мкг), фолієва кислота (B9 - 14 мкг), цианокобаламін (вітамін B12- 0.1 мкг), токоферол (вітамін E- 0.11 мг), аскорбінова кислота (C – 13 мг). В склад плодового тіла входять різні види вуглеводів: дисахариди (трегалоза), моносахариди (глюкоза, галактоза), полісахариди (глікоген), аміноцукри (глюкозаміни). З високомолекулярних біополімерів знаходиться хітин (N-ацетилглюкозамінін).

Біологічна цінність міцелію печериць визначається індексом незамінних амінокислот і коливається в межах від 72,9-98,6 (згідно EAA index). Лімітуючими амінокислотами вважають метіонін, цистин, лейцин, ізолейцин. Біологічна цінність становить 67,8-95,8 (згідно BV FAO). Амінокислотний показник коливається в межах 36,0-90,0. Індекс поживності 22,2 (згідно N FAO).

Висновки. Завдяки малій кількості цукрів печериці можна вживати при цукровому діабеті та ожирінні. Крім цього, в них міститься багато незамінних амінокислот і протеїн, тому печериці надзвичайно важливі для спортсменів і вегетаріанців.

5. Сушіння – найкращий метод консервування поживних речовин печериць

Тетяна Роман, Антон Лаптев, Марія Ротай, Олександр Мазуренко
Національний університет харчових технологій

Вступ. В останні роки вживання в їжу лісових грибів, внаслідок сильного забруднення довкілля, може виявитися смертельно небезпечним. А штучно вирощені гриби є екологічно чистим продуктом, що виключає можливість отруєння.

Матеріали і методи. Свіжі гриби - швидкокопсувний продукт, тому що містять 90% вологи і навіть свіжий продукт не рекомендується зберігати в охолоджену стані більше 5 днів. Однак продовжити термін придатності грибів протягом тривалого часу можливо, якщо призупинити діяльність мікроорганізмів або затримати їх розвиток. Для цього гриби піддають різним видам обробки - сушка, заморожування, соління або маринування.

Результати. Найбільш оптимальним видом переробки грибної сировини є сушка, що спрямована на створення продукту, з новими фізичними, ароматичними і смаковими властивостями при значному зменшенні маси продукту за рахунок випаровування вільної вологи. Мала маса сушених грибів дозволяє використовувати раціональну упаковку, спрощує зберігання і транспортування. За білковим вмістом сушені гриби значно багатші за мариновані або солені. Так, в консервованих грибах вміст води становить приблизно 88%, а білкових речовин - 5%; в сушених відповідно 12% і 23%, а також калорійність сушених грибів приблизно в 6 разів вище калорійності вихідної сировини.

Сушать гриби в таких установках: сублімаційних, сушильних шафах, парових, вакуумно-імпульсних, радіаційних або вакуумних сушилах.

Нові властивості грибного продукту, що утворюються при сушінні, обумовлені істотними змінами складу сировини, що відбуваються в результаті біохімічних і гістохімічних реакцій. Тривалість процесу сушіння і критичний вологовміст в грибному продукті залежать від температури і швидкості руху сушильного агента, відносної вологості повітря, а також від розміру часток матеріалу і від навантаження його на одиницю сушильної поверхні.

Але незалежно від типу сушарки для отримання сушених грибів високої якості необхідно дотримуватися таких параметрів: температура продукту під час сушіння не має перевищувати 52°C, адже при перевищенні її білковий ланцюг розривається і протеїн денатурує, а це впливає на якість сушеного продукту. Також необхідно враховувати різницю в хімічному складі ніжки і шапинки печериці.

В шапинці міститься більшість корисних речовин (протеїн, мінерали, вітаміни і мікроелементи) і її клітина має круглу форму. Клітина ніжки має прямокутну форму і майже вся складається з целюлози. Дослідним шляхом було визначено, що ніжка сушиться в 1,5 рази довше, ніж шапинка. Таким чином виникає необхідність розділення печериці на дві окремі частини для сушіння – шапинки та ніжки.

Висновки. Сушіння грибів при дотриманні оптимальних умов процесу дозволяє зберігати максимум поживних речовин, збільшувати термін зберігання продукту і підвищувати його ароматичні і смакові властивості.

6. Розробка технологічної лінії для сушіння печериць

Тетяна Роман, Григорій Соя, Іван Долгоненко, Олександр Сидоренко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Стабільне постачання населенню високоякісних, біологічно повноцінних, екологічно безпечних сушених печериць, які містять протеїн, амінокислоти та вітаміни можна забезпечити розробивши нову технологічну лінію для їх сушіння.

Матеріали і методи. На основі проведених дослідів, по теплоті випаровування і теплоємності печериць з'ясувалося, що шапинка та ніжка гриба мають різні хіміко-фізичні та теплові характеристики. При сушінні цілої печериці втрачаються корисні речовини, які можна зберегти за допомогою розробки нової лінії, що передбачає розділення печериці для сушіння на дві окремі частини: ніжку та шапинку.

Результати. Технологічна лінія сушіння грибів починається з вібраційного укладального пристрою UNI-MASZ H.M. JUSZCZUK, SP.J., де за рахунок вібрації гриби розташовуються у спеціальних формах ніжками догори, потім форми подаються для зрізування ніжок на спеціальний модуль, який притискає їх пластиною з отворами, шапинки при цьому притискаються до нижньої поверхні форми.

Даний модуль обладнаний чотирьохлопатевим ножом, за допомогою якого здійснюється відокремлення ніжок грибів та скидання їх на перший стрічковий конвеєр, по якому транспортуються для нарізання пластинками, після чого транспортуються в першу сушильну шафу, в якій підтримується необхідна температура для якісного висушування.

Шапинки подаються на другий стрічковий конвеєр, після чого їх нарізають пластинками та подають у другу сушильну шафу для сушіння. По закінченню процесу сушіння ніжки та шапинки, як висушені напівфабрикати, надходять в збірну ємність, де відбувається їх змішування.

Після цього можна фасувати сухі грибні пластинки у відповідну тару (даний вид продукції може використовуватися для приготування супів, других страв тощо), або подрібнювати до стану грибного порошку, який може бути використаний для приготування приправ.

Висновки. Впровадження даної лінії дає можливість зберегти максимум поживних речовин (в тому числі протеїн) в сушеному продукті, отже підвищить харчову цінність і якість продукту.

7. Впровадження мікропроцесорних засобів управління для технологічної лінії сушіння грибів

Тетяна Роман, Михайло Іванченко,
Дмитро Мацебула, Петро Кандибка

Національний університет харчових технологій

Вступ. Автоматизація технологічної лінії дозволить підтримувати належну якість сушеного продукту, зменшити тривалість простоїв технологічної лінії, збільшити її продуктивність, а також зменшити вплив суб'єктивного фактору на процес регулювання.

Матеріали і методи. Для створення даної системи необхідно використати такі засоби : тензометричні конвеєрні ваги, датчики-сигналізатори рівня, датчики температури та вологості повітря і сухих грибів, датчики наявності продукту та кінцеві вимикачі, мікропроцесорний контролер.

Результати. Необхідність впровадження мікропроцесорних засобів управління обумовлена швидкоплинністю механічних процесів на лінії та складними алгоритмами керування. Управління лінією буде здійснюватися за допомогою мікропроцесорного контролера Modicon M340, до якого будуть підключені частотні перетворювачі Altivar312, що регулюють витрати продуктів на конвеєрах, тензометричні конвеєрні ваги фірми Сведа для подачі свіжих грибів до скребкового конвеєра, свіжих і висушених розділених ніжок і шапинок на стрічкових конвеєрах, а також необхідні для управління та регулювання датчики та сигналізатори.

Сигналізаторами рівнів в буферних ємностях сухих напівфабрикатів будуть ємкісні датчики фірми Carlo Gavazzi. В сушильних шафах необхідно встановити керовані засуви подачі теплоносіїв до сушильної камери та датчики температури та вологості сировини. Таким чином буде забезпечено підтримання стабільної температури сушіння та дотягнеться координація роботи усіх механізмів і машин, забезпечиться автоматичне змішування сухих напівфабрикатів.

Висновки. Запропонована система управління дозволяє досягати високої якості сушеного продукту за рахунок автоматичної підтримки оптимальних умов сушіння. Зменшити енерговитрати за рахунок координації роботи усіх виробничих машин. А також, як наслідок, підвищити продуктивність лінії зі збереженням високої кількості корисних речовин у сушених грибах.

Section
18

**Automation and
computer-integrated
technologies**

Секція
18

**Автоматизація та
комп'ютерно-
інтегровані технології**

**18.1.
Innovative solutions for
integrated automated
management systems**

**Chairperson – professor Igor Elperin
Secretary – associate professor Viktor Sidletskyi**

**18.1.
Інноваційні рішення для
інтегрованих
автоматизованих
систем управління**

**Голова підсекції – професор Ігор Ельперін
Секретар – доцент Віктор Сідлецький**

1. Використання підходів ISA-88 для управління періодичними технологічними процесами в харчовій промисловості.

Олександр Пупена

Національний університет харчових технологій

Вступ. У харчовій промисловості періодичні (порційні, Batch) виробництва та процеси займають вагомий долю, зокрема це пивоварне, масло-молочне виробництво а також фармацевтичне. Періодичне виробництво виділяється частою зміною вимог до процесів, що супроводжується складністю в управлінні. На передових підприємствах світу вже давно впроваджені стандарти рецептурного керування, які базуються на ISA-88, що значно покращує їх ефективність. Тут пропонується огляд основних концепцій ISA-88 та їх використання в системах управління періодичним виробництвом.

Матеріали та методи. Стандарти ISA-88 розроблені з урахуванням наступних специфік періодичних виробництв: багатосортиментності виготовлюваної продукції при використанні одного і того ж обладнання, частоті зміни рецептури та добавлення нових рецептів, інтеграції з іншими підсистемами, збереження даних та їх ідентифікації по кожній партії, оптимальне завантаження обладнання (ефективне планування, графіки виробництва). Вони базуються на 3-х ключових ідеях: розмежування рецептурного управління та управління обладнанням; декомпозиція рецептів та виробничого обладнання; врахування в рецептурному управлінні як ручних так і автоматичних операцій. Ці стандарти лягли в основу стандартів інтегрованого виробництва (ISA-95), тому їх використання є бажаним для будь-якого типу виробничих процесів.

Результати. Виділення рецептурного управління дає можливість створювати та модифікувати процедурні технологічні операції не змінюючи програмне та технічне забезпечення в системі управління. Тобто процедурне управління визначається технологом, а апаратне – спеціалістом з автоматизації. Багаторівневість рецептів (загальний, місцевий, майстер-рецепт та керівний) дає можливість розробляти єдиний рецепт незалежно від конкретного обладнання, послідовно доводячи його на місці виробництва до рівня устаткування, що використовується. Декомпозиція функцій управління забезпечує необхідну гнучкість та упорядкованість.

Групою дослідників нашої кафедри ведуться роботи в декількох напрямках:

- розробка основної концепції побудови програмного забезпечення на базі MEK 61131 та ISA-88;
- створення (на базі MEK-61131) бібліотеки універсальних модулів управління (control modules) для харчових виробництв, які включають усі необхідні функції для використання в інтегрованому виробництві;
- розробка універсальних апаратурних об'єктів (equipment entity) рівня агрегатів (equipment module), апаратів (unit) як конструктивних елементів харчового виробництва;
- адаптація універсальних об'єктів та розробка специфічних об'єктів для молочної промисловості.

На даний момент триває апробація бібліотеки універсальних модулів управління. У якості об'єкта управління вибрано молочне виробництво, на рівні АСУТП – станція СІР мийки. Підхід на базі ISA-88 дає можливість поетапного впровадження системи на різних рівнях управління. Уже на початкових етапах впровадження використання даного підходу показали його переваги в гнучкості та діагностуванні.

2. Використання Raspberry Pi для автоматизації технологічного об'єкту

Юрій Руських, Олександр Юхименко, Євген Проскурка
Національний університет харчових технологій

Вступ. Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi був розроблений компанією Raspberry Pi Foundation, як бюджетна система для використання в навчальних цілях при вивченні інформатики. Згодом Raspberry Pi набув широкого застосування та великої популярності. На даний момент Raspberry Pi використовується в проектах “розумний будинок”, автоматизації невеликих об'єктів та інших проектах.

Матеріали і методи. Завдяки наявності на платі Raspberry Pi контактів вводу/виводу GPIO до нього можливо підключити різні датчики та виконавчі механізми. Як приклад розглянемо використання Raspberry Pi для автоматизації технологічного об'єкту до якого входить нагрівач, вентилятор та датчик температури (рис. 1).

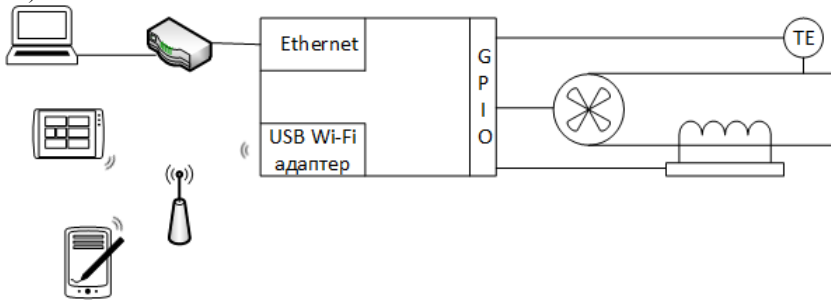


Рис. 1. Використання Raspberry Pi для автоматизації технологічного об'єкту.

Задача полягає в підтримці температури в певних межах на виході з об'єкту. В залежності від поставленої задачі управляючим діянням може виступати вентилятор, змінюючи його швидкість обертів, або нагрівач, змінюючи напругу на нагрівачі. Датчик температури ds18b20 вимірює температуру в діапазоні $-55...+125^{\circ}\text{C}$ та підключається до Raspberry Pi за допомогою шини зв'язку 1-Wire. Управління нагрівачем або вентилятором відбувається за допомогою широтно-імпульсної модуляції (ШИМ, pulse-width modulation (PWM)).

Використання в Raspberry Pi операційної системи Linux дає змогу написати програму управління об'єктом на C++ або на іншій мові програмування. Наявність на платі порту Ethernet та порту USB дає можливість підключити Raspberry Pi до мережі через кабель Ethernet або при наявності USB Wi-Fi адаптера через Wi-Fi. Підключення Raspberry Pi до мережі дає можливість віддалено управляти об'єктом за допомогою ноутбука, планшета або смартфона.

Також є можливість встановити в Raspberry Pi MySQL або одну із багатьох інших баз даних для збору та збереження технологічних змінних при управлінні технологічним об'єктом.

Результати. В даній роботі були представлені способи використання Raspberry Pi при управлінні технологічним об'єктом.

Висновки. Використання Raspberry Pi при автоматизації технологічного об'єкту дає не тільки змогу віддаленого управління об'єктом та збір і збереження технологічних змінних, а ще можливість використовувати алгоритми штучного інтелекту написані на C++ або іншій мові програмування при управлінні технологічним об'єктом.

3. Керування автоклавом періодичної дії

Олег Клименко, Віктор Трегуб

Національний університет харчових технологій

Вступ. Автоматизовані системи керування об'єктами періодичної дії (ОПД) реалізують як алгоритми логічного, так і динамічного керування. Перші забезпечують перехід від стадії до стадії та від операції до операції, другі реалізують динамічне керування, в основному під час робочої стадії.

Матеріали і методи. Особливістю динамічного керування об'єктами періодичної дії (ОПД) порівняно з об'єктами неперервної дії (ОНД) є те, що перехідні процеси у ОПД, пов'язані з переходом з початкового стану, який характеризується вектором x_0 , у кінцевий стан, якому відповідає вектор x_k , є корисними і забезпечують отримання готового продукту цих об'єктів. В ОНД ж перехідні процеси виникають під дією збурень і характеризують відхилення від номінального технологічного режиму, тому при розв'язанні задачі динамічного керування ОПД необхідно, насамперед, врахувати особливості функціонування цих об'єктів.

Розробка системи динамічного керування (СДК) переходом з початкового у кінцевий стан залежить від багатьох факторів, але, насамперед, від того, чи задає функцію переходу технологічний регламент (ТР). Найбільш простий випадок розв'язання такої задачі виникає тоді, коли ТР жорстко задає функцію переходу, в значить і траєкторію руху об'єкту із початкового у кінцевий стан. У цьому випадку розробка програматора, основного компонента СДК, що реалізує функцію переходу, зводиться до переносу останньої на машинні носії.

Якщо ТР не задає цю траєкторію, а тільки накладає обмеження на зміну керування величин, то можливі два варіанти побудови СДК. Перший – це системи програмного керування (СПК), другий – системи керування за обмеженнями (СКО). Найбільш ефективним способом створення програми при відсутності вказівок у ТР є оптимізаційний, який потребує розв'язання задачі динамічної оптимізації.

Побудова СДК у вигляді СПК розглянута на прикладі стерилізатора періодичної дії.

Результати. Оскільки для цих апаратів функція переходу задана технологічним регламентом, відповідно до якого відхилення температури в автоклаві від завдання на стадії витримки не повинне перевищувати 2 °С, використовуємо регламентний спосіб створення програми. Можлива побудова як одноконтурної так і комбінованої програмної САР.

Висновки. Моделювання зміни температури в автоклаві при використанні одноконтурної системи показало, що вона виходить за межі встановлені ТР, а отже дана САР не може застосовуватись. Відповідно доцільним є використання комбінованої САР. В цьому випадку визначається передаточна функція компенсатора, що не охоплений зворотним зв'язком, а отже не призводить до зменшення стійкості системи, а перехід від дільниці до дільниці реалізується з допомогою логічних пристроїв.

4. Генетичний алгоритм в задачах багатокритеріальної оптимізації

Володимир Полупан

Національний університет харчових технологій

Вступ. Більшість розв'язуваних практичних задач допускають пошук рішень, що є оптимальним згідно з кількома критеріями. Однак, більшість методів, що використовуються для вирішення цих задач, використовують єдиний критерій оптимізації. У цьому випадку задача багатокритеріальної оптимізації зводиться до онокритеріальної або до декількох онокритеріальних задач оптимізації.

Матеріали та методи. Генетичні алгоритми добре зарекомендували себе в якості методів пошуку у великих областях практично при повній відсутності інформації про властивості цільової функції і обмежень, в різних дослідженнях було розроблено декілька методів і підходів використання генетичних алгоритмів для вирішення таких задач.

Результати та обговорення. Розглянемо загальний випадок векторної багатокритеріальної задачі. Знайти

$$\min f(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)] \quad (1)$$

де $x = [x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n]^T$ – вектор рішень, $i = 1, 2, \dots, n$, n – кількість змінних; $j = 1, 2, \dots, k$. Вектор $f(x)$ критеріальний вектор. Вектор x називають Парето-оптимальним рішенням задачі (1) тоді і тільки тоді, коли не існує іншого вектора рішень x^* такого, що $f_j(x^*) \leq f_j(x)$ для $j = 1, 2, \dots, k$, при чому хоча б для одного j це обмеження виконується строго.

Метод рангів Голдберга заснований на методі приписування рангів Бейкера для онокритеріальної оптимізації. Згідно основної концепції оптимальності в сенсі Парето, всі особини в кожній популяції повинні володіти однаковим потенціалом репродукції. Для виконання цієї умови, Голдберг «сортує всі особини за ступенем не домінування», присвоює ранги в такий спосіб:

– спочатку розглядається вся популяція, визначається безліч не домінуючих рішень в сенсі Парето і всім цим не домінуючим особинам в поточній популяції (вибірці); присвоюється ранг 1 і поміщають їх на початку списку;

– Потім розглядається інша частина популяції і шукається серед них наступна партія не домінуючих особин; присвоюється їм ранг 2;

– Процес цей повторюється до моменту розгляду і оцінки всіх особин в популяції;

– Припускаючи, що для даної популяції було згенеровано R підпопуляцій і присвоєні їм різні ранги, функцію пристосованості можна розрахувати за формулою:

$$f(x) = -r(x) + r + 1, \quad (2)$$

де $r(x)$ – ранг популяції не домінуючих рішень x

Висновки. Наведені підхід і метод застосування генетичного алгоритму для вирішення задач багатокритеріальної оптимізації. Наведено приклад рішення багатокритеріальної задачі, використовуючи один із стандартних методів (метод рангів Голдберга) генетичного алгоритму.

Література

1. Schaffer J.D. Multiple objective optimization with vector evaluated genetic algorithm // J.J. Grefenstete

5. Моделювання системи нечіткої та адаптивної нейронечіткої логіки для системи керування потужністю парового котлоагрегату

Лалін Михайло

Національний університет харчових технологій

Вступ. На промислових підприємствах останнім часом популярним є встановлення власних теплоелектроцентралей невеликої потужності, що дозволяє підприємству економити кошти на купівлі електроенергії в постачальних компаній, та отримувати для власних потреб пару і електроенергію закупаючи лише основне паливо.

Матеріали і методи. Для вирішення проблеми динамічної зміни навантаження на котлоагрегати ТЕЦ невеликої потужності можливо використати системи нечіткої логіки. Як один з можливих варіантів є блоки нечіткого висновку (так звані FUZZY системи), для керування потужністю котлоагрегату. В ній керуюча дія формується за рахунок перевірки на відповідність нечітких правил до дійсних значень параметрів системи. Створення правил відбувається згідно досвіду оператора, тобто відтворює його дії при зміні параметрів.

Результати та обговорення. Отримані результати (рис.1) показують що динамічно зі зміною витрати пари та електроенергії змінюється навантаження на роботу котлоагрегату у вигляді зміни завдання регуляторам.

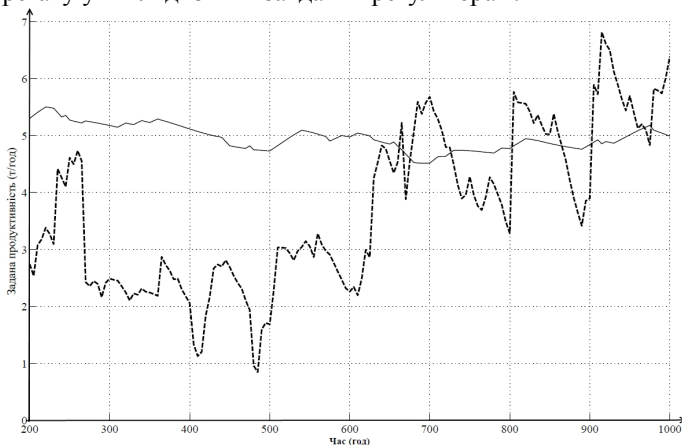


Рис.1 Зміна витрати газу отримана на виході блоків FUZZY та ANFIS

З рис.1 видно що система оснащена адаптивним нейронечітким блоком (показано пунктирною лінією) більш чутливо реагує на зміну навантаження, оскільки в ній передбачено більше правил що адаптовані під варіацію вхідних даних, на графіку з робочого проміжку 200-800 годин видно вихідна кількість пари на виході з котла варіюється в межах 1-7 т/год при заданих 9, в моменти коли попит на пару низький продуктивність падає практично до нуля, а наявний попит компенсується паром з проміжного накопичувача, таким чином йде економія палива на котлоагрегат.

Висновок. Порівнявши результати роботи нечіткого блоку та адаптивної нейронечіткої мережі (ANFIS) видно що зі зміною споживання пари та електроенергії підприємством більш краще реагує на дані зміни блок ANFIS - мережі, який динамічно налаштовує необхідну для поточних потреб виробництва робочу потужність котлоагрегату.

6. Концепція розробки програмного забезпечення для програмованих логічних контролерів з урахуванням сучасних стандартів інтегрованого виробництва

Путятіна Вікторія Анатоліївна

Національний університет харчових технологій

Вступ. Інтегровані системи управління виробництвом потребують надійних підготовлених даних на рівні управління технологічним процесом. Сучасні стандарти для програмованих логічних контролерів не визначають моделей даних та керування, що ускладнює їх інтеграцію в систему управління виробництвом MES. У роботі пропонується концепція розробки прикладного ПЗ для ПЛК на базі ISA-88.

Матеріали та методи. Найбільш проробленими і апробованими механізмами означення моделей керування технологічними процесами – описані в ISA-88. Цей стандарт перш за все орієнтується на періодичні процеси та виробництва, як найбільш складні з точки зору керування, але основні концепції можуть бути використані в основі побудови систем керування іншими типами виробництв. Стандарт не базується на певних апаратних чи програмних платформах, тому може бути реалізований у тому числі і на базі ПЛК з використанням мов MEK 61131-3.

Результати. Розроблювальна концепція базується на реалізації в ПЛК об'єктної моделі обладнання, відповідно до понять ISA-88. Кожен апаратний об'єкт (Equipment Entity) представляє собою функціональний блок або функцію, та набір даних, що дозволяє реалізовувати обмін з верхнім рівнем. Структура даних та поведінка функцій/ФБ сумісна з визначеною в стандарті ISA-88, тобто базується на автоматах станів, режимах. Процедурні елементи та базове керування теж базується на стандартних поняттях. Таким чином, кінцевою метою є розробка каркасу взаємопов'язаних бібліотечних елементів, які б забезпечували реалізацію базового набору модулів керування (Control Module) та ряду агрегатів (Equipment Module), незалежно від об'єкта керування, а також визначення механізму їх імплементації в об'єкти вищого рівня. Серед типових апаратних об'єктів на рівні модулів керування (Control Module) пропонується виділяти:

- канали ПЛК (дискретні входи, дискретні виходи, аналогові входи, аналогові виходи, комунікаційні): для діагностики каналу, прив'язки логічних каналів до фізичних;
- технологічні змінні (аналогові вхідні, аналогові вихідні, дискретні вхідні, дискретні вихідні): для повної обробки інформації з процесу, включаючи прив'язку до каналу, фільтрацію, масштабування, інверсію і т.п.; для зручності відлагодження процесу; для функцій імітаційного моделювання; для функцій технологічної сигналізації;
- виконавчі механізми (запірні клапани, регулюючі клапани, двигуни, насоси): для функцій керування зі зворотним зв'язком; для зручності відлагодження процесу; для функцій імітаційного моделювання; для функцій технологічної сигналізації; для ведення статистики;

Висновки. Даний підхід проходить апробацію в лабораторіях кафедр ІАСУ а також на підприємствах харчової промисловості.

7. Розробка бібліотеки програмних МЕК 61131-сумісних елементів для модель орієнтованого керування насосними агрегатами.

Старенький Сергій Віталійович

Національний університет харчових технологій

Вступ. Насосні агрегати та станції займають значну долю усього обладнання на виробництві. Не дивлячись на порівняно нескладне керування ними та контроль за їх роботою, ресурси керуючого обладнання ще далеко невичерпані, а функціонування таких агрегатів далека за ідеальну. У роботі пропонується розробка бібліотечних елементів для реалізації функцій керування насосними агрегатами на базі сучасних підходів ISA-88, інтелектуальних засобів керування та імітаційних моделей.

Матеріали та методи. Враховуючи стрімке зростання темпів впровадження інтелектуальних засобів керування двигунами (пристроїв плавного пуску, частотних перетворювачів, інтелектуальних пускачів) а також інтеграцію їх в єдину систему керування з використанням промислових мереж, є сенс базуватися на вбудованих інтелектуальних функціях цих засобів. У якості моделей керування використовуються прийняті в ISA-88 моделі, в яких насосні агрегати як правило займають рівень агрегатів (equipment modules). У якості стандартів керування інтелектуальними приводами використовуються МЕК 61800-7.

Результати. Зробивши аналіз типових вимог до насосних агрегатів, визначили, що бібліотечні елементи, що реалізують функції керування повинні забезпечувати:

- типові функції керування двигунами насосів з/без зворотним зв'язком: включення/відключення двигунів насосів з/без контролем стану; регулювання швидкості обертання з/без зворотним зв'язком; блокування насосу (аварійний зупин з блокуванням включення);
- типові функції керування насосами зі зворотним зв'язком по витраті/тиску/моменту/реле протока: включення/відключення двигунів насосів; регулювання витрати або тиску зі/без взаємної корекції, базову сигналізацію стану насосу: відслідковування значень за зворотнім зв'язком за вказаними уставками; моделеорієнтовану сигналізацію: відслідковування значень за зворотнім зв'язком по розрахунковим «модельним» значенням;
- переключення/включення зпареного насосу: автоматичне переключення при аваріях; планове переключення (рівномірний розподіл); включення додаткового насосу для збільшення витрати/тиску; ведення статистики: загальний час простою; кількість включень; кількість відмов; загальний час напрацювання; час після ремонту і т.п.; робота в імітаційному режимі: вихідні змінні не зв'язуються з реальними виходами ПЛК; оптимальне керування;
- процедурне керування: пряме керування з рецептів відповідно до ISA-88;

Висновки. У результаті роботи таких елементів очікується: виявлення схованих неполадок: коли вимірювальні значення не виходять за межі аварійних але розбігаються з розрахунковими; прогнозування тривог до їх виникнення: за рахунок аналізу швидкості зміни параметру, непрямі вимірювання; попередження простоїв: аналіз статистичних даних допомагає у визначенні проблем; зменшення часу наладки та спрощення виявлення несправності: комплексний аналіз може виявити причину а не тільки факт несправності; зменшення часу створення програми: готові універсальні бібліотечні елементи використовуються в якості будівельного блоку; зменшення вартості експлуатації: використання оптимальних режимів роботи.

6. Розробка програмного каркасу для управління молочним виробництвом на базі підходів ISA-88

Роман Міркевич, Олександр Пупена

Національний університет харчових технологій

Вступ. Молочне виробництво характеризується високим ступенем складності технологічних процесів, покладених в основу випуску багатоасортиментної продукції. При цьому більшість процесів є періодичними, а випуск продукції проводиться по партіям, які потребують ідентифікації та відслідковування. Для таких типів виробництва у всьому світі добре зарекомендували себе підходи управління, що закріплені в стандартах ISA-88 “Batch control”, які необхідно розвинути для молочних підприємств України.

Матеріали та методи. У роботі використовуються підходи, вперше визначені стандартами ISA-88 та розвинуті в напрямку інтегрованого виробництва в стандартах ISA-99. ISA-88 визначає фізичну і процедурну моделі виробництва. Робота передбачає використання цих підходів при створенні програмного каркасу для програмованих контролерів та засобів SCADA/HMI. Використання підходів ISA-88 в молочному виробництві передбачає розробку типових елементів фізичної моделі (моделі обладнання) та керування для них, тобто типових апаратурних об'єктів (Equipment entity) та бібліотечних блоків для процедурного керування.

Результати та обговорення. На даному етапі розроблений та проходить апробацію елементи каркасу з типових елементарних модулів керування (Control module), в тому числі таких як «канали ПЛК», «технологічні змінні» (AI, DI, AO, DO), виконавчі механізми типу «Дискретний клапан», розроблені на базі середовища TIA Portal для ПЛК S7-300 та SCADA Zenon (CopaData). Розроблений перший варіант фізичної моделі виробництва цільномолочної продукції на рівні технологічної комірки (Process Cell). Додатково до визначених стандартом режимів управління (Mode) та станів (State) визначені ряд доповнень, зокрема режим імітації, форсування та динамічне налаштування тривоги. Тому кожен апаратурний об'єкт (Equipment Entity) має вбудований алгоритм імітаційного моделювання своїх входів та виходів а також відповідний режим моделювання для налагодження системи та діагностування процесу (управління з еталонною моделлю). У режимі імітації на вихід модуля управління подається вихід з його моделі, при цьому модель приймає всі сигнали від системи управління, реагує на них і надсилає зворотню відповідь. Можна перевіряти реакцію системи управління на різні нештатні ситуації, здійснювати перевірку алгоритмів та ін. Вхідні «технологічні змінні» мають режим форсування (насиленої зовнішньої зміни). Межі аварійної та попереджувальної сигналізації налаштовуються процедурним керуванням

Висновки. Підходи, описані в ISA-88 дуже добре підходять до молочного виробництва. Нами початі роботи по його адаптуванню відповідно до особливостей молочного виробництва, з означенням необхідного моделорієнтованого управління для покращення діагностування та ефективності процесу. Це лягло в основу розробки програмного каркасу, який це враховує.

9. Впровадження інтелектуальних систем у виробництво солоду пивоварного

Дмитро Мацебула, Ігор Ельперін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Виробництво солоду нараці потребує значних змін у системі контролю та управління процесом, що пов'язано із неконтрольованістю багатьох фізико-хімічних та біологічних процесів при його виробництві.

Матеріали та методи. Дослідженням процесу виробництва солоду займалося багато вчених, велика частина робіт присвячена дослідженню пророщування і сушіння солоду, оскільки дані процеси мають найбільший вплив на його якість, складністю протікаючі процесів і неповним дослідженістю.

Результати та обговорення. Багато дослідників займалися створенням моделей процесів, що протікають, були створені моделі, які з певними припущення і обмеженнями описували процес. Залежно від типу, моделі можна розділити на класичні (системи диф. рівняння) і інтелектуальні (нейронні мережі). Автори класичних моделей відзначають, що створені моделі мають певні припущення і повинні бути заново побудованими навіть для аналогічних солодовень з іншими параметрами. Автори, які використовують нейронні мережі досліджують в основному зміна вмісту вологи, не звертаючи уваги на інші показники, або для візуальної оцінки солоду за кольором.

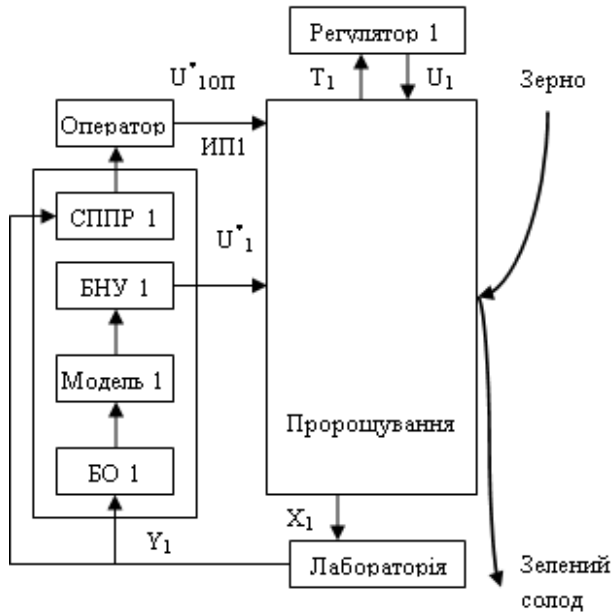


Рис. 2. Система управління пророщуванням

Висновки. Вирішити вищезгадані проблеми, залишивши систему управління на такому ж рівні неможливо. Для зменшення впливу «людського фактора», зменшенні затримок у прийнятті рішень необхідно додати в існуючу систему управління систему підтримки прийняття рішень (СППР), а для можливості нівелювання коливань вихідних показників

10. Автоматизація керування вбудованими системами

Владислав Близнюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Системи управління позиціонуванням маніпуляторів не містять повної інформації про параметри та умови виконуваної роботи: зазвичай програма включає інформацію про початковому і кінцевому положеннях робочого органу маніпулятора з набором алгоритмів поведінки об'єктом позиціонування в залежності від можливих станів зовнішнього середовища, а сенсорне забезпечення дозволяє автоматично коригувати програмні дії на основі одержуваної інформації шляхом відповідної зміни керуючих впливів, тобто додатково реагувати на зміну параметрів і умов роботи зміню алгоритму управління, що покращує якість управління, спрощує програмування, розширює можливості об'єктом позиціонування. Системи адаптивного управління застосовуються в фасувальних, дозувальних і складальних промислових об'єктах, що вимагають просторових та геометричних підходів позиціонування.

Матеріали та методи. Найбільш досконалими є інтелектуальні системи управління, які здатні формувати програму дій об'єктом позиціонування відповідно до поставлених загальними цілями і завданнями в умовах невизначеності параметрів виконуваної роботи і навколишнього оточення, тобто вирішувати інтелектуальні завдання за допомогою отримання, запам'ятовування і цілеспрямованого перетворення інформації в процесі навчання і виконання дій, а також адаптації до постійно змінюваних умов довкілля. Такі системи, погодившись з інформацією, отриманої за допомогою сенсорних пристроїв, формують в пам'яті модель зовнішнього середовища, виробляють план дій, накопичуючи досвід і самовдосконалюються в процесі навчання, виконання роботи та взаємодії з зовнішнім середовищем. Інтелектуальні системи управління знаходяться поки в стадії теоретичної, експериментальної та дослідно-конструкторської розробки.

Результати та обговорення. Використання одноплатних комп'ютерів для управління технологічними маніпуляторами має ряд переваг, а перш за все із самої назви одноплатний комп'ютер, тобто різні частини комп'ютера, які зазвичай розташовуються на окремих платах, тут представлені на одній. До того ж ця плата має відносно невеликий розмір. В нашому випадку це одноплатних комп'ютерів Raspberry Pi. Він є повнофункціональним комп'ютером. Він володіє всіма атрибутами справжнього комп'ютера: виділеним процесором, пам'яттю і графічним драйвером для виведення через HDMI. На ньому навіть працює спеціальна версія операційної системи Linux. Тому на Raspberry Pi легко встановити більшість програм для Linux. Варто трохи попрацювати - і Raspberry Pi можна використовувати як повноцінний медіа-сервер або емулятор відеоігор. Хоча в Pi і відсутня внутрішнє сховище даних, на цьому комп'ютері можна використовувати смарт-карти в якості флеш-пам'яті, яка обслуговує всю систему. Таким чином, можна швидко вивантажувати для налагодження різні версії операційної системи або програмних оновлень. Оскільки пристрій забезпечує незалежну з'єднаність по мережі, його можна налаштувати і для доступу по SSH, або пересилати на нього файли по протоколу FTP.

Висновки. Вимоги до сучасних технологічних процесів, вимагають, як правило, використання різноманітного і складного додаткового. Це пояснюється великим розходженням характеристик технологічних процесів і специфічністю умов їх протікання.

11. Роботизоване керування технологічними процесами

Ярослав Мельничук

Національний університет харчових технологій

Вступ. За своїм характером існуючі технологічні процеси можна розділити на два види: перші, в результаті яких виріб якісно перетворюється в процесі обробки, і другі, що забезпечують лише переміщення продукції без якої-небудь зміни її характеристик. До перших технологічних процесів відносяться, наприклад, механічна обробка, коли заготовка після ряду операцій, змінюючи свої розміри і форму, перетворюється в потрібну деталь; збірка, коли окремі деталі утворюють складний виріб. Прикладами технологічних процесів другого виду можуть служити сукупності транспортно-перевантажувальних операцій, що виконуються в пунктах перевантаження, на складах, терміналах і т.п.

Матеріали та методи. Роботизоване керування технологічними процесами, якісно перетворює промислове підприємство, і вимагає, як правило, використання різноманітного і складного додаткового обладнання і периферійних пристроїв. Різноманітність обладнання пояснюється великим розходженням характеристик технологічних процесів і специфічністю умов їх протікання. Тому багато технологічних процесів в багатьох галузях промисловості оснащуються універсальними маніпуляторами з широкими функціональними можливостями і складними периферійними пристроями.

Основним елементом для таких ліній є електромашинний виконавчий механізм до якого входить є електричний двигун постійного або змінного струму. Такі виконавчі механізми зазвичай називають електроприводами, тому що електропривод - це електромеханічна система, що складається з електродвигуна, електричного перетворювача, механічного передавального, керуючого і вимірювального пристроїв, призначена для приведення в рух виконавчих органів робочої машини і керування цим рухом.

Результати та обговорення. У роботі в пристроях переміщення використовуються два типи двигуна: кроковий - електромеханічний пристрій, що перетворює сигнали в кутове переміщення ротора з фіксацією в заданому положенні. І серводвигуни - мають зворотний зв'язок, і якими можна управляти через ланцюг контролера шляхом збільшення і зменшення струму. Крокові мають меншу потужність і швидкість, і значно дешевше серводвигунів. Кроковий двигун - двигун постійного струму без зворотного зв'язку. Кожен імпульс, поданий контролером (драйвером) на обмотки такого двигуна, змушує повертатися його вал на строго певний кут (крок). Однак, крок може бути пропущений через малий крутний момент або в результаті резонансу.

Серводвигун - двигун постійного або змінного струму, асинхронний або синхронний, керований сервоконтролером. На відміну від крокового двигуна у нього є зворотний зв'язок по положенню ротора, який найчастіше реалізується за допомогою енкодера. Наприклад, якщо потрібно повернути вал серводвигуна точно на величину, скажімо, 5 повних обертів, то цьому переміщенню буде відповідати строго певна кількість імпульсів від енкодера, яке залежить від кількості імпульсів.

Висновки. Для проекту по розробці рухомого маніпулятора було використано серводвигун, тому що в нього є такі переваги: безшумність і плавність роботи, надійність і безвідмовність, висока точність і швидкість переміщень, можливість застосування в відповідальних пристроях.

12. Системи управління позиціонуванням маніпуляторів

Денис Подлесний

Національний університет харчових технологій

Вступ. Технологічні процеси, пов'язані тільки з переміщенням продукції, відрізняються однотипністю (захоплення вантажу - перенесення - укладання), однотипністю вантажів, досить суворого організацією процесу, оскільки переміщувана продукція зазвичай розташовується в стандартних ємностях (піддонах, контейнерах, ящиках і т.п.) , і порівняно низькою необхідною точністю укладання вантажів. Ці особливості з однієї сторони полегшують завдання роботизації, дозволяючи широко застосовувати відносно недорогі маніпулятори з простими рідко змінюваними робочими органами і порівняно невисокою маневреністю і точністю позиціонування.

Матеріали та методи. За способом позиціонування, системи управління маніпуляторами поділяються на позиційні, контурні і комбіновані. При позиційному управлінні задаються початкова та кінцева положення робочих органів роботів, а їх переміщення відбувається "від точки до точки" відповідно до заданої програми.

Результати та обговорення. У свою чергу, позиційні системи управління діляться на малоточкові з числом точок позиціонування, не більше вісімдесяти і багатоточкові з числом програмованих позицій до декількох сотень, обмеженим лише об'ємом пам'яті і похибкою позиціонування. При контурному позиціонуванні положення робочого органу визначено в кожен момент часу, тобто постійно проводиться позиціонування з урахуванням моделі зовнішнього середовища і внутрішнього стану кінематичних ланцюгів самого робота. У комбінованих системи управління забезпечується як позиційне, так і контурне управління. Так, наприклад, в процесах дозування для скорочення тривалості циклу наведення робочого органу промислового робота в вихідну позицію проводиться по упорів (позиційне керування), а при виконанні операцій виборки браку застосовується безперервне контурне позиціонування. За способом подання командної інформації системи управління роботів поділяються на електромеханічні, циклові, аналогові, числові і гібридні. В електричних СУ геометрична інформація представлена у вигляді фізичного аналога - певного положення упору, кулачка або копіра, настройки реле часу і т.п. В результаті створення і впровадження автоматичних маніпуляторів повинен виходити, досить високий економічний ефект. Оцінка ефективності проводиться порівнянням: а) комплекс з базовим (існуючим або загальноприйнятим) варіантом реалізації технологічного процесу; б) різних технічно можливих варіантів доповнення комплексів автоматичними маніпуляторами стосовно конкретного технологічного процесу; в) комплекси з сучасними жорсткопрограмованими пристроями, поточними лініями і спеціальними машинами, які також могли б комплексно механізувати і автоматизувати даний процес. При розрахунку капіталовкладень слід враховувати, що роботизація виробництва, крім капітальних витрат в рамках створюваного автоматизованого комплексу, може зажадати додаткових витрат

Висновки. При розрахунку ефективності роботизації виробництва слід враховувати, крім чисто економічних, і соціальні чинники, які полягають, по-перше, в зниженні числа робочих, зайнятих монотонним і важкою працею, що знаходяться в небезпечних, для здоров'я умовах; по-друге, в зростанні духовного і творчого змісту роботи; по-третє, в підвищенні загальної культури виробництва і якості продукції.

13. Керування роботами маніпуляторами в промисловості

Олександр Карацюпа

Національний університет харчових технологій

Вступ. У міру розвитку приладобудування, вдосконалення автоматики та автоматичного управління роботизація процесів все більше впроваджується у виробництво. Рух виконавчих механізмів став ще різноманітнішим, у маніпуляторів з'явилися «спеціальності». Такі роботи маніпулятори називаються промисловими. Вони мають механічну «руку», якою керують з пульта управління, і систему важелів і двигунів, що приводять її в дію.

Матеріали та методи. Роботи-маніпулятори не мають навіть віддаленої подібності з живою істотою, але зате можуть піднімати і переносити вантажі. Найбільш поширені маніпулятори з дистанційним керуванням і механічної «рукою», закріпленої на рухомому або нерухомому підставі.

Результати та обговорення. На рис 1 показаний робот маніпулятор та стрілками наведено ступені свободи робота. Ефективна експлуатація промислових роботів залежить насамперед від їх безпечної та безаварійної роботи. Маніпулятор робота, що представляє собою багатоланковий механізм, часто значних розмірів, що володіє декількома ступенями рухливості і переміщається з досить високою швидкістю, може виявитися в будь-якій точці робочої зони несподівано для робітника, заподіявши йому дуже серйозну травму, аж до смертельно. Тому одним із специфічних особливостей, з якою доводиться стикатися, в першу чергу, при експлуатації промислових роботів, є їх підвищена небезпека для обладнання і обслуговуючого персоналу.

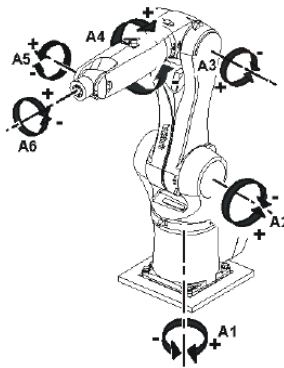


Рис 1 Робот-маніпулятор

Рухи або дії робота можуть бути настільки складні, що навіть оператор не може певнено припускати, якими вони будуть в наступний момент. Наприклад, "відключений" на перший погляд робот може раптово запалити зварювальну дугу, почати рух "руки", стиснути губки загарбного пристрою. Поведінка робота, визначається програмою, що управляє і якістю елементів пристрою управління, в разі помилок в програмі яких збоїв в мікросхемах може стати взагалі непередбачуваним.

Висновки. Крім розробки програмного забезпечення по керуванню роботом маніпулятором необхідно передбачити і безпеку обслуговуючого персоналу, в якого вимушена необхідність знаходження персоналу в робочій зоні в безпосередній близькості від робота при його навчанні або технічному обслуговуванні.

14. Керування електродвигунними виконавчими механізмами

Євгеній Кадура

Національний університет харчових технологій

Вступ. Основним елементом електромашинного ІМ є електричний двигун постійного або змінного струму. Такі виконавчі механізми зазвичай називають електроприводами, тому що електропривод - це електромеханічна система, що складається з електродвигунного, електричного перетворювача, механічного передавального, керуючого і вимірювального пристроїв, призначена для приведення в рух виконавчих робочої машини і керування цим рухом.

Матеріали та методи. Найпростіший електродвигун складається з ротора (постійного магніту), змонтованого на рухомому валу, і двох дротяних котушок, розташованих в зовнішньому корпусі двигуна. Дротові котушки є магнітними нерухомими полюсами. Котушки створюють сильне магнітне поле, коли через них проходить електричний струм.

Результати та обговорення. Сучасна наука і технологія дозволяють у багатьох випадках реалізувати кожний двигун, а іноді і групу двигунів, у вигляді окремих мехатронних модулів. При наявності відповідного програмного забезпечення такі модулі дозволяють створювати високоефективні інтелектуальні виконавчі механізми, відпрацьовують команду про завдання руху, що надходить від задаючого пристрою з більш високого рівня системи управління, в заданий механічний рух регулюючого органу об'єкту управління.

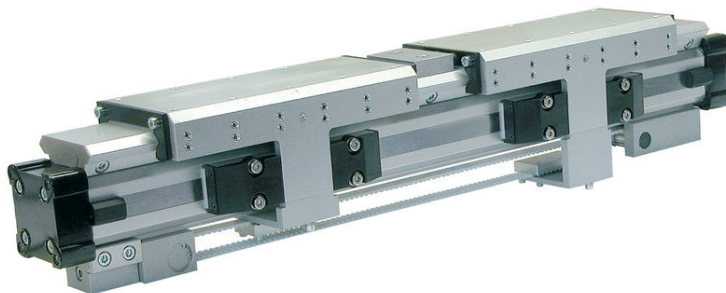


Рис 1 Мехатронний модуль

Першими мехатронних модулями електромашинних механізмів стали модулі руху типу «мотор-редуктор», які являють собою компактне конструктивне об'єднання електродвигуна і редуктора. Зменшуються габаритні розміри механізмів, відсутність з'єднувальних муфт спрощує монтаж і наладку механізмів, покращує його динамічні і точнісні властивості. Подальше конструктивне об'єднання цих модулів з вимірювальними пристроями датчиків швидкості і переміщення призвело до створення мехатронних модулів руху для інтелектуальних механізмів.

Висновки. Останні десятиліття ознаменувалися значними успіхами силової електроніки - було освоєно виробництво модулів силових перетворювачів на основі біполярних транзисторів з ізолюваним затвором. Ряд таких модулів випускається з вбудованими засобами захисту силових ключів в аварійних режимах та діагностики несправностей, а також інтерфейсами для безпосереднього підключення до мікропроцесорних блокам управління рухом приводу (контролерам руху). Інтеграція контролерів руху і силових перетворювачів у вигляді єдиного вузла

15. Інтелектуальні механізми в системах управління

Павло Гладюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Сучасна технологія виготовлення вимірювальних перетворювачів механічних величин (швидкості, прискорень, переміщень) і технологія інтегральних схем дозволяють створювати мехатронні датчики, у яких електромеханічна вимірювальна та електронна перетворювальна частини (наприклад аналого-цифровий перетворювач) об'єднані в одному корпусі.

Матеріали та методи.

У мікропроцесорній системі управління, контролер використовує цифрову інформацію. У більшості випадків, ця схема як правило побудована на мікропроцесорі або на базі мікроконтролера (ПЛК). ПЛК виконує програму, яка повторюється циклічно (кожне повторення є ітераційним скануванням). ПЛК читає вхідні змінні і дані уставки, а потім використовувати цю інформацію та відповідно до програми формує вихідні сигнали в контролері.

Результати та обговорення. В більшості систем управління контролю аналогових процесів. Це означає, що, у багатьох випадках, цифрова система управління повинна спочатку перетворити реальні аналогові вхідні дані в цифрову форму, перш ніж вони можуть бути використані. Аналогічним чином, вихідний сигнал цифрового контролера повинен бути перетворений з цифровій формі назад в аналогову форму. Рис 1 показує блок-схему цифрової системи управління зі зворотним зв'язком.

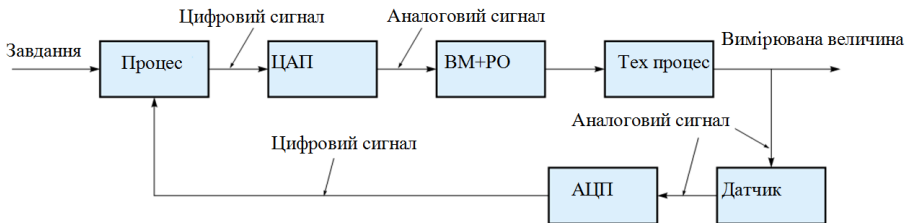


Рис 1 Структурна блок-схема системи управління зі зворотним зв'язком

В даний час під інтелектуальними системами управління розуміються системи, орієнтовані на обробку та використання знань. В інтелектуальній системі можна виділити наступні шари обробки невизначеної інформації (шари інтелектуальності): прогноз подій; самонавчання та адаптація; робота з базами подій, знань і формування рішень; виконавчий шар. У самому нижньому виконавчому шарі можуть використовуватися класичні моделі систем автоматичного управління. Шари більш високого рангу можна розглядати як надбудову над класичними моделями, відповідно сучасним інформаційним технологіям роботи зі знаннями і істотно розширює можливості цих моделей. Під інтелектуальним механізмом (приводом) зазвичай розуміється привід з системою управління.

Висновки. В даний час розробляється нове покоління високоякісних адаптивних виконавчих механізмів зі ступенем інтелектуальності у великому, у яких функціонування системи управління охоплює вже три нижніх шару інтелектуальності. При цьому функціональні можливості самонавчання та адаптації забезпечуються за рахунок сучасних технологій експертних систем і нейро-структур.

16. Управління проектами при впровадженні систем автоматизації

Назар Федорич

Національний університет харчових технологій

Вступ. Основне призначення планування проекту - забезпечити виконання робіт і досягнення кінцевих результатів проекту. Планування передбачає визначення цілей і параметрів взаємодії робіт і організацій-учасниць, розподіл ресурсів і прийняття інших організаційних, технологічних і економічних рішень, що забезпечують досягнення поставлених у проекті цілей.

Матеріали та методи Традиційно склалася така система планів: 1) на доінвестиційній стадії у складі концепції проекту, бізнес-плану, попереднього ТЕО - попередній план реалізації проекту з урахуванням потреб в основних видах ресурсів і обґрунтуванням інвестицій; 2) на стадії розробки проектно-технологічної документації у складі проекту організації реалізації проекту:

Результати та обговорення. У методології управління проектами сформовані три фундаментальних рівні управління: концептуальний, стратегічний і тактичний. Для кожного з них має бути розроблений відповідний план.

На концептуальному рівні управління визначають цілі та завдання проекту; розглядають альтернативні варіанти дій для досягнення намічених результатів з оцінкою негативних і позитивних аспектів кожного варіанта; визначають концептуальні напрямки реалізації проекту, зокрема опис предметної області, укрупненої структури робіт і логіки їх виконання; попередньо оцінюють тривалість і вартість проекту, а також потреба в ресурсах.

На стратегічному рівні управління визначають: етапи проекту, що характеризуються термінами завершення комплектації об'єктів і виробничих потужностей, обсягами випуску продукції; цільові етапи й основні напрямки роботи, що характеризуються термінами матеріалізації об'єктів і виробничих потужностей, обсягами випуску продукції; етапи проекту, що характеризуються термінами завершення комплексів робіт, постачання продукції (устаткування), підготовки фронту робіт; планують кооперацію організацій-виконавців; виявляють потреби в матеріальних, технічних і фінансових ресурсах з розподілом за роками та кварталами. Основне призначення стратегічного плану - показати, наскільки проміжні етапи реалізації відповідають кінцевим цілям проекту. Стратегічний план встановлює стабільне зовнішнє та внутрішнє середовище і фіксовані цілі для проектної команди, забезпечує загальне бачення проекту. На цьому рівні фокусують увагу на проміжних етапах плану, що дає змогу розподілити роботу між підрозділами проектної команди з метою забезпечення подальшого виконання проекту.

На тактичному рівні управління розробляють поточні та оперативні плани. Поточні плани уточнюють терміни виконання комплексів робіт за роками та кварталами і потреби в ресурсах, визначають чіткі межі між етапами робіт, за виконання яких відповідають: різні організації-виконавці. Оперативні плани деталізують завдання на місяць, тиждень або добу за комплексами робіт.

Висновки. Центральне місце у розробці систем автоматизації посідає планування проекту, завданням якого є - складання й коригування розкладу виконання робіт, згідно з яким роботи, які виконуватимуть різні організації, взаємно узгоджуються в часі, на всі роботи. Таке узгодження має гарантувати дотримання заданих обмежень (щодо термінів робіт, лімітів ресурсів, фіксування цін тощо) і оптимальний розподіл ресурсів.

17. Обмін технологіями при впровадженні нових систем

Артемій Балнов

Національний університет харчових технологій

Вступ. Єдність форматів української, російської та європейських мереж створює передумови для ефективної спільної роботи. Орієнтація на професійних учасників процесу трансферу технологій. Мережі трансферу технологій передбачають передачу методології роботи існуючим суб'єктам інноваційної інфраструктури. Такі організації вже мають базу клієнтів для надання послуг з трансферу технологій.

Матеріали та методи. Єдність форматів. Технологічна інформація, яку використовують для обміну між собою учасники мереж трансферу технологій, надається в єдиному форматі. «Українська мережа трансферу технологій» (UTTN). Українська мережа трансферу технологій реалізує європейську (EEN) та російську (RTTN) моделі роботи та має на меті залучення наукового потенціалу

Результати та обговорення. Відкритість мережі для нових учасників. Широке залучення нових учасників мережі дозволяє надавати клієнтам унікальні можливості для просування їх технологічних пропозицій/запитів не тільки в межах однієї країни, але і за кордоном. Трансфер технологій, який також називається передачею технології, являє собою процес передачі навичок, знань, технологій, методів виробництва, зразків виробництва і складових об'єктів технологій між урядами та іншими установами з метою забезпечення науково-технічного прогресу. Трансфер робить технології доступними для широкого кола користувачів, це сприяє подальшому використанню і відтворенню технологій, а також створення нових продуктів, процесів, матеріалів або послуг. Виділено такі напрямки міжнародного трансферу технологій: біотехнологія - медичне та промислове застосування передових генетичних досліджень, спрямованих на створення нових ліків, гормонів та інших лікувальних продуктів для використання у медицині та сільському господарстві. Технології наук про життя людини - застосування наукових досягнень у медицині (інших ніж біологічних). Оптико-електроніка - розвиток електронних продуктів і компонентів, які проводять світло та реагують на нього. Комп'ютери і телекомунікація - розвиток продуктів, що обробляють всезростаючий обсяг інформації за короткий проміжок часу. Електроніка - розвиток електронних компонентів (без оптико-електронних компонентів), таких як інтегральні схеми, плати, рідкі кристали та інші подібні компоненти, що дозволяють значно удосконалити і розвинути основні функції, а також мініатюризувати вироби. Комп'ютеризоване виробництво - розвиток технологій для автоматизації промислового виробництва, наприклад - роботів, машин і апаратів з числовим програмним управлінням, автоматизованих засобів транспортування, що дозволяє значно підвищити гнучкість виробництва і зменшити включеність людини у технологічний процес. Нові матеріали - удосконалення і створення матеріалів, таких як напівпровідники, оптичні фібер кабелі, відео диски тощо, які дозволяють удосконалити застосування інших передових технологій. Аерокосмічні технології - виробництво вертольотів, літаків і космічних апаратів (без супутників зв'язку), реактивні авіаційні двигуни, літальні тренажери та автопілоти. Озброєння - розвиток технологій військового застосування. Атомні технології - розвиток обладнання атомних електростанцій.

Висновки. України до світового комерційного обороту. Методологія роботи, а також формати представлення технологічних запитів/ пропозицій в мережах – сумісні з форматами та методологією європейської мережі EEN.

18. Розробка структурних схем комплексу технічних засобів

Гліб Соколовський

Національний університет харчових технологій

Вступ. При розробці систем керування необхідно показувати склад комплексу технічних засобів і зв'язки між окремими технічними засобами або групами технічних засобів, об'єднаними з яких-небудь логічним ознаками (наприклад, спільного виконання окремих або декількох функцій, однакового призначенням).

Матеріали та методи. Структура КТС АСУ (при необхідності) може бути представлена кількома схемами, першою з яких є укрупнена схема КТС АСУ в цілому. Документ допускається включати самостійним розділом у документ «Опис комплексу технічних засобів».

Результати та обговорення. Структура комплексу технічних засобів АСУ може бути представлена кількома схемами, першою з яких є укрупнена схема в цілому. Елементами схеми можуть бути умовні позначення окремих технічних засобів або їх груп, об'єднаних за будь-яким логічним ознаками (наприклад, спільного виконання окремих або декількох функцій, однакового призначенням і т. д.) рис 1.

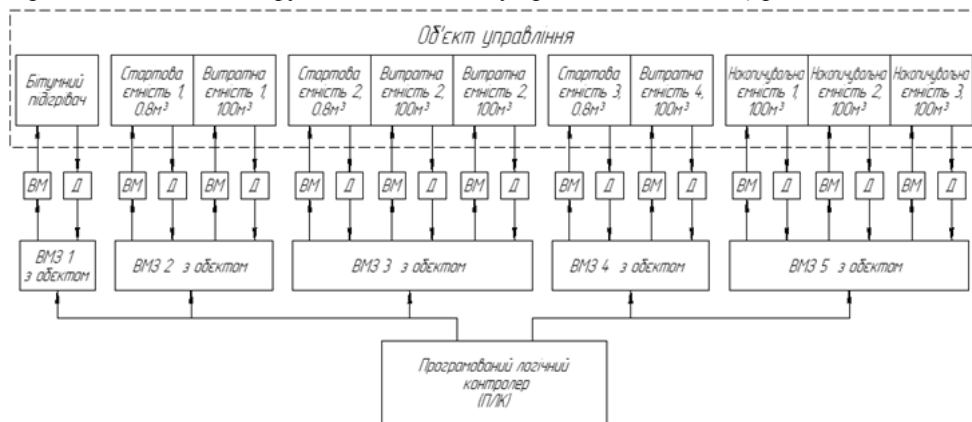


Рис 1 Структурна блок-схема схем комплексу технічних засобів

Якщо на структурній схемі потрібно вказати план розташування засобів технічного забезпечення, що виконується при розробці технічного проекту, повинен визначати розташування пунктів управління і засобів технічного забезпечення, що потребують спеціальних приміщень або окремих площ для розміщення. Документ допускається включати самостійним розділом у документ «Опис комплексу технічних засобів». План розташування технічного забезпечення, що виконується при розробці робочого і технічного проектів повинен показувати плани і розрізи приміщень, на яких має бути вказано розміщення засобів технічного забезпечення; датчиків з відбірними пристроями, виконавчих механізмів, пристроїв телемеханіки та зв'язку, засобів обчислювальної техніки, кабельних і трубних проводок і т. п.

Висновки. Необхідність розробки структурних схем залежить від об'єкта управління, виду АСУ та прийнятих при її проектуванні технічних рішень. Це пояснюється тим, що при розробці систем керування необхідно показувати склад комплексу технічних засобів і зв'язки між окремими технічними засобами або групами технічних засобів, об'єднаними з яких-небудь логічним ознаками .

19. Розробка та друк 3D моделей

Ткаченко Антон

Національний університет харчових технологій

Вступ. Як відомо, існує кілька методів 3D друку, проте всі вони є похідними адитивної технології виготовлення виробів. Незалежно від того, який 3D принтер використовується, побудова заготовки здійснюється шляхом пошарового додавання сировини.

Матеріали та методи Досить важливою задачею є використання відповідного автоматизованого програмного забезпечення, що дозволяє оптимізувати вагу, конструктивну особливість будь-яких об'єктів. Генерація різних внутрішніх структур (всередині 3D-моделі), дозволяє встановити і змінювати характеристики міцності виробу, робити їх повністю гнучкими, пружинистими, вентильованими і так далі.

Результати та обговорення. В цілому етапи по створенню 3D принтера можна в такій послідовності: розробка кінематичної схеми, розробка силової схеми, розробка управляючої системи, розробка CAD моделі, розбиття моделі на шари. Якщо розглядати використання 3D принтера в освітніх програмах то можна припустити, що кожний навчальний предмет може отримати вигоду з технології 3D друку. Це можна пояснити тим, що в процесі дослідження тепер є можливість перевірити свої ідеї на матеріальних моделях виготовивши прототип розробленої конструкції, які перед цим були розроблені на 2-ох чи 3-мірних кресленнях.

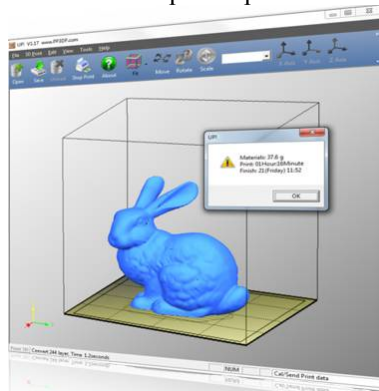


Рис 1 Об'ємна деталь для друку

Дослідження в цьому напрямку дозволили розвинути технології так, що на даний час вчені можуть друкувати людські органи із живої тканини. Також можна відзначити, що у січні 2015 року в лондонській лікарні Святого Томаса на основі даних, що надходили з магніто - резонансного томографа (МРТ), була роздрукована пластикова копія серця дворічної дитини для визначення аномалій при адаптації в лікуванні. Проте як видно із тенденції розвитку 3D друку в перспективі буде не просто виготовлення 3D-принтерів, а повністю автоматизованих систем виробництва. Причому автоматизована система із 3D-принтерів буде робити велику частину операцій самостійно, без участі людини.

Висновки. Технологія відкриває ряд нових можливостей. Розроблені елементи конструкцій можуть бути представлені реальними об'єктами, що будуть набагато цікавішими і для студентів і для викладачів.

20. Система управління мобільною структурою в просторі

Віталій Сюрменко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Управляюча система мобільною структурою в просторі, структурно складається з системи управління, інформаційно-диспетчерської системи і системи зв'язку. Функціональні можливості розробленої структури - її універсальність і гнучкість, точність позиціонування та швидкодія.

Основою керуючого пристрою мобільною структурою є локальна управляюча плата, що забезпечує виконання алгоритму управління виконавчими пристроями структури і формування керуючих сигналів.

Матеріали та методи. В якості рушійного механізму використовується обертальний пристрій. На даний час є велика різноманітність конструкцій пристроїв обертання, в яких використовують різні мотори обертального руху - високомоментні низькообертовий і високооборотні пневмо-, гідро- і електродвигуни. Високомоментні низькообертовий мотори можуть безпосередньо з'єднуватися з обертається ланкою, що значно спрощує конструкцію модуля обертального руху. До найбільш компактним редукторів відносяться планетарні і хвильові, при використанні яких пристрій повороту може бути встановлено в безпосередній близькості від обертальної кінематичної пари, що істотно спрощує конструкцію і обслуговування маніпуляторів. У нашому випадку для переміщення використовуються серводвигуни Springtc SM-S4315M, що здатні розвивати 17кг/см² крутного моменту при подачі напруги живлення величиною 6В.

Результати та обговорення.

Кожний елемент структури містить три ланки (стегно, гомілка і стопу). Елементи розробленої моделі здатні генерувати два основні ступені свободи за допомогою шістнадцяти механізмів. Ця система виконує двох координатний рух наступним чином: в момент згину однієї діагоналі інша діагональ видовжується що спричиняє зміну геометрії структури, і кінцівка переміщується в перед. Аналогічно процедура відбувається і для другої кінцівки

Реалізація завданого режиму, що формується із диспетчерської станції, передається на одноплатний комп'ютер, а дой в свою чергу на локальні управляючі пристрої. Таким чином, система управління має ієрархічну структуру з декількома рівнями. Важливим властивістю такої системи є обмін інформацією між рівнями.

Ієрархічне управління набагато економніше, ніж жорстко централізоване, є засобом зменшення обсягу оброблюваної інформації і прискорення процесу управління, а головне - дозволяє побудувати реальні технічні системи, які в централізованому виконанні виявилися б надзвичайно складними і навряд чи змогли б повноцінно функціонувати. Ієрархічна організація управління роботом - це прежде_всього розподіл функцій сприйняття, обробки інформації та управління між окремими рівнями ієрархії і підсистемами мобільною структурою.

Висновки. Робота характеризується проектуванням і створенням мобільної структури, керованої дистанційно через управляючу машину, а саме персонально електроно обчислювальну машину. Дана розробка має прикладне призначення, як для побудови рухомих об'єктів промислового виробництва, так і в науково-пізнавальних дослідженнях, що пояснюється динамічним розвитком і широким використанням в виробничих процесах класу промислових роботів

21. Ієрархічна система керування процесами в харчовій промисловості

Віктор Сідлецький

Національний університет харчових технологій

Вступ. Сучасний розвиток засобів автоматизації (технічних і програмних) дозволяє реалізовувати складні алгоритми керування, до яких можуть входити: алгоритми обробки даних технологічного процесу, алгоритми ідентифікації ситуацій для технологічного процесу та його обладнання, алгоритми адаптації до зміни параметрів об'єкта і зовнішніх збурюючих впливів, все це дозволяє тримати значення технологічних параметрів біля їх заданих граничних значеннях, що дозволяє найбільш ефективно використовувати ресурси і матеріали на виробництві.

Матеріали та методи Для кожного рівня ієрархії на сучасному підприємстві при формуванні управляючих діянь з однієї сторони виконуються типові задачі причому незалежно, чи це буде апарат чи технологічна ділянка, наприклад, всі процеси проходять за умови дотримання балансів: матеріальних чи енергетичних, але при цьому також необхідно враховувати множину різнорідних параметрів та обмежень, нелінійностей, випадкових подій, що додають відповідної складності у процесах функціонування системи управління, та для формування кращих керуючих рішень персоналом.

Результати та обговорення. Необхідно систему доповнити додатковим модулем який буде аналізувати роботу ділянки включно із системою керування, потім використовуючи дані аналізу моделювати та перевіряти можливість нештатної ситуації. Так як критична ситуація може розглядатись в дискретній або неперервній площині то й моделювання повинно бути або для появи неперервних або для дискретних подій.

Для таких випадків першим кроком формування управляючих діянь є визначення в якому стані знаходиться система, тобто на скільки вона відхилилась від заданих значень. Тому для того, щоб визначити на скільки система відхиляється від визначеного шляху потрібно щоб був просторовий опис області задач в якому присутня можливість визначити місцезнаходження системи.

Вдосконалене керування технологічним процесом як правило відповідає загальній концептуальній архітектурі інтелектуальної системи управління і містить наступні основні модулі: інформаційну базу (може входити також і база знань) з розвиненими механізмами виведення, систему пояснення та людино машинний інтерфейс. Складність моделювання реальними об'єктами полягає в тому, що для них іноді не можливо розробити відношення між "входом" і "виходом", тобто розробити адекватну, явно задану, математичну модель може бути складно. Тому в таких випадках досить часто використовують імітаційне моделювання, де реальна система розбивається на ряд досить малих (у функціональному відношенні) елементів або модулів і з метою інтеграції інформаційних технологій в систему керування, використовують теорію ситуаційного управління. Потім поведінку вихідної системи імітується як поведінка сукупності цих елементів, певним чином пов'язаних (шляхом встановлення відповідних взаємозв'язків між ними) в єдине ціле.

Висновки. Але самою головною відмінністю підходів до розробки вказаних систем є простота конфігурування і розробка. До складу системи повинно входити множина необхідних елементів. Серед них: системи програмування, бібліотеки стандартних елементів, налаштовані мережеві інтерфейси та протоколи, тобто актуальним є напрямок вдосконаленого керування технологічним процесом,.

18.2. Automated process control

**Chairperson – professor Anatolii Ladaniuk
Secretaries associate professor Lidiia Vlasenko, Olena Shkolna**

18.2. Автоматизоване управління технологічними процесами

**Голова – проф. Анатолій Ладанюк
Секретарі доц. Лідія Власенко, ас. Олена Школьна**

1. Проведення системного аналізу ТК молочного виробництва на основі факторно-цільового підходу

Лідія Власенко, Євгенія Кронг

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Під час функціонування технологічного комплексу(ТК) молокозаводу виникає ряд специфічних завдань, результатом вирішення яких є збільшення прибутку підприємства, оптимізація витрат, зменшення втрат виробництва та мінімізація часу на прийняття управлінських рішень.

Матеріали і методи. Ефективне управління ТК молокозаводу можливе лише після ретельно системного аналізу. Одним з основних методів є факторно-цільовий аналіз.

Результати. Для ефективного функціонування молочного підприємства необхідно враховувати цілий ряд особливостей даного типу підприємств. А саме: багатоасортиментність виробництва, схильність готової продукції до швидкого псування, обмежений термін реалізації продукції, особливі вимоги до зберігання та доставки продукції в мережі роздрібною торгівлі та інші. Це лише невелика частина джерел появи невизначеностей при роботі ТК, які мають бути враховані для розробки ефективної стратегії управління молокозаводом.

Суть факторно-цільового аналізу полягає у виділенні цілей, що поставлені перед системою та факторів впливу, що визначають дію оточення на досягнення системою її цілей.

Виділені при системному аналізі ТК молочного виробництва цілі та фактори зазвичай структуровані, тобто складаються з підцілей та підфакторів. Отриманий в результаті список цілей та факторів може виявитися занадто громіздким. Крім того, елементи цього списку нерівнозначні, і різною мірою впливають на ефективність роботи молокозаводу. Тому виникає задача: з урахуванням думок експертів проранжувати цілі та фактори і визначити з них найвагоміші.

В результаті проведення факторно-цільового аналізу ТК молокозаводу були виділені цілі функціонування ТК, та фактори, що впливають на їх досягнення поставлених. За допомогою матриці взаємодії простих цілей, та обчислення інтегральної оцінки цілей (Q_i) кількість цілей було скорочено більше як на 20%. Після розробки матриці впливу факторів на досягнення простих цілей кількість факторів впливу була суттєво зменшена. Скорочення кількості цілей та факторів впливу, при подальшій розробці А – сценарію, дозволяє враховувати лише ті з них, що мають найважливіше значення.

Висновки. Використання факторно-цільового аналізу дозволяє суттєво скоротити кількість цілей та факторів, які характеризують роботу молокозаводу, зменшити час прийняття та підвищити ефективність рішень на їх основі.

2. Керування комплексом сушіння молока із застосуванням ресурсозбережних заходів

В'ячеслав Швець

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Основне завдання сушіння - видалення вологи з матеріалу, чому передують попереднє перетворення цієї вологи в пару. Практично не вивченими є динамічні характеристики керування по каналах: «витрата повітря на вході в сушильну вежу - температура повітря на виході із сушильної вежі», «температура згущеного молока - температура повітря на виході».

Матеріали та методи. Для проектування систем автоматизації комплексів сушіння молока, необхідно забезпечити задані вологість продукту і продуктивність установки. Сушильна установка як об'єкт регулювання вхідними параметрами приймаємо – вологість згущеного молока, температуру і вологовмісткість. Зміна параметрів теплоносія – це збудуюча дія. Керуючі дії – витрата згущеного молока, теплоносія і витрата пари. Конструкція установки і небезпека займання продукту обмежує використання вхідних параметрів - температури повітря і витрати пари, не дивлячись на невеликі коефіцієнти передачі по цих каналах.

Результати та обговорення. Надійних і точних засобів експрес-контролю вологості сухих сипучих продуктів промисловості не випускає, тому для керування процесом використовують не прямий параметр – температуру повітря на виході. Вологість сухого молока і температура повітря на виході – взаємопов'язані. Затрати на енергоресурси складають значну частину вартості готової продукції. Важливий контроль витрат на всіх стадіях виробничого процесу, починаючи від прийому сировини, палива, матеріалів і закінчуючи випуском готової продукції та її відправку до споживача. Одними з найбільших втрат під час виробничого процесу є теплові втрати. Складемо модель статички технологічного процесу сушіння молока на основі рівняння теплового балансу, причому можна знехтувати втратами тепла в навколишнє середовище через стіни сушильної вежі, тому що вони покриті кулею теплозахисної ізоляції $Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$,

де Q_1 - кількість теплоти, що віддає вступникам у сушильну вежу повітрям,

Q_2 - кількість теплоти, що віддає вступникам у сушильну вежу згущеним молоком,

Q_3 - кількість теплоти, одержувана сухим молоком у сушильній вежі,

Q_4 - кількість теплоти, відпрацьованого.

При чому, $Q_1 = LI_1$; $Q_2 = G_{11}c_2T_2$; $Q_3 = G_{K3}T_3$; $Q_4 = LI_2$; де c_2 і c_3 - відповідно питома теплоємність згущеного й сухі молока (Дж/кг), I_1 й I_2 - відповідно питома ентальпія вхідного й повітря, що йде (Дж/(кг ІЗ)), T_2 і T_3 - відповідно температура вхідного й повітря, що йде. Таким чином, рівняння теплового балансу прийме вид:

$$LI_1 + G_{HC2}T_2 = G_{KC3}T_3 + LI_2$$

Висновок. Задаючись значеннями теплофізичних параметрів і варіюючи ними в припустимих межах, можна побудувати сімейство статичних характеристик, що описують різні сталі режими сушильної вежі.

Література

1. Бородін І. Ф., Судник Ю. А. Автоматизація технологічних процесів.- М.: Колос, 2004. - 344 с.
2. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрін В.Н. Технологія й техніка переробки молока. М.: Колос, 2003. 400 с.

3. Використання робастних регуляторів в системах автоматичного керування технологічними об'єктами

Наталія Луцька, Сергій Наку

Національний університет харчових технологій

Вступ. На практиці проектування систем автоматичного управління часто виникає завдання управління об'єктом в умовах, коли апріорна інформація про систему і зовнішньому середовищі відома не повністю, а лише з деякою вірогідністю, що задається інтервалами приналежності (класами невизначеності). При проектуванні складних багатовимірних систем така проблема виникає особливо часто, так як модель об'єкта є компромісом між простотою аналізу та точністю відтворення реального фізичного процесу, і модель тільки в певному сенсі близька до реальної системи.

Матеріали і методи. Сучасні пристрої управління повинні забезпечувати надійне управління об'єктом в різних режимах його роботи, забезпечувати стійкість їх функціонування по відношенню як до обмежених, так і до суттєвих структурно-параметричних збурень, що діють на об'єктів. Такі системи керування відносяться до класу робастних систем.

Існують наступні типи невизначеностей, згідно яких використання робастних регуляторів є необхідним технічним рішенням проблеми автоматичного регулювання в системах з суттєвими невизначеностями.

1. Параметрична невизначеність
2. Структурна невизначеність

Результати. В результаті дослідження якості регулювання об'єктами керування з невідомою або неповною математичною моделлю, проводяться досліди з різними типами збурень та невизначеностей, що діють на автоматичну систему керування. Для перевірки якості системи керування з робастним регулятором по керуючому впливу проведено ряд експериментів з моделями ряду технологічних об'єктів цукрової промисловості. Метод параметричної робастної оптимізації з використанням H_2/H_∞ - норм замкнутої системи дозволяє визначити параметри системи керування, що мала би необхідні характеристики якості і робастності. При цьому система виявляється не чуттєва як до внутрішніх параметричних, так і до зовнішніх турбулентних збурень. Виходячи з отриманих чисельних результатів, можна сказати, що застосування описаного методу для систем наведення досить ефективно. Отримані H_2 - і H_∞ -регулятори забезпечує системі управління робастні характеристики якості і задану точність підтримки параметрів. Розроблено програмні коди (m-файли) в системі MATLAB, що дозволяють автоматизувати процедуру синтезу робастних САР для об'єктів n-го порядку.

Висновки. З допомогою робастних регуляторів вдалося визначити ефективність і можливість їх використання при різних типах невизначеностей.

Література.

1. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами: [монографія] / Луцька Н.М., Ладанюк А.П. – К.: Видавництво „Ліра-К”, 2015. – 288 с.
2. Бахилина И.М., Степанов С.А. Синтез робастных линейных регуляторов при параметрической неопределенности модели и объекта. // Автоматика и телемеханика. 2001. № 1. С. 118 121.

4. Основні задачі керування складним технологічним об'єктом з використанням нейронечітких мереж

Андрій Безуглов

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В основі керування складним технологічним об'єктом(ТО) закладена оптимізація або стабілізація станів механічних, електричних та хімічних процесів у визначених межах, та перешкоджання дії збурень різного характеру для забезпечення якісного управління.

Матеріали і методи. У загальному випадку нейронечіткі мережі(ННМ) використовують у задачах керування методи як класичної так і сучасної теорії керування, до основних задач керування належать: задачі забезпечення - заданого характеру зміни координат чи деяких функцій від них об'єкта управління; задачі компенсації збурень; задачі координації взаємодії підсистем[1].

Результати. Аналіз математичних моделей складних технологічних об'єктів харчової промисловості показує, що вони не враховують змінювання характеристик об'єкта. Нейронечіткі системи дозволяють адекватно моделювати процеси, тобто імітаційне моделювання та апробація на експериментальних даних допомагає відстежити динаміку змін та оптимізувати технологічний процес[2]. Такий підхід позбавляє процес розробки моделей управління від використання складного математичного апарату. На етапах моделювання та у процесі розробки складних систем управління на основі нейронечітких мереж функціональні властивості дають можливість: визначити стан системи в минулому(регресійний аналіз), аналіз системи в поточний час за параметрами та змінними, а також спрогнозувати їх за цими параметрами з допомогою властивостей нейронечітких мереж навчатися та накопичувати знання. Такі системи мають можливість поелементно або в цілому якісно реагувати на сигнали управління, та можуть мати різні характеристики ступеню реакцій на змінювання (під зовнішнім та внутрішнім впливом) власних параметрів та урахування нелінійностей та нестационарностей. Основною відмінністю і особливістю принципу нейронечіткого керування є його широкі адаптивні властивості, тобто такого, що може мати властивості самонастроювання, ідентифікації, підстроювання сигналів та евристичності. Вирішенням широкого спектру проблем слугує різноманітна структура та алгоритми обробки інформації у ННМ, що розширює варіанти об'єктів та систем у яких вони можуть бути використані. В роботі досліджуються можливості аналізу та синтезу систем автоматизації з використанням ННМ для бурякопереробного відділення.

Висновки. При розробці систем автоматизації виникла необхідність аналізу різних нейронечітких мереж, а також можливостей байєсівських мереж для приведення ТО, а також при розв'язанні проблем автоматизації бурякопереробного відділення та послідовної їх декомпозиції на підзадачі за допомогою моделювання і настроювання ННМ, розв'язуються залежності між технологічними рівнями та параметрами у системі не тільки від внутрішніх змінних, але і від зовнішніх, які не представлені у досліджуваних ТО явно. З чого випливає, що ННМ дають можливість широкого вивчення властивостей об'єкта та нові підходи до розв'язання класичних проблем, що відповідає вимогам новітньої теорії автоматичного керування.

Література.

1. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів / [А. П. Ладанюк, О. А. Ладанюк, Р. О. Бойко та ін.].—К: Інтер Логістик Ук-на, 2015.—408с.—(ВП "Едельвейс").

5. Потенціал підвищення економічності систем автоматизації технологічних процесів

Дмитро Кроніковський, Лідія Ліфанова
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Проблема підвищення енергозбереження за рахунок оптимізації систем автоматичного регулювання займалася багато вчених.

Метою дослідження є розкриття необхідності і мотивація підвищення якості САР для підйому управління на якісно новий рівень з метою досягнення економічного ефекту. Економія енергії при управлінні технологічними процесами можлива в напрямках: ресурсо-, енергозберігаючого удосконалення технологічних процесів, оптимізації витрат енергії і підвищення точності управління процесами.

Матеріали і методи. Пропонується використання алгоритму для пошуку економічного управління. Термін "економічний контроль" означає, що контроль зусиль є дорогим і необхідно використовувати максимально ефективно його вплив для забезпечення необхідних якісних характеристик системи.

Алгоритм містить наступні кроки:

1. Вибрати крок зміни елементів впливу;
2. Змінити значення елементів впливу;
3. Оцінити умови зменшення сумарної витрати на управління на поточному кроці;
4. Оцінити умови невиконання чи "зашкалювання" при забезпеченні досягнення завдання сигналом управління;
5. При невиконанні пункту 3 або 4 припинити зміну вагових коефіцієнтів.

Результати. Даний алгоритм оптимізації за витратою енергії носить локальний характер і може бути застосований для одного відділення чи лінії об'єкту. Оскільки максимальний ефект на всіх виробництвах може бути досягнутий лише за умови координації відділень, то доречно зводити всі оптимізаційні алгоритми в ієрархічний критерій. Одним з багатьох варіантів є адитивна функція витрат на управління.

Використання такого підходу дозволить підвищити ефективність використання енергії, що призведе до зменшення собівартості готової продукції.

Висновки Всі використані методики досліджень існуючих систем свідчать про те, що системи автоматизації технологічних процесів мають потенціал до вдосконалення і, зокрема, до економії енергоресурсів і сировини.

Запропоновані варіанти відносяться до трьох різних підходів (ресурсозберігаючому вдосконаленню технологічних процесів; оптимізації витрат енергії, підвищення точності управління процесами) і вказують на можливість використання оптимального підходу в процесах автоматизації.

Література.

1. Ладанюк А.П., Показники функціонування і стійкості систем з багатопараметричними регуляторами / А.П. Ладанюк, Д. О. Кроніковський // Міжнародний науково-технічний журнал «Проблеми управління та інформатики» .- 2011 / -№2, с. 122-129.
2. Ладанюк А.П. Сучасні підходи до проблеми автоматизації теплообмінників / А.П. Ладанюк, Д.О. Кроніковський // Наукові праці НУХТ. К: НУХТ.-№42. -2012з .10-17.
3. Ладанюк А. П. Технологічні об'єкти в структурі оперативної оптимізації виробництва /А. П. Ладанюк, Н.М. Луцька, С. О. Голованов // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. - №2/4(44). С. 41 – 43.

6. Частотні критерії робастності та запасу стійкості лінійних систем

Анатолій Ладанюк, Альона Бирченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Розглядаються робастні системи для керування технологічними об'єктами, які дозволяють досягти кращої якості керування в умовах інформаційної невизначеності в САУ різної складності, а в екстремальних умовах функціонування системи зменшити похибки в управлінні, які можуть спричинити аварійні ситуації.

Матеріали та методи. Для оптимізації лінійних систем на основі різних частотних критеріїв та запасу стійкості виділяють методи робастності, зокрема на основі інтегрального квадратичного критерію. Він зручний, завдяки своїй простоті в математичному відношенні, а також через успішність використання в багатьох практичних задачах. [1]

Показано, що для розробки ефективних АСР доцільно використовувати частотний критерій грубості і робастності, який використовується в такому формулюванні: система є грубою відносно деякої її властивості, наприклад, властивості стійкості, якщо при малих змінах її параметрів ця властивість зберігається, якщо ж властивість зберігається і при великих змінах параметрів, то така система називається робастною. [2]

Для об'єктів з розподіленими параметрами, на які діють поля збурень і важко визначити статичні характеристики, доцільно використовувати робастні методи, які ефективні в умовах статичної невизначеності і засновані на виконанні наступної вимоги: $\alpha 0 \rightarrow \max$, де $\alpha 0$ – вільний член характеристичного рівняння замкнутої системою для забезпечення потрібного запасу стійкості і заданої коливальності системи керування доцільно використовувати додаткові обмеження на розташування домінуючих коренів характеристичного рівняння.

Результати. Метод оптимізації, розроблений на основі інтегрального квадратичного критерію стаціонарних систем, на які діють збурення з невідомими характеристиками, дозволяє вибрати такі значення показника коливальності систем, при яких досягається правильний баланс між фільтрувальними і підсилювальними властивостями систем в областях низьких і резонансних частот.

Методика конструювання квазіоптимальних систем полягає в раціональній апроксимації оптимальних розрахункових передаточних функцій до близьких до них функціям меншої складності з використанням критерію грубості і робастності.

Висновки. Для оптимізації систем автоматичного керування та для забезпечення запасу стійкості лінійних систем доцільно використовувати частотні критерії робастності у відповідності з параметрами систем та своєрідністю технологічного процесу.

Література.

1. Солдатов В.В. Оптимизация линейных робастных систем. / В.В. Солдатов, А.А. Юдин, А.В. Гончаров // Приборы и системы. – 2006. - №8 – с.11-13

2. Зотов М.Г. Частотный критерий грубости и робастности для управляющих устройств различной сложности. / М.Г. Зотов // Приборы и системы. – 2001. - №5 – с.28-30

7. Ідентифікація процесу вирощування дріжджів на основі нейро-нечіткої мережі

Юлія Самійленко, Віктор Трегуб

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасна теорія управління застосовується до широкого класу об'єктів, для яких розробляються системи автоматизації з властивостям адаптації, оптимізації та інтелектуальності. Це стосується, в першу чергу, складних технологічних об'єктів, що функціонують в умовах невизначеності, до яких відносяться і ферментери для вирощування дріжджів.

Матеріали і методи. Використання інтелектуальної системи дозволяє отримувати нові знання, виявляти причинно-наслідкові зв'язки між факторами, що діють на об'єкт управління. Для представлення знань процесу вирощування дріжджів використовують нечітку логіку у поєднанні з нейронною мережею, які на основі створених нечітких логіко-лінгвістичних змінних дозволяє розробляти методи і алгоритми моделювання складним технологічним процесом в умовах невизначеності і неповної інформації [1].

Результати. При створенні інтелектуальної системи управління періодичним процесом вирощування хлібопекарських дріжджів, виникає необхідність ідентифікації об'єкта шляхом нечіткої апроксимації на основі використання апарату нейро-нечітких мереж.

Представимо залежність зміни приросту біомаси щогодини від витрати меляси, аміачної води та ортофосфornoї кислоти у вигляді (1), оскільки вони забезпечують живлення дріжджів [2]:

$$B_{pr} = f(G_m, G_{a.v.}, Q_{orf.k.}) \quad (1)$$

Для побудови нейро-нечіткої мережі процесу вирощування використовується підсистема розробки нейро-нечітких структур ANFIS. На основі задання статистичних вибірок експериментальних даних подачі відповідних компонентів та приросту дріжджів генерується структура нейро-нечіткої мережі, яка відповідно до (1) має три входи та один вихід, має трикутні функції належності для вхідних параметрів, кожна з яких представлена трьома лінгвістичним термами. Навчання нейро-нечіткої мережі (ННМ) здійснювалося на основі гібридного методу та має 100 циклів навчання, встановлене значення похибки навчання рівне нулю. Після проведених навчань ННМ інтерпретована база знань відображається у вигляді поверхонь відгуків вихідного параметру від вхідних.

Висновок. Побудована нейро-нечітка мережа допомагає встановити основні залежності між вхідними та вихідним параметрами процесу вирощування та на основі отриманої бази знань формувати базу знань інтелектуальної системи управління.

Література.

1. Ладанюк А.П. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – К.: «Центр учбової літератури», 2014. – 280 с.
2. Самойленко Ю.О. Моделювання і оптимальне керування періодичними процесами вирощування хлібопекарських дріжджів: дис. кандидата техн. наук.: 05.13.07 / Юлія Олександрівна Самойленко. – К.: НУХТ, 2015. – 143 с.

8. Інноваційний підхід в управлінні брагоректифікаційною установкою

Надія Грищенко, Анатолій Ладанюк

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. На сьогоднішній день для всіх без винятку підприємств спиртової галузі стоїть актуальною проблема отримання не тільки якісної продукції на виході, а і значне зниження її собівартості за рахунок енерго- та ресурсозберігаючих технологій. В зв'язку з цим постає гостра необхідність використання інноваційних підходів в сучасних методах керування для найбільш енерговитратних ділянок спиртових заводів, до яких відносяться бражне та брагоректифікаційне відділення.

Матеріали і методи. Досліджувана трьохколонна БРУ непрямої дії, яка є типовою для діючих спиртових заводів, має ряд особливостей і потребує детального аналізу для оптимального застосування сучасних методів керування.

Робота кожної з колон БРУ та відділення в цілому характеризується складними багатовимірними тепло-, масообмінними та гідродинамічними процесами, тому відноситься до складних об'єктів управління, які різняться своєю багатозв'язністю, нестационарністю, і належить до слабозамкнутих хіміко-технологічних систем. Підтримка необхідних режимів роботи установки потребує врахування узгодженості управління регулюючими змінними, оскільки зміна однієї вхідної величини, як правило, приводить до зміни всіх або декількох вихідних.

Результати та обговорення. Існуючі засоби автоматизації та методи класичної теорії управління БРУ, як складним об'єктом управління (ОУ), лише частково вирішують задачу по зниженню енерговитрат і по підвищенню якісних показників готового продукту. Це пов'язано з особливостями просторового розміщення основного технологічного обладнання, великою кількістю контрольованих параметрів, нестационарністю БРУ, а також із наявністю різного роду невизначеностей.

Для створення єдиної інформаційної системи керування використано інноваційний підхід синтезу сучасних методів робастного та нейрон-мережного управління. Запропоновано інтелектуальну підсистему підтримки прийняття рішень (ПППР), що проводить аналіз виробничої ситуації з урахуванням існуючих ресурсів та обмежень технологічного характеру, оперативно реагує на зміну зовнішніх збурень, приймає рішення по вибору метода керування, що буде ефективним за даних умов (рис. 1).

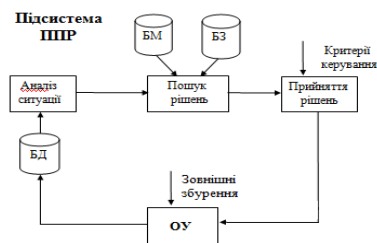


Рис.1. Загальна структурна схема підсистеми ПППР

Висновки. Отже, для якісного та ефективного управління об'єктами такого класу потрібне комплексне рішення, що полягає у взаємовигідному використанні робастного та нейрон-мережного методів керування, який обирається підсистемою ПППР залежно від оцінки виробничої ситуації та критеріїв керування.

9. Multicriterion optimization at a control of the distillation technological processes

Nataliia Novakovska, Vasyl Kyshenko
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Introduction. The causes of origin of multicriterion are the need to ensure the optimal process parameters of the object under different conditions of its operation, ie providing extreme values of optimality criteria in the uncertain conditions in which it is necessary to work and the multiplicity of requirements that apply to the characteristics of a functioning system.

Materials and methods. Distillation unit (DU) specifically refers to such control complicated objects, which are characterized by extremely complex interaction of phases and components, uncertainty, significant nonlinearities, non-stationarity, etc., which in turn requires the use of control algorithms that provide a compromise on Pareto coordination requirements to achieve significant productivity, improve product quality and reduce the cost of material and energy resources. The solution of this complex problem is possible using multicriteria optimization methods, including the method of immediate objectives [1].

Results. The formulation of the problem of optimal control of DU depends on the determination of which of the columns of DU will be leading – mash column (MC) or rectification (RC). The solution of the problem of multicriteria is a compromise by its nature and based on subjective information. The process of finding a solution consists of two stages: the first is the recognition of the situation, and then, using embedded scripts, is performed developing an optimal control in accordance with the criterias of control of distillation technological processes.

It has been investigated interconnection between control criterias, that is shown to us that in multi space (quality, productivity, losses) are areas where you can find the best solutions and vice versa, clearly evident that improving one of the criteria leading to a sharp deterioration of another.

The source of fuzzy information in multicriterion optimization problems is the need of ranking partial criterias and uncertainty in their description. The theory of fuzzy sets is proven to be the most effective tool for formulation and solving the problem of multicriterion optimization at presence of uncertainty of non-statistic character for operation with objects of the linguistic nature.

Multicriteria optimization of DU operation was solved in several stages: formulation of the problem, forming a plurality of options for implementing solutions, structuring objectives and identification of criteria, assessment of the relative importance of the criteria, selection of subsets of optimal solutions by Pareto, description of relations of benefits, consideration of conditions of randomness and uncertainty, justifying the principle of optimality and approval of a final decision.

Conclusions. The multicriterion optimization of DU consists in the choice of necessity control vector in accordance with certain criteria and provides optimization of work of DU in steady operation and allows realization of effective strategies of control in real-time in the conditions of situational uncertainty and conflict.

Література.

1. Lotov A.V. Interactive decision maps. Approximation and Visualization of Pareto Frontier. Appl. Optimization Interactive decision maps. Approximation and Visualization of Pareto Frontier. Appl. Optimization/ A.V. Lotov., V.A. Bushenkov, G.K. Kamenev.– Kluwer Academic Publishers: Boston / Dordrecht / New York / London.– 2004.– 310 pp.

10. Аналіз часових рядів технологічного комплексу цукрового заводу з використанням методів хаотичної динаміки

Марина Сич, Василь Кишенько

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Ефективне керування цукровим виробництвом можливе за умови врахування всіх його особливостей: високий рівень невизначеності, яка проявляється в оцінці технологічних параметрів, особливо показників якості продукції, складність поведінки через явища переміжності, тобто в чергуванні детермінованих технологічних режимів із стохастичними та хаотичними; наявності багатьох цілей керування.

Матеріали і методи. Детермінований хаос пропонує пояснення нерегулярної поведінки та аномалій у системах, які не є стохастичними. Ця теорія представляє широкий вибір потужних методів для аналізу складних технологічних процесів, включаючи відновлення атратора у фазовому просторі, обчислення показників Ляпунова, узагальненої розмірності та ентропії, нелінійне прогнозування і редукцію шумів, а також тести на хаос.

Результати. Головна ідея застосування методів хаотичної динаміки до аналізу часових рядів полягає в тому, що основна структура хаотичної системи, що містить у собі всю інформацію про систему, а саме атратор динамічної системи, може бути відновлений через вимірювання тільки однієї спостережуваної характеристики цієї динамічної системи, зафіксованої як часовий ряд [1]. Важливою кількісною характеристикою атратора, що несе інформацію про ступінь складності поведінки динамічної системи, є кореляційна розмірність D_c . Алгоритм розрахунку D_c заснований на обчисленні кореляційного інтеграла, у якості якого виступає функція $C(\delta)$, для кожного δ рівна нормованому числу пар точок розглянутого об'єкта, відстань між якими не перевищує δ :

$$C(\delta) = \frac{1}{n^2} \sum \varepsilon(\delta - |y_i - y_j|). \quad (1)$$

де $\varepsilon(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } x \leq 0, \\ 1, & \text{якщо } x > 0. \end{cases}$ функція Хевісайда для всіх пар значень i та j , якщо $i \neq j$; $|y_i - y_j|$ – абсолютна величина відстані між точками множини, $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$, де n – кількість точок.

Для аналізу часових рядів функціонування технологічного комплексу цукрового заводу використаний метод нормованого розмаху (RS-аналіз). Даний метод дозволяє на основі показника Херста розрізнити випадковий і фрактальний часові ряди, а також робити висновки про наявність неперіодичних циклів, довготривалої пам'яті і т.д. Досліджувались часові ряди таких важливих показників цукрового виробництва: витрати бурякової стружки, дифузійного соку, сиропу; якісних показників напівфабрикатів та втрат цукру.

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що характер технологічних процесів, підкоряється законам теорії динамічного хаосу. Встановлено, що даний об'єкт є суттєво нестационарним, тому для ефективного керування необхідно використовувати адаптивні алгоритми, в яких за допомогою методів нелінійної динаміки ідентифікуються критичні змінювання.

Література.

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б.Мандельброт. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. — 656 с.

11. Вибір пакету візуалізації вимірювальної інформації при автоматизації виробництва

Лідія Власенко, Володимир Поддукін

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасну автоматичну систему керування технологічним процесом (АСКТП) неможливо уявити без використання SCADA-систем. Ще донедавна головними вимогами при їх виборі були: потужність векторної графіки, можливість і формат імпорту/експорту інформації, наявність специфічних функцій обробки вимірювальної інформації, простота і дружність інтерфейсу, мова програмування, вартість тощо. Сьогодення ставить перед розробниками АСКТП нові вимоги, пов'язані із проблемами швидкого та адекватного реагування особи, що приймає рішення (ОПР) на зміни стану об'єкта через великі масиви динамічно мінливої інформації, що призводить до затримки або помилки при прийнятті рішень [1].

Матеріали і методи. Застосування High Performance HMI (людино-машинного інтерфейсу високої ефективності) передбачає впровадження низки змін для усунення проблеми затримки та (або) помилки в прийнятті рішень ОПР.

Результати. На сьогоднішній день при реалізації мнемосхем будь-яких процесів у якості індикатора статусу об'єктів прийнято використовувати яскраві кольори. Переважно, червоний колір використовують для статусу "Стоп", а зелений для статусу "Пуск". HP HMI пропонує використовувати яскраві кольори тільки для відображення тривоги, адже це зменшує ризик того, що оператор не зверне на них увагу. Використання яскравих кольорів у інших випадках може відволікати оператора, що в свою чергу підвищує ризик його помилки.

Представлення даних є одним із найважливіших чинників, що впливають на якість та своєчасність прийняття рішень ОПР. Доведено, що дані представлені у вигляді чисел часто викликають у операторів труднощі, пов'язані із швидкістю їх оцінки і прийняття оперативного рішення на їх основі. HP HMI на відміну від традиційних SCADA, заснованих на концепції P&ID (Process & Instrumentation Diagram), пропонує свої варіантні рішення вищезазначених проблем.

1. Представлення даних у аналоговій формі. Це пов'язано з тим, що людське око краще сприймає дані у аналоговому виді ніж у цифровому.

2. Використання неагресивних, спокійних кольорів. Наприклад, світло-синій колір відображає діапазон бажаних значень, білий – задовільні значення, сірий – зону тривоги. При досягненні чорного діапазону відбудеться аварійна зупинка.

3. Звести до мінімуму використання недоцільної анімації.

Навіть людина, яка не має жодного поняття про цей об'єкт в цілому, зможе чітко визначити які саме параметри виходять за межі своїх норм, які перебувають в межах норми, а які знаходяться у стані тривоги.

Висновки. Отже, представлення даних в High Performance HMI в аналоговому вигляді дає змогу оператору реагувати на зміну параметрів ще до того, як їх значення увійшло в діапазон тривоги, що суттєво підвищує ефективність і якість процесу керування.

Література.

1. Калядин А.Ю. Выбор SCADA-системы: надежность или простота? / А.Ю. Калядин // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2001.- №3 – с.50-52.

12. Методи вирішення проблем управління для об'єктів із запізнюванням

Дмитро Сюмаченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Запізнювання притаманні багатьом системам керування і, окрім властивостей об'єкта управління, вони пояснюються затримкою в передачі сигналу від засобів вимірювання до регулятора та сигналу керування до виконавчих механізмів [1].

Матеріали і методи. Дослідження ґрунтуються на методах сучасної теорії автоматичного керування. Використано як найбільш ефективні, перевірені часом методи математичного моделювання та оптимізації, так і новітні алгоритми нечіткої логіки, нейронних мереж та їх поєднання.

Результати. Часові затримки (або запізнювання) досить часто спостерігаються в промислових тепло- та масообмінних процесах, при переміщенні сировини та продукції. Запізнювання призводить до того, що інформація про поточний стан об'єкта керування надходить до регулятора пізніше, ніж це необхідно, що може призвести до втрати стійкості замкнутої системи. Складність управління об'єктами з часовими затримками характеризується відношенням величини запізнення до постійної часу об'єкту: чим воно більше - тим важче домогтися необхідної якості регулювання [2]. Наявність запізнювання в складних об'єктах управління ускладнює аналітичний розрахунок регуляторів, то ж класичні підходи обмежують забезпечення ефективного процесу проходження основних технологічних операцій і потребують більш ретельного перегляду.

Проаналізувавши типові одноконтурні системи керування об'єктами із запізнюванням можна зробити висновок, що суттєві часові затримки призводять до збільшення коливальності та зменшення швидкодії, зростання перерегулювання.

Для даного класу об'єктів передбачається використання регуляторів Сміта та Ресвіка, котрі мають свої обмеження в застосуванні. Покращення якісних характеристик перехідних процесів виявилось можливим за рахунок використання спеціальних алгоритмів: багатопараметричних ПІД₂, ПІД₂Д₃ регуляторів, сучасної теорії нечіткої логіки та нейронечітких мереж [3]. Ефективне управління об'єктом із суттєвим запізнюванням реалізовано в системі, що поєднує нечіткий ПІД регулятор та предиктор Сміта. Вдалося отримати перехідні процеси, які в порівнянні зі звичайним ПІД алгоритмом регулювання мають меншу динамічну похибку та швидше виходять на задане значення.

Висновки. Прийнявши до уваги вказані особливості, використання сучасних методів теорії керування дозволить створити якісно нові системи автоматизованого керування для об'єктів із запізнюванням.

Література.

1. Golnaraghi F. Automatic Control Systems / F. Golnaraghi, B. Kuo. – USA: WILEY, 2010. – 944 с. – (9th edition).

2. Haitao Zhang, Jinbo Hu, Wenshao Bu, «Research on Fuzzy Immune Self-Adaptive PID Algorithm Based on New Smith Predictor for Networked Control System», Mathematical Problems in Engineering, vol. 1, pp.1–6, 2015.

3. Vyhlidal T. Delay Systems. From Theory to Numerics and Applications / T. Vyhlidal, J. Lafay, R. Sipahi. – Switzerland: Springer International Publishing, 2014. – 404 с. – (1 edition).

13. Динамічний аналіз критеріальних конфліктів при керуванні процесами брагоректифікації

Андрій Кучер, Василь Кишенько

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. При керуванні складним об'єктом як брагоректифікаційна установка виникає необхідність в багатокритеріальній оптимізації технологічних процесів брагоректифікації. Згортка критеріїв, яка будується за схемою компромісів за Парето, є ситуативною із зміною пріоритетності критеріїв. Для забезпечення необхідної ефективності багатокритеріальної оптимізації технологічних процесів брагоректифікації необхідно провести аналіз ситуаційних конфліктів між критеріями та розв'язати їх, сформувавши при цьому необхідну компромісну згортку критеріїв.

Матеріали і методи. Методи, що використовуються для вирішення поставлених задач, базуються на положеннях сучасної теорії автоматичного керування, теорії конфліктів, методах системного аналізу [1], імітаційного моделювання. Дослідження конфліктів проводиться в декілька етапів: визначення цілей та критеріїв, оцінка інтенсивностей взаємодії сторін конфлікту; класифікація типу конфлікту; імітаційне моделювання процесу функціонування технологічного об'єкта з метою розв'язання конфліктів, що виникли.

Результати. Розроблений алгоритм для виявлення критеріальних конфліктів, який можна використовувати в системах автоматичного керування складними технологічними об'єктами в реальному масштабі часу. Проводиться оперативна ідентифікація математичних моделей окремих колон брагоректифікаційної установки, які відображають зв'язки критеріїв оптимальності (якість продуктів, що визначається міцністю вихідних продуктів колон – бражного дистиляту, епюрату, спирту-ректифікату; продуктивність кожної колони і втрат спирту в кожній колоні) від режимних параметрів: витрати пари, що надходить на кожен колону, витрати бражки, витрати епюрату, витрати спирту-ректифікату, температури бражки, температур на контрольних тарілках колон брагоректифікаційної установки.

Для класифікації конфліктів визначається інтенсивність взаємодії системи за різними критеріями. Інтенсивність взаємодії є функціональна (варіаційна) похідна, яка при взаємодії системи за критерієм E_i та критерієм E_j визначається як

$$\zeta_{i,j} = \frac{\delta E_i}{\delta E_j}, i \neq j \quad (1)$$

За числовим значенням інтенсивності взаємодії систем здійснюється класифікація конфліктів, серед яких виділяють конфлікти антагоністичного характеру (антагонізм, гостре суперництво, негостре суперництво) і неантагоністичного характеру (єдність, симбіоз, співдружність і коаліція).

Висновки. Запропонований алгоритм динамічного аналізу критеріальних конфліктів дозволяє організувати ефективні стратегії керування складними технологічними об'єктами в умовах багатокритеріальності і нестационарності та дозволяє проводити оперативне узгодження критеріїв оптимальності шляхом виявлення і розв'язання конфліктних ситуацій.

Література.

1. Новосельцев В.И. Системная конфликтология/ В.И. Новосельцев. — Воронеж, «Кварта». — 2001. — 176 с.

14. Використання адаптивних алгоритмів керування з метою збільшення ефективності виробництва

Дмитро Шумигай

Національний університет харчових технологійб Київ, Україна

Вступ. На промислових установках основа економічного ефекту від автоматизованих систем керування - якість роботи системи регулювання. Для підвищення якості автоматизованих систем керування повинні бути знайдені відповідні параметри регулятора, але підвищення точності приводить до зменшення запасу стійкості. Тому в складних системах оператори намагаються зменшити налаштування (тобто встановити "слабкі настройки"), щоб система працювала у всіх режимах. "Слабкі настройки" контурів на процес – основний недолік діючих систем регулювання, що знижує прибуток підприємств. Першопричиною ослаблених налаштувань і низької якості функціонування систем регулювання є досить часті зміни характеристик об'єкта.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані загальнонаукові і спеціальні методи. Зокрема, методи системного аналізу та синтезу, методи ідентифікації та моделювання об'єктів, методи статистичного аналізу. Інформаційною базою дослідження виступають роботи вітчизняних і зарубіжних вчених, статистичні матеріали, опубліковані в періодичних виданнях, тощо.

Результати та обговорення. Існують різні методика, що мають покращити якість регулювання: використання моделі для прогнозу регульованої змінної, використання різного роду компенсаторів спостережуваних збурень, використання оптимальних нелінійних управляючих пристроїв, використання адаптивних систем. Для систем з істотно змінювальними характеристиками об'єкта можливі дві стратегії, що призводять до нормальної експлуатації САР, тобто дозволяють виключити постійні відключення регуляторів і перехід на ручне керування: використання "слабких", але всережимних налаштувань або забезпечення адаптації налаштувань регуляторів в системах до мінливих характеристик об'єктів. Нереальність використання на промислових агрегатах існуючих методик розрахунку налаштувань полягає в тому, що всі ці методика в якості вхідної інформації для розрахунку використовують деякі спрощені моделі об'єкта з відомими параметрами (щоб отримати параметри моделі, рекомендується нанести збурення обраної форми регульовальним органом при відключеному регуляторі і записати перехідний процес) або характеристики незатухаючих коливань в замкнутій системі.

Запропонований алгоритм розрахунку налаштувань регулятора не потребує введення додаткового не передбаченого технологічним режимом впливу на об'єкт і полягає у заздалегідь проведеному за допомогою методів ідентифікації та моделювання аналізі впливу зміни параметрів регулятора на якість перехідного процесу та неперервному аналізі статистичних характеристик вибірки технологічної змінної. Виведені формули розрахунку параметрів регулятора можуть бути застосовані до всіх об'єктів після розрахунку відповідних допоміжних коефіцієнтів.

Висновки. На даний момент відсутні прості, надійні і загальноприйнятні методи автоматичної настройки і залишається тільки один вихід: щоб забезпечити необхідний запас стійкості в широкому діапазоні зміни параметрів моделі об'єкта, доводиться установлювати "слабкі" настройки. Альтернативою використанню в промислових системах втрат прибутку через слабкі налаштувань є розробка та побудова адаптивних систем.

15. Аналіз випарної установки цукрового заводу на основі розширеної мережі Петрі

Олена Школьна

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. В даній роботі, на основі розширених мереж Петрі, проведено моделювання та подальший аналіз моделі розподілу вторинної пари випарної установки (ВУ), як однієї з найважливіших підсистем теплоенергетичного комплексу цукрового заводу.

Матеріали і методи. Випарна установка цукрового заводу є складовою теплоенергетичного комплексу, яка не лише споживає гріючу пару від РОУ, а й забезпечує користувачів вторинною парою. Користувачами вторинної пари кожного з корпусів ВУ є наступний корпус випарної установки за технологічною схемою та користувачі за межами ВУ такі, як вакуум-апарати та різноманітні підігрівники. Використання апарату розширеної мережі Петрі дає можливість проаналізувати вимоги та обмеження поставленої задачі.

Результати. В роботі наводиться модель, при побудові якої використано аналітично розширену мережу Петрі, що задана наступним чином:

$$C = (P, D, T, I(T), O(T), D(T), \mu_0), \quad (1)$$

де P - множина вершин-позицій мережі (множина станів); D - множина вирішувальних вершин-позицій. У вершини з даної підмножини фішки не можуть бути поміщені, але наявність вихідної з них дуги, спрямованої до переходу, доповнює умову спрацювання переходу деяким правилом; T - множина вершин-переходів; $I(T)$, $O(T)$ - функції прямої і зворотної інцидентності мережі, що задають множину вхідних і вихідних дуг переходу; $D(T)$ - функція інцидентності для дуг, що пов'язують вирішувальні вершини-позиції і вершини-переходи; μ_0 - початкова розмітка мережі. У моделі використовуються фішки двох типів: фішка першого типу відповідає деякій кількості пари на певному етапі технологічного маршруту. Фішки другого типу використовуються при організації зворотного зв'язку в моделі, наприклад, при вивільненні відпрацьованої пари, що свідчить про потребу певного користувача в новій партії вторинної пари.

Висновки. Розроблена модель розподілу вторинної пари ВУ дає можливість дослідити процес розподілу вторинної пари, наочно представити систему технологічних маршрутів, проаналізувати та оцінити наявні виробничі потужності, створити системи правил прийняття рішень щодо відбору вторинної пари для відповідних потреб з метою подальшого вдосконалення існуючих систем автоматизації тощо.

Література.

1. Савва, Т.Ю. Разработка математической модели загрузки оборудования на предприятии по переработке скоропортящегося сырья / Т.Ю. Савва // Материали секции "Информационные технологии в социально-экономических системах" V Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве». – Орел. - 2012. – [Электронный ресурс] Режим доступа - <http://irsit.ru/files/article/194.pdf>

2. Казимир, В.В. Метод формалізованого опису бізнес-процесів управляючих web-порталів / В. В. Казимир, М. В. Харченко // Математичні машини і системи. - 2015, № 2. – С. 130-138.

16. Побудова бази знань експертної системи якості хлібопекарського виробництва: онтологічний підхід

Дмитро Паньков, Василь Кишенько

Національний університет харчових технологій

Вступ. Для забезпечення оптимального управління технологічним комплексом хлібопекарського виробництва необхідно використовувати систему підтримки та прийняття рішень на основі експертної системи оцінки якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції. Одним із сучасних підходів вдосконалення експертних систем є використання онтологій. Побудова бази знань експертних систем із використанням онтології при наявності стандартизованого словника концептів предметної області спрощує спілкування між експертом і інженером знань при проектуванні бази знань, а також підвищує ефективність прийняття рішень при експлуатації експертної системи.

Матеріали і методи. Онтологія – формально явний опис поняття в предметній області (класів), атрибутів поняття (слотів) і обмежень, накладених на слоти (фацетів). Визначення онтології на базі концептуалізації передбачає виділення її трьох взаємопов'язаних компонентів: таксономії термінів, описів сенсу термінів, а також правил їх використання і обробки у вигляді онтологічної моделі як знакової системи $M = (O, A, R)$, де $O = \{o_1, o_2, \dots\}$ - множина онтологій; A – множина аксіом $\{a_1, a_2, \dots\}$; R - функція, яка ставить у відповідність кожному елементу множини O деяку підмножину елементів з множини A [1]. Система для підтримки онтологічної моделі повинна вирішувати завдання, що виникають на кожному з етапів життєвого циклу. У їх число входить виявлення понять і відношень предметної області, управління змінами і версіями онтологій, пошук елементів онтології, перевірка онтологій

Результати Створена онтологія складається з головного класу Хліб, який включає наступні етапи, що представлені у вигляді класів:

–Підготовка сировини до виробництва (включає в себе підкласи борошно, сіль, дріжджі, вода);

–Технологічний процес приготування хліба (включає в себе підкласи приготування опари, приготування тіста, вистоювання, випікання). Для стадії «випікання» було створено підклас «вихідні показники випікання» і який включає в себе підклас «фізико-хімічні показники». Для фізико-хімічних показників було створено наступні слоти і на ці слоти накладаються свої обмеження (допустимі діапазони технологічних змінних) в залежності від технологічного процесу: вологість готового хліба; маса готового виробу; пористість хліба; температура центра м'якуша; титрована кислотність хліба.

Висновки. Проведена структуризація і формалізація знань області «Технологічний процес хлібопекарського виробництва» на основі онтологічного підходу. На основі створеної онтології розробляються продукційні правила, на мові програмування експертних систем CLIPS, які будуть складати базу знань предметної області технологічного процесу для системи підтримки та прийняття рішень експертної системи.

Література.

1. Гладун А. Онтологии в корпоративных системах/ А. Гладун, Ю.Рогошина // Корпоративные системы. – 2006. – № 1. – С. 41-47.

17. Розробка онтолого-керованих інструментів з метою інтеграції знань в єдину систему

Шаповалов Євгеній Борисович, Шаповалов Віктор Борисович

1 - Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 - Національний центр «Мала академія наук України», Київ, Україна

Вступ. Розв'язання проблеми вибору можливе при створенні системи інформаційного забезпечення з різних галузей суспільного життя. Інформаційні масиви мають містити достатньо інформації для розв'язання проблеми вибору, описуючи у такий спосіб основні та додаткові критерії об'єкта інформаційного опрацювання.

Матеріали і методи. Система-аналізатор має виокремлювати семантичні властивості об'єкта інформаційного опрацювання. В подальшому вибір оптимального параметра досліджуваної системи має здійснюватися шляхом ранжування семантичних властивостей об'єкта, переходячи від найбільш важливого до найменш важливого.

Користувач системи, визначаючи коефіцієнти ранжування, розставляє пріоритети між семантичними характеристиками й обирає значення оптимальних атрибутів характеристик семантичних одиниць об'єкта інформаційного опрацювання. Система здійснює ранжування інформації за релевантністю, враховуючи вагомість кожної семантичної одиниці. Інформація подається у порядку найбільшого співпадіння із заданими параметрами.

Результати. Запропоновано відобразити інформацію у вигляді онтологій. Аналіз об'єктів інформаційного опрацювання пропонується здійснювати у середовищі «ontology». Особливістю середовища «ontology» є можливість реалізації функції добору. Добір здійснюється за попередньо заданими семантичними одиницями.

Інтерфейс середовища «ontology» має блоковий вигляд. З лівої сторони відображено структуру інформаційної системи. Центральний блок візуалізує елементи, а у правій частині міститься детальний опис обраного елемента інформаційної системи.

Для використання в аналітичних цілях застосовується функція «змінити режим перегляду». Онтологія набуває аналітичного вигляду. Інтерфейс аналітичної системи візуалізовано двома зонами. Перша представлена у вигляді таблиці та описує всі семантичні характеристики об'єкта інформаційного опрацювання.

Вона займає основну частину інтерфейсу системи. Друга – складається з переліку семантичних одиниць, за якими здійснюється добір. Користувач може обрати семантичну одиницю, яка його цікавить, та необхідне її значення. Функція «фільтрувати» дає змогу відібрати об'єкт інформаційного опрацювання, який володіє необхідними атрибутами

Побудова онтологічних графів із семантичними характеристиками вершин здійснюється в системі «Excel». Для побудови онтологічного дерева створюють два документи. Перший задає загальну структуру дерева, а другий відповідає за наповнення, зокрема за семантичну відповідність атрибутів характеристикам. Файли компілюють у системі «editor3» і конвертуються в xlm-файл.

Результати. Створено концепцію розміщення та візуалізації інформації у системах «ontology» та «editor3». Концепція передбачає виділення семантичних характеристик об'єктів з метою сортування та швидкого пошуку інформації.

18. Інтеграція наукових ресурсів в єдину онтолого-керовану систему

Шаповалов Євгеній Борисович, Шаповалов Віктор Борисович

1 - Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 - Національний центр «Мала академія наук України», Київ, Україна

Вступ. Наукове дослідження – процес пізнання світу, що ґрунтується на використанні загально відомих та унікальних методів дослідження. Пошук таких методів дослідження є важливим етапом у виконанні наукової роботи, від якого залежить точність і вартість дослідження, похибка вимірювання та власне вимірюваний показник, який дає можливість створити уявлення про об'єкт дослідження

Досить часто дослідник стикається з проблемою вибору обладнання для дослідження. Вона виникає тоді, коли існує вибір з кількох приладів, здатних виміряти однаковий показник. Якщо немає обладнання для виконання роботи, учню необхідно здійснити пошук в інших наукових закладах і дослідницьких лабораторіях.

Матеріали і методи. Створення інформаційно-аналітичної бази наукових приладів є актуальним сучасним напрямом наукової інтеграції. Інтеграційний підхід зменшує затрати часу на добір обладнання та дає змогу обрати необхідний для дослідження прилад з більшою точністю, ніж це зазвичай може виконати людина.

Онтологічний інтерфейс забезпечує для користувачів відображення властивостей об'єктів і їхніх складових як при зборі даних, так і при розробленні лінгвістичних ресурсів, які мають забезпечити здобуття знань про об'єкт. Комп'ютерну онтологію деякої предметної дисципліни можна розглядати як загальнозначущу, відкриту базу знань, представлену загальноприйнятною (формальною) мовою специфікації знань.

Результати. Кожне лабораторне обладнання як об'єкт інформаційного опрацювання характеризується семантичними властивостями. Для добору обладнання необхідно, щоб система чітко їх виокремлювала та класифікувала.

Для підбору необхідного для дослідження лабораторного обладнання визначено такі семантичні характеристики: «Вимірюваний показник», «Діапазон вимірювання», «Одиниця вимірювання», «Точність вимірювання». Онтологію добору лабораторного обладнання. Функціональним у доборі обладнання є ознаки виокремлення «Вимірюваного показника», «Діапазон вимірювання» та «Точність вимірювання».

Функціональним у доборі обладнання є семантична ознака виокремлення «Вимірюваного показника». Актуальність зумовлена тим, що дослідник отримує можливість підібрати декілька приладів з різною назвою, але вимірюють ті самі показники. Наприклад, фотоколориметр і спектрофотометр вимірюють оптичну густину.

Поставлене завдання може не мати класичного вирішення і потребує використання приладу у специфічних цілях. Так, під час наукової експедиції масу каменю оцінювали за допомогою датчика сили. Тому доцільно виокремлювати для характеристики лабораторного обладнання семантичну ознаку «Вимірюваний показник».

Запропонована онтологія здатна вирішувати питання добору обладнання у різних сферах дослідження. Дослідниками було створено веб-орієнтовану онтологічну базу обладнання в галузі хімії, фізики та біології.

Висновки. У процесі роботи проаналізовано актуальність використання онтологій добору під час підготовки до наукового дослідження; запропоновано використовувати для добору обладнання систему «Ontology». Подальші дослідження будуть спрямовані на розширення системи класифікації лабораторного обладнання.

19. Нелінійний рекурентний аналіз поведінки складних технологічних об'єктів

Максим Ляшенко, Василь Кишенько

Національний університет харчових технологій

Вступ. Переважна більшість технологічних процесів харчових виробництв є складними об'єктами керування, однією із характерних особливостей поведінки яких є нестационарність та переміжність, тобто чергування детермінованості, стохастичності і хаотичності. Хаотичні процеси, які спостерігаються в поведінці об'єкта та викликані внутрішніми факторами, у багатьох випадках відіграють конструктивну роль в адаптації складних об'єктів через самоорганізацію. Для організації ефективного керування, заснованого на синтезі керуючих стратегій не примусового, а топологічно погодженого ресурсоощадного характеру резонансної дії, необхідно провести дослідження складних технологічних об'єктів харчового виробництва методами нелінійної динаміки та детермінованого хаосу.

Матеріали і методи. Для аналізу поведінки технологічних об'єктів використовувались часові ряди: дослідження об'єктів керування за часовими рядами (отриманими в процесі експерименту дискретними послідовностями даних) активно розвивається при вивченні складних природних явищ. Засоби дослідження часових рядів є одним з найважливіших інструментів дослідника: вирішуються такі основні завдання: визначення характеру процесів (стохастичність, хаотичність, періодичність, квазіперіодичність і т.п.), виявлення особливостей еволюції (зміна режиму, зміни рівня шуму, зміни трендів і т.п.). В [1] запропонований метод аналізу нелінійних динамічних систем, що розширює можливості нелінійного аналізу часових рядів і заснований на фундаментальній властивості дисипативних динамічних систем - рекурентності (повторюваності станів). Метод рекурентних діаграм оцінює властивості процесів у вигляді геометричних структур, може служити інструментом для виявлення залежностей у спостережуваних об'єктах.

Результати. Аналізувались часові ряди основних технологічних змінних цукрового та спиртового виробництв. Здійснювалась побудова рекурентних діаграм (RP- gessingse plots) як проєкції m - мірного псевдофазового простору на площину. Для аналізу досліджуваних процесів за рекурентними діаграмами використовувались два класи структури: топологія і текстура зображень. При цьому топологія, яка представляється великомасштабними структурами, дає загальне поняття про характер процесу за чотирма класами: однорідний, періодичний, дрейф і білі області. Текстура характеризує дрібномасштабну структуру діаграми і складається з окремих точок, діагональних, горизонтальних і вертикальних ліній і відображається на деяку кольорову палітру. Здійснювалась оцінка кількісних показників поведінки об'єкта як міри рекурентності, детермінізму, ентропії, замирання, чистоти, затримки, тренда, стохастичності.

Висновки. Визначені за допомогою мір особливості поведінки об'єкта дозволили оцінити максимальні показники Ляпунова, визначити характер процесів (стохастичність, хаотичність, періодичність), виявити певні прояви поведінки об'єкта (зміна режимів, співвідношення рівня шум/корисний сигнал, зміна трендів), що забезпечило визначення якісних і кількісних показників ефективності і створити необхідні передумови для розробки систем синергетичного керування хаотичними процесами.

Література.

1. Владимирский Э.И. Синергетические методы управления хаотическими системами / Э.И. Владимирский, Б.И. Исмаилов. – Баку: ELM. – 2011. – 240с.

20. Інформаційні інструменти для візуалізації та структуризації наукових знань в рамках Євроінтеграції

Шаповалов Євгеній Борисович, Шаповалов Віктор Борисович

1 - *Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

2 - *Національний центр «Мала академія наук України», Київ, Україна*

Вступ. Формування в учнів навичок проведення дослідження відповідно до наукового методу у навчальному процесі слід починати з формулювання наукової проблеми або запитання, яке визначається в контексті більш об'ємної наукової проблеми і відповідає певним критеріям.

Матеріали і методи. Принцип комплексного підходу полягає в вкладенні онтологій у точку на карті ГІС із зазначенням автора та часу проведення аналізу для врахування достовірності результату. Розміщення інформації з прив'язкою до географічних координат у структурованому онтологічному вигляді дає змогу отримувати максимально якісний доступ до інформації.

Для внесення даних на карту запропоновано використовувати геоінформаційну систему ArcGIS на базі екологічної карти учнів МАН. Для підготовки онтології використовували формат Excel- таблиць, у яких і проводиться побудова онтологічного дерева та вкладеного в онтологічні вершини онтологічного журналу.

Результати. Розроблено систему, що дає змогу проводити аналіз літератури залежно від географічної актуальності інформації шляхом інтеграції наукових знань з геоінформаційною системою. Завдяки системі можна структурувати матеріал шляхом систематизації інформації у вигляді онтологічних графів та здійснювати взаємоперехід між ГІС та онтологічними графами.

На етапі подання результатів учню запропоновано використати інструменти онтологічного журналу, де він і запише свої наукові дані, одним з яких обов'язково мають бути координати GPS.

Результати дослідження школярів рекомендовано представляти у вигляді онтологічних журналів. Для розміщення онтологічних журналів на карті використовуються географічні координати місцевості.

Особливістю онтологічного журналу є високий рівень структуризації та візуалізації даних, можливість переходу між спорідненими вершинами та пошук семантичних зв'язків між вершинами та її елементами.

Розроблена екологічна карта передбачає структуруванням матеріалу за критеріями екологічного спрямування – аналіз повітря, водних об'єктів, ґрунтів, елементів біосфери тощо. Критерії екологічного структурування представлені у вигляді шарів у ArcGis Такий підхід дає змогу при аналізі матеріалів групувати матеріал за максимальною кількістю аспектів дослідження. Використання даних актуальне в сферах прогнозування результатів.

Висновки. У процесі роботи проаналізовано проблему пошуку інформації на етапі попереднього дослідження; висвітлено особливості використання онтологічних журналів і ГІС для візуалізації наукових даних учнів; запропоновано використання комплексного підходу ГІС та онтологій для структурування та візуалізації наукових даних, що покращить якість проведення попереднього дослідження учнів.

21. Робастне керування нелінійним об'єктом з запізнюванням

Владислав Зайко, Борис Гончаренко

Національний університет харчових технологій

Розглядається задача побудови оптимального робастного керування у вигляді зворотного зв'язку від стану лінійної динамічної системи, яке мінімізує інтегрально-квадратичний функціонал при найбільш несприятливих збуреннях системи. Більшість реальних об'єктів керування є нелінійними і функціонує [1] в умовах невизначеності, пов'язаної з запізнюванням об'єкту керування. Завданням керування такими об'єктами приділяється велика увага [2]. Пропонується розв'язок задачі побудови робастного керування лінійною системою, що знаходиться під впливом збурень невідомої природи, в умовах запізнювання [3].

Динаміка стану об'єкта $x(t)$ при керуванні $u(t)$ і зовнішніх збуреннях $f_0, f(t)$

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = A(t)x(t) + B(t)u(t) + K(t)f(t), & 0 < t \leq T, \\ x(0) = Lf_0, \end{cases} \quad (1)$$

Постає задача пошуку оптимального керування u^* , що задовільняє умову

$$J(u^*) = \inf_{u \in U} \left\{ \sup_{f \in S_f} I(u, f) \right\}, \quad (2)$$

де $I(u, f)$ – інтегрально - квадратичний критерій оптимальності

$$I(u, f) = (Hx(T), x(T)) + \int_0^T ((G(t)x(t), x(t)) + (D(t)u(t), u(t))) dt,$$

де $H = H^T \geq 0$, $G(t) = G^T(t) \geq 0$, $D(t) = D^T(t) > 0$ – задані матриці.

Для її розв'язання за принципом Понтрягіна побудована функція Гамільтона $H(x, v, w, \lambda)$, з умови мінімізації (максимізації) якої за v (w) отримане матричне диференціальне рівняння типу Ріккати, розв'язок якого дає оптимальні значення для функцій $v(t)$ і $w(t)$

$$v^*(t) = -B_v^T(t)P(t)x(t), \quad w^*(t) = \frac{1}{\gamma^2} K_w^T(t)P(t)x(t). \quad (3)$$

Література

1. Поляк Б. Т. Вероятностный подход к робастной устойчивости систем с запаздыванием / Б. Т. Поляк, П. С. Щербаков // Автом. телемех – М.: Наука. –1996. – Вып. 12, с. 97 – 108.
2. Понтрягин Л. С. Математическая теория оптимальных процессов / Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко, – М.: Наука. – 1961. с. 124 – 125 .
3. Цыкунов А.М. Алгоритмы робастного управления с компенсацией ограниченных возмущений. Автом. телемех – М.: Наука. –2007. – Вып. 7, с. 103 – 115.

22. Розробка автоматизованої системи обробки інформаційних потоків спиртового заводу з використанням концепцій єдиного інформаційного простору

Євгеній Марушкевич, Ярослав Смітюх
Національний університет харчових технологій

Вступ. Основним шляхом підвищення ефективності роботи спиртового заводу є впровадження новітніх засобів в автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) та модернізація інформаційної структури підприємства в цілому.

Матеріали та методи. Сьогодні однією з найбільш популярних тенденцій розвитку та модернізації інформаційної структури підприємства є впровадження єдиного інформаційного простору - це прагнення до об'єднання всіх інформаційних ресурсів і систем з можливістю віддаленої роботи з даними. Для цього використовується можливість горизонтальної та вертикальної інтеграції інформаційних підсистем спиртового заводу. Програмне й технічне забезпечення вирішує наступні завдання:

- збір і зберігання даних, що надходять з різних технологічних ділянок/цехів і відображають оперативну інформацію про стан технологічного процесу;
- візуалізація виробничого процесу з наданням кількісних характеристик у всіх контрольних або вузлових точках технологічного процесу;
- дистанційний контроль і управління технологічними процесами;
- моніторинг поточного стану основних фондів виробництва;
- підтримка web рішень, що дозволяє здійснювати обмін інформацією, в
- тому числі і графічною, між технологічними та корпоративними системами.

Результати. Розроблена модель обробки інформаційних потоків між різними організаційними рівнями спиртового заводу, вперше для підвищення ефективності функціонування ТК спиртового заводу використано єдиний інформаційний простір.

Висновки.

- Зниження втрат і витрат в процесі виробництва завдяки більш раціональному використанню наявних ресурсів.
- Удосконалення управління життєвим циклом продукту завдяки системам, що дозволяють аналізувати показники продукту з точки зору співвідношення ціна/якість.
- Підвищення якості продукції. Завдяки можливості аналізувати параметри технологічного процесу в часі, можна точно визначити проблемні точки виробництва, що негативно впливають на якість.
- Покращення оперативності прийняття ефективних керувальних дій.
- Зниження собівартості продукції завдяки зниженню кількості ручних операцій.

23. Інтелектуальна обробка даних процесів брагоректифікації з використанням генетичних алгоритмів

Дмитро Стеценко, Ярослав Смітюх
Сумський коледж харчової промисловості НУХТ

Вступ. Брагоректифікаційні установки (БРУ) спиртових заводів є складними, багатозв'язаними об'єктами керування, на які впливають невизначеності обумовлені діями зовнішніх збурень. Для обробки даних стану такого складного пропонується застосувати генетичні алгоритми (ГА).

Матеріали і методи. Ідея генетичних алгоритмів взята із теорії Дарвіна про еволюцію. Створюються види (рішення), які схрещуються між собою, мутують, самі найгірші вмирають (фільтруються). Суть алгоритму в тому, що спочатку маємо набір довільних видів. Кожен вид містить в собі набір хромосом (змінних, значення яких потрібно знайти), які і потрібно розрахувати. Спочатку маємо в популяції види, у яких всі хромосоми випадкові. Після цього відбувається схрещування видів і, можливо, мутація. Далі відбираються найкращі види (у яких мінімальна цільова функція), а самі найгірші (з максимальними цільовими функціями і з хромосомами, які не попадають в заданий інтервал) видаляють із популяції. На наступній ітерації схрещування, мутація і відбір повторюються. Завдяки цьому постійно залишаються тільки ті, у яких цільова функція близька до мінімуму. І так повторюється до тих пір, поки не буде знайдено рішення, яке задовольняє з точки зору похибки. Часто алгоритм зупиняють, якщо на протязі заданого числа поколінь (ітерацій) не вдається знайти ще кращий вид, чим той, що маємо. В такий спосіб вирішується задача оптимізації при знаходженні ефективних режимів проходження основних процесів брагоректифікації. За умови якщо є декілька екстремумів серед яких необхідно знайти один.

Результати. В процесі досліджень отримані наступні результати:

1. генетичні алгоритми не потребують ніякої інформації про поведінку об'єкту (наприклад, неперервність);
2. розриви, які існують на поверхні відклику, мають незначний ефект на повну ефективність оптимізації;
3. генетичні алгоритми відносно стійкі до попадання в локальні оптимуми;
4. генетичні алгоритми придатні для вирішення великомасштабних проблем оптимізації;
5. генетичні алгоритми можуть бути використані для широкого класу задач;
6. генетичні алгоритми прості в реалізації.

Висновки. Особливістю методики обробки даних БРУ на основі ГА є те, що сканується весь діапазон значень вектора-параметрів і тим самим з певною ймовірністю забезпечується знаходження глобального екстремуму цільової функції. Саме тому результат оптимізації може бути «грубим», тобто знаходитись в певному околі глобального екстремуму. Для «уточнення» глобального екстремума після проведення оптимізації з ГА рекомендується використовувати пошукові методи.

18.3. Information technology

Chairperson - professor V. V. Samsonov
Secretary - M. P. Kostikov

18.3. Інформаційні технології

Голова - проф. В. В. Самсонов
Секретар - ас. М. П. Костіков

1. Аналітична підтримка видачі банківських кредитів

Ксенія Бельянська, Олена Харкянен

Національний університет харчових технологій

Вступ. Кредитування є актуальною задачею в сучасній банківській сфері. Її актуальність полягає в тому, що кредити є одним із основних прибутків для українських банків. Доцільність кредитування позичальника повинна бути обґрунтована, оскільки хибні рішення можуть привести банк до збитків.

Матеріали і методи. Методи бізнес-аналітики — BI (Business Intelligence) надають користувачам доступ до даних для їх подальшого аналізу, пошуку взаємозв'язків, формування висновків із метою прийняття ефективних управлінських рішень.

Використання аналізу даних підвищує ймовірність видачі кредитів саме тим юридичним чи фізичним особам, які здатні повністю і в зазначені терміни виконати всі умови кредитної угоди. Аналізуючи історії попереднього кредитування, можливо виявити риси, властиві позичальникам, які дотримуються графіку погашення, не мають заборгованості та негативної кредитної історії.

Результати та обговорення. Поєднання таких технологій і засобів аналізу даних, як сховища (або вітрини) даних, аналітична обробка даних у реальному часі, інтелектуальний аналіз даних і їх інтеграція з засобами Microsoft Office дозволяють забезпечити інформаційну підтримку прийняття рішень щодо кредитування клієнтів банку.

Сховище даних (Data Warehouse) містить систематизовану з різноманітних джерел інформацію щодо різноманітних характеристик позичальників (вікові категорії, стать, сімейний стан, кількість дітей, розмір заробітної платні тощо), позитивних і негативних кредитних історій. Основна мета створення сховища полягає в систематизації та стандартизації даних, відборі тільки корисної для аналізу інформації, її збереженні в незмінному, придатному для аналізу вигляді. Перш ніж потрапити до сховища, оперативні дані перевіряються, очищуються та певним чином агрегуються. При проектуванні сховища даних враховується часовий період, що дозволяє аналізувати тенденції, які виникали при кредитуванні.

Інтеграція засобів багатовимірної та інтелектуальної обробки даних із MS Excel і використання для подання інформації зведених і Power Pivot-таблиць забезпечує аналітика відділу кредитування простим, інтуїтивно зрозумілим інструментарієм обробки та подання даних для підтримки прийняття рішень.

Висновки. Використання сучасних методів аналізу даних підвищує цінність інформації, накопиченої в інформаційній системі банку, та надає додаткову підтримку аналітику кредитного відділу при прийнятті рішення щодо кредитування клієнтів.

2. Проблемні аспекти інформаційних технологій в українській медицині

Микола Богачов

Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогоднішній день стан використання інформаційних технологій в українській медицині залишає бажати ліпшого. Досі поширеним є виключно паперовий документообіг. Аби раціоналізувати та полегшити роботу медичного персоналу, доцільно застосовувати засоби та методи сучасних інформаційних технологій.

Матеріали і методи.

Серед програмного й апаратного забезпечення слід звернути увагу на введення мережевого інтерфейсу, який забезпечує доступ до даних на сервері. Дані можуть вводитись через комп'ютер або планшет і зберігатись у відповідній БД на сервері. Також необхідно забезпечити якісну бездротову передачу даних, зокрема шляхом використання технології 3G. Завдяки цьому буде можливою передача даних (таких, як адреса та історія хвороби пацієнта) із сервера на планшет фельдшера.

Результати та обговорення. Надання якісного апаратного забезпечення, зокрема комп'ютерів, серверів і планшетів, повинно гарантувати якісну роботу швидкої допомоги та медичних установ. Результатом буде раціоналізація роботи медичного персоналу та зменшення часу на роботу з документами за рахунок переходу до електронного документообігу.

Алгоритм надання медичних послуг із використанням ІТ може бути наступним.

1. Пацієнт дзвонить у швидку допомогу.
2. Диспетчер приймає виклик і вводить у БД скарги.
3. На сервері оброблюються дані, обчислюється пріоритет виклику.
4. На планшет фельдшера надходить інформація: адреса пацієнта, скарги та пріоритет.
5. Фельдшер зчитує інформацію з планшета та приймає рішення.
6. Машина швидкої допомоги їде за зазначеною адресою відповідно до пріоритетів.
7. Після надання допомоги персонал швидкої вводить дані у БД: діагноз, використані препарати. Якщо пацієнт потребує термінової госпіталізації, статус машини позначається як «зайнята» на час госпіталізації пацієнта, і дані наступних викликів передаються лише у вільні машини швидкої допомоги.

Відображення пріоритетів у інтерфейсі можна зробити кольоровим для зручності та полегшення сприйняття інформації. Червоний колір — дуже високий пріоритет виклику, що в першу чергу потребує невідкладної допомоги. Жовтий — середній пріоритет, зелений — низький.

Також важливу роль відіграє диспетчерська, яка приймає виклик і вводить дані пацієнта. При заведенні амбулаторних карт обов'язково слід ввести повні дані пацієнта. Крім того, для спрощення подальшої роботи медичного персоналу важливою є заміна звичайних амбулаторних карт на біометричні.

Висновки. Щоб усунути проблемні аспекти в сучасній системі охорони здоров'я, потрібні кошти як на апаратне, так і програмне забезпечення. Реформування медицини з використанням новітніх методів ІТ уже успішно використовується у розвинених країнах, таких як Японія і США, і має перспективи для розвитку в Україні.

3. Аналіз типових систем керування контентом (CMS)

Артем Братанов, Тетяна Джуренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Системи керування контентом (Content Management System, або CMS) дуже спрощують життя веб-розробникам і навіть замовникам. На сьогоднішній день вони швидко розвиваються, але в їх проектуванні та розробці повністю домінують евристичні підходи.

Матеріали і методи. Для порівняння було обрано 5 найпоширеніших систем керування вмістом. Дані системи є абсолютно безкоштовними, а також мають відкритий код (open source).

Результати та обговорення. Типову систему управління контентом можна розглядати як певний набір модулів, кожен із яких виконує певні функції. Контент веб-сайту формується в результаті роботи окремих модулів, а адміністрування по суті зводиться до підключення або відключення тих чи інших модулів і завдань параметрів візуального оформлення сторінки.

Проведення аналізу проводилось за критеріями, наведеними в таблиці 1.

Табл. 1. Результати аналізу

Критерії	WordPress	Joomla	Drupal	MODX	OpenCart
Ведення запису дій користувача	–	–	+	+	+
Захист від автоматичного заповнення форм	?	+	+	+	+
Кешування сторінок	+	+	+	+	–
Розподіл прав користувачів	+	+	+	+	+
Підтримка SSL-протоколу	+	+	+	+	+
Декілька мов інтерфейсу	+	+	+	+	+
Підтримка «багатомовності» сайтів	+	+	+	+	+
Веб-статистика	+	+	+	+	+
Чат	–	+	+	?	+
Форум	?	+	+	+	–
Фотогалерея	+	+	+	+	+
Каталог продукції	–	+	+	+	+
Платіжні системи	–	+	+	+	+
Легкість керування	+	+	–	?	+

Висновки. Таким чином, найкращим вибором для керування сайтом було визнано CMS Joomla. Ця система має зручний інтерфейс, легко встановлюється і в підсумку аналізу має переваги за всіма критеріями відбору. Крім того, її можна використати для різних категорій сайтів — від блогів до інтернет-магазинів.

4. Інтелектуальний аналіз NoSQL бази даних MongoDB

Вадим Брацький, Олена М'якшило

Національний університет харчових технологій

Вступ. Протягом тривалого часу для зберігання і пошуку структурованих даних традиційно використовувались реляційні бази даних (БД). При правильному використанні реляційні БД дають нам атомарність, стабільність, ізоляцію й надійність. Але в останні роки NoSQL-БД набувають все більшої популярності.

Матеріали і методи. Для проведення огляду й визначення особливостей нереляційних БД використано відомості з джерел [1; 2; 3]. Дослідження проводились на нереляційній БД MongoDB. Проведено інтелектуальний аналіз БД із використанням технології Text Mining, яка дозволяє проаналізувати великі обсяги інформації даних у пошуку тенденцій, шаблонів і взаємозв'язків, здатних допомогти у прийнятті стратегічних рішень.

Результати та обговорення. З еволюцією інтернету і мобільних пристроїв значно зріс об'єм даних, які необхідно зберігати й обробляти. В наш час стає набагато складніше працювати з фіксованими структурами даних. Іще більше складнощів виникає з обробкою неструктурованих даних. Це говорить про те, що якщо вам потрібна практично необмежена масштабованість, вам слід використовувати нереляційні БД.

У доповіді буде розглянуто використання нереляційних баз даних у застосуванні до різних ситуацій і визначено, чи ефективніше використовувати нереляційну БД за реляційну. Також у роботі досліджується така технологія, як Text Mining.

У результаті ми познайомимося з нереляційними БД і визначимо, в яких випадках можна і краще їх використовувати. За допомогою технології Text Mining ми вилучимо інформацію з неструктурованого тексту в БД, створюючи свої шаблони.

Висновки. Реляційні або нереляційні БД — це не єдиний вибір між різними видами БД, який належить зробити розробникам систем. Також доведеться вибирати і всередині кожної з цих груп. Потрібно лише оцінити їх і чітко зрозуміти свої власні потреби.

Література

1. Извлечение объектов и фактов из текстов в Яндексе : лекция для Малого ШАДа [Електрон. ресурс] / Яндекс // habrahabr.ru. — 2013. — Режим доступу : <https://habrahabr.ru/company/yandex/blog/205198>.
2. Моисеев М. Ю. Основы проектирования баз данных и информационных систем / М. Ю. Моисеев, В. А. Цесько, А. В. Мяснов. — СПб. : СПбГПУ, 2012.
3. Кугушев Г. Введение в NoSQL базы данных : видеолекция [Електрон. ресурс] / Газиз Кугушев // Eram Tech Evenings SPb. — 2014. — Режим доступу : <https://www.youtube.com/watch?v=g81WRoTNz5k>.

5. Internet of Things

Юлія Бута

Національний університет харчових технологій

Вступ. Інтернет речей — концепція комунікаційної мережі фізичних або віртуальних об'єктів («речей»), які мають технології для взаємодії між собою та з навколишнім середовищем, а також можуть виконувати певні дії без втручання людини.

Матеріали і методи. Уявімо комп'ютерну мережу, що з'єднує сусідні об'єкти. Це всілякі пристрої — від IP-телевізорів до датчиків артеріального тиску, підключених до інтернету. Цими об'єктами можуть бути автомобілі та одяг на людях, холодильники і зубні щітки, тобто, всі речі можуть бути підключені до бездротової мережі. Концепція IoT полягає в тому, щоб усі предмети побуту, товари, вузли технологічних процесів тощо були оснащені вбудованими комп'ютерами та сенсорами, щоб мати змогу обробляти інформацію, яка надходить із навколишнього середовища, обмінюватися нею та виконувати різні дії в залежності від отриманої інформації.

Результати та обговорення. Прикладом впровадження такої концепції може бути система «розумний будинок», яка вже застосовується у країнах Європи. Вона контролює параметри навколишнього середовища і в залежності від цього регулює температуру в приміщенні. У зимовий період нагрівальні прилади в залежності від зовнішньої температури повітря, вітру, часу доби без втручання людини регулюють інтенсивність опалення, що дозволяє значно зменшити споживання енергоносіїв. На випадок спекотної погоди будинок має систему керування кондиціонером, а також механізми відчинення та зачинення вікон, завдяки чому будинок провітрюється, а температура в ньому зменшується.

Інтернет речей може викликати величезні зміни у повсякденному житті, надавши звичайним користувачам абсолютно новий рівень комфорту. Але якщо елементи такої системи не будуть належним чином захищені від несанкціонованого втручання за допомогою надійного криптографічного алгоритму, замість користі вони принесуть шкоду, надавши кіберзлочинцям лазівку для підриву інформаційної безпеки. Оскільки речі із вбудованими комп'ютерами зберігають дуже багато інформації про свого власника, зокрема можуть знати його точне місцезнаходження, доступ до такої інформації може допомогти зловмисникам вчинити злочин. Відсутність на даний час стандартів для захисту таких автономних мереж дещо сповільнює впровадження інтернету речей у повсякденне життя.

У даний час Інтернет речей плавно переходить у поняття «Internet of Everything», тобто «Інтернет всього», «Загальний Інтернет» або «Всеохоплюючий Інтернет». Він об'єднуватиме в собі не тільки неживі предмети, а й людей, процеси і дані.

Сьогодні до інтернету вже підключено 10 мільярдів пристроїв. Очікується, що до 2020 року їх кількість становитиме 50–60 мільярдів. Лідерами у розробці та впровадженні Інтернету речей є країни, в яких розвинена індустрія виробництва мікропроцесорів і вбудованих комп'ютерів. Це США, Китай, Південна Корея. Також значний прогрес у цій галузі демонструють європейські країни та Японія.

Висновки. Як бачимо, Інтернет речей є дуже зручним, актуальним та популярним явищем, яке може сильно допомагати людям та відповідає швидкому темпу життя в сучасному світі. З розвитком Інтернету речей усе більше предметів будуть підключатися до глобальної мережі, тим самим створюючи нові можливості в сфері безпеки, аналітики та управління, відкриваючи все нові й ширші перспективи та сприяючи підвищенню якості життя населення.

6. Побудова баз даних для оцінки параметрів екологічних систем

Альона Васильченко, Мирослава Гладка

Національний університет харчових технологій

Вступ. Для забезпечення якісної роботи системи підтримки екологічної безпеки необхідним є проведення екологічного моніторингу.

Матеріали і методи. Відомим є той факт, що перехід від екстенсивного до сталого розвитку суспільства передбачає, зокрема, науково обґрунтоване розв'язання завдань збереження і відновлення природних екосистем, стабілізації та поліпшення якості навколишнього середовища, зниження викидів шкідливих речовин тощо. Перелік цих необхідних завдань у комплексі потребує проведення спеціальних наукових досліджень, розроблення відповідних методик та інструментальних засобів.

Результати та обговорення. Інформаційне забезпечення екологічних досліджень реалізується головним чином за рахунок двох інформаційних потоків:

- 1) інформація, що виникла при проведенні екологічних досліджень;
- 2) науково-технічна інформація по світовому досвіду розробки екологічних проблем за різними напрямками.

Метою інформаційного забезпечення екологічних досліджень є вивчення інформаційних потоків та підготовка матеріалів для прийняття рішень на всіх рівнях управління у питаннях виконання екологічних досліджень, обґрунтування окремих науково-дослідних робіт, а також розподілу фінансування.

За способом збирання та наповнення атрибутивних таблиць для екологічної ІС можна виділити наступні джерела одержання даних:

- 1) пошук та впорядкування наявних даних;
- 2) накопичення даних під час виконання незалежних досліджень;
- 3) автоматизоване збирання даних із використанням серверних функцій.

Перевага подання даних у базах даних полягає у можливості оцінювання динаміки зміни різних характеристик об'єкта моніторингу та часового зіставлення цих характеристик. Наприклад, у різних таблицях бази даних можуть зберігатись дані таксаційних описів, проведених у різний час.

Методи локальної діагностики навколишнього середовища не можуть дати комплексної оцінки стану природного об'єкта або процесу, особливо у випадку, коли цей елемент навколишнього середовища займає великі простори. Будь-які технічні засоби збору даних про навколишнє середовище дозволяють отримати лише уривчасту в часі і фрагментарну в просторі інформацію. Для вирішення комплексної задачі діагностики навколишнього середовища важливий синтез системи, що поєднує такі функції, як збір даних за допомогою дистанційних і контактних методів, їх аналіз та накопичення з подальшою тематичною обробкою.

Висновки. Описана система здатна забезпечити систематичне спостереження та оцінку стану навколишнього середовища, визначати прогностичну діагностику змін елементів навколишнього середовища під впливом господарської діяльності і за необхідності аналізувати розвиток процесів у навколишньому середовищі при реалізації сценаріїв антропогенного характеру з видачею попереджень про небажані зміни характеристик природних підсистем. Реалізація таких функцій моніторингу навколишнього середовища можлива при використанні методів імітаційного моделювання, що забезпечують синтез моделі досліджуваної екологічної системи.

Література

1. Філософ Р. С. Досвід інтеграції різномірних даних в геоінформаційних еколого-природоохоронних проектах / Філософ Р. С. // Вчені записки Таврійс. ун-ту. Серія : Географія. — 2009. — Т. 22 (61). — №1. — С. 142–147.

7. Моніторинг паролів користувачів як засіб реалізації політики безпеки

Інна Вашук

Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогоднішній день актуальною проблемою, як і раніше, залишається захист паролів користувачів, які використовуються для доступу до мережеских ресурсів серверів, ресурсів мережі Інтернет, поштових скриньок, програм і додатків.

Матеріали і методи. В сучасних операційних системах виділяють такі методи парольного захисту: консольне введення (введення пароля з клавіатури); введення пароля із зовнішнього носія; комбінований спосіб (консольне введення разом із використанням зовнішнього носія); біометричний спосіб ідентифікації користувача.

Результати та обговорення. На практиці найбільш очевидними загрозами безпеки є: візуальне знімання пароля; фізичне (викрадення носія); технічне (підбір пароля вручну користувачем; автоматизований підбір; автоматичний підбір, що передбачає запуск користувачем спеціальної програми підбору паролів).

Крім того, для порівняння значення, що вводиться, і еталонного значення пароля, еталонне значення пароля повинне зберігатися на об'єкті, що захищається (або на сервері в мережі). Без дотримання відповідних заходів щодо зберігання паролів (хешування, розмежування доступу до області пам'яті або реєстру, де зберігаються паролі) таке еталонне значення може бути викрадене злоумисником.

З метою посилення парольного захисту рекомендується використовувати певні запобіжні заходи при введенні паролів. При всіх можливих способах введення пароля для захисту від його викрадення найвигіднішим із точки зору фінансових витрат і найдоступнішим способом є певні правила, застосовувані до пароля, що вводиться з клавіатури, який і використовується в більшості організацій. Для спостереження за виконанням даних правил операційною системою у базовій комплектації не надається достатніх засобів. Тому була розроблена система моніторингу, що «стежить» за пароллями, які вводяться користувачами для авторизації в системі. У ній можна відстежити порушення правил введення паролів і оперативно вжити необхідних заходів для усунення порушень у безпеці.

Розглянемо її реалізацію. Для одержання паролів використовується динамічна бібліотека, що дозволяє отримати дані, які вводять користувач при вході в систему, й записати їх у захищену гілку реєстру. Всі дані відправляються на сервер. На додатковому клієнті доступні функції перегляду паролів користувачів і зіставлення їх із певними правилами, які задає адміністратор. Також є можливість переглядати графік зміни паролів користувачів.

Висновки. Таким чином, даний комплекс підвищує безпеку шляхом моніторингу правил формування паролів і порушень при роботі з ними, що включає порушення конфіденційності при їх використанні.

8. Міжнародні стандарти в життєвому циклі програмного забезпечення

Мирослава Гладка, Антон Майстренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Міжнародні стандарти у сфері інформаційних технологій — це багаторічний досвід експертів у інженерії програмного забезпечення (ПЗ).

Матеріали і методи. Програми для обчислювальних машин зазвичай є компонентами програмно-апаратних комплексів або технічних систем. Програми та дані в системах і обчислювальних комплексах є найбільш гнучкими компонентами і схильні до змін протягом усього їхнього життєвого циклу. Для забезпечення потрібного рівня інтеграції програмної і апаратної складових інформаційної системи досить часто різні аспекти життєвого циклу ПЗ розглядаються у зв'язку з елементами життєвого циклу системи в цілому.

Результати та обговорення. Типова модель процесів життєвого циклу складної системи починається з концепції ідеї системи або потреби в ній, охоплює проектування, розробку, застосування та супровід системи і закінчується зняттям системи з експлуатації. Програмні системи практично завжди унікальні, і загальну структуру життєвого циклу ПЗ визначити досить складно, оскільки вона істотно залежить від цілей, для яких це ПЗ розробляється, і від розв'язуваних ним завдань. Структура життєвого циклу буде різною у системи управління промисловою базою даних (СУБД) і у комплексної системи автоматизації підприємства. Проте визначають основні елементи структури життєвого циклу ПЗ у вигляді моделі життєвого циклу. Структурна модель життєвого циклу ПЗ описує фази розробки, зв'язок між ними і послідовність їх виконання. вибір неоптимальної моделі може призвести до залучення додаткових ресурсів, виникнення непередбачених ситуацій, зриву термінів поставок і т.д.

Сучасні стандарти не диктують чітких і однозначних схем побудови структури життєвого циклу ПЗ. Міжнародні стандарти максимально визначають деякий набір видів діяльності, з яких має складатися процес розробки, і на цих видах діяльності, виділяючи їхні елементи, вводять ту чи іншу структуру життєвого циклу ПЗ.

Існує набір стандартів, які визначають різні елементи в структурі життєвих циклів ПЗ. В якості основних таких елементів виділяються технологічні процеси — структуровані набори діяльностей, які вирішують деяку загальну задачу або пов'язану сукупність завдань — такі, як процес визначення вимог, процес розробки, процес супроводу ПЗ, процес забезпечення якості, процес розробки документації, процес тестування та ін. Процеси можуть визначати різні етапи життєвого циклу і пов'язують їх з різними видами діяльностей, завданнями, результатами, ролями задіяних осіб.

Висновки. У кожному конкретному проекті з розробки ПЗ на етапі планування на основі рекомендацій міжнародних стандартів визначається конкретна модель життєвого циклу ПЗ. Вибір неоптимальної моделі життєвого циклу може призвести до залучення додаткових ресурсів, виникнення непередбачених ситуацій, зриву термінів поставок і створення неконкурентоспроможного ПЗ низької якості.

Література

1. Чумакова Т. Я. Стандартизація в сфері інформаційних технологій / Т. Я. Чумакова, С. М. Цыганенко // Математичні машини і системи. — 2009. — № 2. — С. 145–150.

9. UML як метод для об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування програмного забезпечення

Мирослава Гладка, Оксана Репкіна

Національний університет харчових технологій

Вступ. Етап проектування програмного забезпечення (ПЗ) є одним із ключових етапів життєвого циклу програмного продукту. В ході проектування створюється проектна документація ПЗ, що включає текстові описи, діаграми і моделі майбутньої програми.

Матеріали і методи. Концептуальною основою об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування програмного забезпечення (ООАП) є об'єктна модель. Ключовим методом при ООАП на сьогоднішній день є мова UML, на використанні якої засновано більшість сучасних методів ООАП.

Результати та обговорення. UML — графічна мова для візуалізації, опису параметрів, конструювання та документування різних систем (зокрема програмних). Діаграми створюються за допомогою спеціальних CASE-засобів, і на основі технології UML будується єдина інформаційна модель. CASE-засоби здатні генерувати код на різних об'єктно-орієнтованих мовах, а також володіють дуже корисною функцією реверсивного інжинірингу, що дозволяє створити графічну модель із наявного програмного коду та коментарів до нього.

UML може бути застосована на всіх етапах життєвого циклу аналізу бізнес-систем і розробки прикладних програм. Різні види діаграм, які підтримуються UML, і найбагатший набір можливостей подання певних аспектів системи робить UML універсальним засобом опису як програмних, так і ділових систем. Діаграми дають можливість подати систему (як ділову, так і програмну) у такому вигляді, щоб її можна було легко перевести в програмний код. Крім того, UML спеціально створювалася для оптимізації процесу розробки програмних систем, що дозволяє збільшити ефективність їх реалізації в кілька разів і помітно поліпшити якість кінцевого продукту.

При модифікації системи об'єктний підхід дозволяє легко включати до системи нові об'єкти і виключати застарілі без істотної зміни її життєздатності. Використання побудованої моделі при модифікаціях системи дає можливість усунути небажані наслідки змін, оскільки вони не ламають структури системи, а тільки змінюють поведінку об'єктів.

UML дозволяє подати всі аспекти проектованої системи з будь-якою необхідною точністю. При цьому для кожного варіанту використання може бути побудовано декілька діаграм різних видів: кожен вид діаграми описує свій аспект. Вся сукупність діаграм, які розкривають повноту варіантів їх використання, становить так звану концептуальну, або аналітичну модель системи. Саме на основі цієї моделі в подальшому проектується архітектура системи, що розробляється, реалізуються її функції та створюються структури даних.

Висновки. UML як метод для об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування програмного забезпечення дозволяє описати систему практично з усіх можливих точок зору та різних аспектів її поведінки і створити аналітичну модель програмного продукту.

10. Сучасні інформаційні технології для аналізу стану природних ресурсів регіону

Тетяна Горлова

Національний університет харчових технологій

Вступ. Ресурси планети, земної біосфери обмежені і мають чітко окреслені параметри та величини, а кількість народонаселення та його матеріальні потреби зростають досить високими темпами. Дедалі загострюються політичні, національні й соціально-економічні суперечності й протистояння між різними народами і країнами стосовно використання ресурсів біосфери. Тому однією з проблем, що виникає, є аналіз та облік природних ресурсів на рівні країни, регіону тощо.

Матеріали і методи. При дослідженні таких глобальних проблем, як гармонізація і раціоналізація відносин людини з природою, сталий та екологічно безпечний соціально-економічний розвиток будь-якого регіону країни, треба враховувати особливості функціонування суспільства, закономірності біосферних процесів і вплив на них виробничої діяльності. Для проведення аналізу використовуються як класичні методи економічного аналізу та статистики, так і неформальні (логічні) методи — системи показників, метод порівняння, побудова аналітичних таблиць, прийом деталізації, метод експертних оцінок, метод ситуаційного аналізу та прогнозування.

Результати та обговорення. У складний економічний період в Україні аналіз стану природних ресурсів та їх раціонального використання є основними передумовами становлення, розвитку та процвітання у майбутньому. В роботі розглянуто один підхід до розв'язання задачі обліку природних ресурсів із урахуванням особливостей їхнього розташування та використання. Для цього пропонується розроблена автором сучасна інформаційна система, яка дає змогу проводити облік та всебічний аналіз існуючих природних копалин регіону з метою покращення процесу використання природних ресурсів та зменшення негативного впливу цієї діяльності на навколишнє середовище.

Результатом роботи є розробка інформаційної системи, база даних якої містить інформацію про всі наявні корисні копалини регіону, особливості корисних копалин, усі характеристики місць їхнього розташування, вплив виробничої діяльності на екологічний стан регіону, допустимі рівні антропогенних навантажень на навколишнє середовище та окремі його компоненти. Користувач може легко визначити дані про запаси природних ресурсів, обсяги добутки корисних ресурсів різного виду, побудувати прогноз розвитку копалин тощо.

Висновки. Використання інформаційної системи дозволить отримати обґрунтовані управлінські рішення в процесі узгодження критеріїв і показників обліку природних ресурсів, застосування єдиних підходів до їх економічної оцінки, узгодження завдань щодо використання природних ресурсів на регіональному й місцевому рівнях управління.

11. Автопілоти в сучасному автомобілебудуванні

Анастасія Губенко, Мирослава Гладка

Національний університет харчових технологій

Вступ. Розвиток електроніки та робототехніки дає можливість людству не тільки пришвидшити ділові відносини, виконання тих чи інших технологічних операцій, а й, перш за все, підвищити стандарти безпеки та підняти їх на якісно новий рівень. Робототехніка дає надію на те, що вже незабаром автомобільні катастрофи залишаться в минулому.

Матеріали і методи. Компанія Tesla Motors, що випускає повністю електричне авто Tesla Model S, випустила тестові екземпляри авто, котре може рухатись містом або автострадами майже без допомоги водія. Оскільки керування всіма системами автомобіля відбувається за допомогою електроніки, втілити систему автокерування було не складно.

Результати та обговорення. Система автокерування складається з ультразвукових сенсорів, що визначають відстань до інших авто та предметів навколо; є додатковий фронтальний радар, котрий розпізнає дощ та туман і дає корективи на опади та інші малозначні предмети; відеокамера, що фіксує дорожні знаки та дорожню розмітку. Всі ці системи дають команду бортовому комп'ютеру, котрий перевіряє достовірність даних за допомогою дуже точного GPS-сенсора.

Найбільша проблема полягає в точності зчитування даних з сенсора, а також алгоритмів роботи всієї системи. Так, зараз авто може рухатись по замиському шосе за заданим курсом автоматично. Можна задавати швидкість, рядність руху, інтенсивність розгону та гальмування. Звичайно, в складних ситуаціях система може давати збій або некоректно обирати напрям руху. В місті автопілот має набагато більше проблем. Якщо на замиській трасі кількість змінних не дуже велика і алгоритми бортового комп'ютера можуть імітувати їзду людини за кермом, то в місті, де є безліч непередбачуваних факторів, алгоритми треба допрацьовувати. Ці проблеми постають через те, що авто працює в несистемному середовищі.

Альтернативою розробки компанії Tesla виступила компанія Volvo. Хоча вони ще не показали власне безпілотне авто, проте вони розробляють глобальну систему керування. Якщо Tesla Model S самостійно оцінює зовнішнє середовище, Volvo вважає, що майбутнє безпілотних персональних транспортних засобів — за цілісною інфраструктурою. Необхідно встановлювати датчики та сенсори в дорожнє полотно, стовпи освітлення, встановлювати сенсори освітлення, тиску, опадів, інших авто навколо тощо.

Маючи цілісний масив даних про дорожню ситуацію, бортовий комп'ютер авто може не тільки розрахувати власну траєкторію руху, а й передавати дані про свої маневри в загальну систему. Таким чином, кожне авто може рухатись на максимальній швидкості, скорочуючи час поїздки. При цьому будуть наперед відомі всі маневри інших авто, вади дорожнього покриття, сміття, пішоходи та інше.

У такої системи є один, проте дуже суттєвий недолік — вартість. Необхідно встановити незліченну кількість сенсорів і переробити дорожнє покриття (котре з часом руйнується).

Також важливо уніфікувати та зробити відкритими протоколи підключення безпілотних авто різних виробників до мережі; уніфікувати алгоритми роботи автопілотів.

Висновки. Уже зараз очевидно, що на нас чекає ера безпілотних авто, яка зробить анахронізмом поняття ДТП. Однак таким розробкам завжди передує встановлення і використання якісного дорожнього покриття, чітких дорожніх знаків і розмітки. Тож попереду — ще довгий шлях розробок електронних систем та алгоритмів.

12. Інтелектуальні технології Text Mining

Тетяна Джуренко, Владислав Брижалов

Національний університет харчових технологій

Вступ. Розвиток методів запису і зберігання даних викликає бурхливе зростання об'ємів аналізованої інформації. Для проведення автоматичного аналізу значного об'єму даних використовують метод Text Mining.

Матеріали і методи. Розроблені на основі статистичного та лінгвістичного аналізу, а також методів штучного інтелекту, технології Text Mining призначені для проведення аналізу, забезпечення навігації та пошуку в неструктурованих текстах.

Результати та обговорення. Задача Text Mining полягає в пошуку нових знань у великих об'ємах неструктурованої текстової інформації. Важливим є такий компонент технології Text Mining, як витягнення з тексту його характерних властивостей, які потім використовують як ключові слова, анотації. Інше важливе завдання полягає у віднесенні документа до певних категорій із заданої схеми систематизації. Основна мета Text Mining — дати аналітику можливість працювати з великими обсягами вихідних даних за рахунок автоматизації процесу отримання потрібної інформації.

Основні елементи Text Mining:

- суммаризація (summarization);
- відповідь на запити (question answering);
- тематичне індексування (thematic indexing);
- пошук за ключовими словами (keyword searching);
- побудова семантичних мереж;
- отримання феноменів (feature extraction);
- класифікація (classification);
- кластеризація (clustering).

При класифікації текстів використовуються статистичні кореляції для побудови правил розміщення документів у певні категорії. Завдання класифікації — це класичне завдання розпізнавання, де за деякою контрольною вибіркою система відносить новий об'єкт до тієї чи іншої категорії. Особливість систем Text Mining полягає в тому, що кількість об'єктів і їх атрибутів може бути дуже великою, тому повинні бути передбачені інтелектуальні механізми оптимізації процесу класифікації.

На відміну від класифікації, при кластеризації заздалегідь не фіксуються певні категорії. Процес кластеризації базується на аналізі тематичної близькості документів, заснованої на припущенні, що геометрична близькість векторів документів у просторі ознак документів усієї колекції означає дійсну подібність предметних областей даних документів. Результатом кластеризації є автоматичне групування інформації, в результаті чого створюються класифікаційні схеми, що забезпечують ефективне охоплення великих обсягів даних. Кластеризація в Text Mining розглядається як процес виділення компактних підгруп об'єктів із близькими властивостями. Система повинна самостійно знайти ознаки і розділити об'єкти по підгрупах. Кластеризація, як правило, передує класифікації, оскільки дозволяє визначати групи об'єктів.

Висновки. Доведено ефективність методів та алгоритмів інтелектуальної обробки текстової інформації Text Mining. При цьому алгоритми Text Mining можуть застосовуватися для розв'язання задач класифікації неструктурованих або слабкоструктурованих документів.

13. 3D Touch — новий спосіб взаємодії зі смартфоном

Андрій Дубчак, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій

Вступ. У наш час кожен другий у світі користується смартфоном — телефоном, що має сенсорний екран, і фактично щороку смартфони стають «розумнішими». Так, у 2015 році компанія Apple продемонструвала нову технологію управління смартфоном — 3D Touch, що дозволяє розрізняти силу вашого натискання на дисплей, дотик, змахування, зведення пальців та багато інших дій.

Матеріали і методи. У дослідженні було розглянуто нову технологію Multitouch — 3D Touch, зокрема будову телефона та принципи реалізації технології. На практиці було досліджено структуру нового iPhone 6S, функціонал 3D Touch на прикладі телефону нового покоління (iPhone 6S) та старого покоління (iPhone 5S), 3D Touch на платформі Android, а також емулювання 3D Touch.

Результати та обговорення. У підсумку дослідження маємо уявлення про майбутнє смартфонів і всієї техніки в цілому, зокрема погляд творців на управління смартфоном. Перш за все, керування можливе з допомогою проєктованого в повітря екрану (як це можна побачити у фільмах). Окрім цього, можливе також багатофункціональне керування, наприклад, ноутбуком.

Оскільки користуватись невеликою сенсорною панеллю (тачпадом) у багатьох приладах не дуже зручно, в ноутбуках, нетбуках і моніторах почали робити сенсорними самі дисплеї. Тепер, із технологією 3D Touch, можна повністю реалізувати потрібний при цьому функціонал, тобто замінити не тільки ліву клавішу мишки (вибір опції), а й праву клавішу (контекстне меню).

Також було проведено опитування користувачів технології 3D Touch і тих, хто не має змоги користуватися нею. Більшість вважає, що нововведення дуже корисне і зручне, тобто пристроєм узагалі стає швидше користуватися.

На даний час було проведено дослідження з iPhone 4, iPhone 5, iPhone 5S, iPhone 6S і деякими телефонами Samsung. У майбутньому планується провести дослідження з дисплеями телевізорів, комп'ютерів і взагалі будь-яких пристроїв, із якими людина зараз взаємодіє щодня (мікрохвильова піч, пральна машина тощо). Крім того, технологія 3D Touch може стати внутрішньою технологією автомобілів, тобто дасть змогу повністю керувати ними.

Мінуси у технології 3D Touch також були виявлені. Оскільки технологія є новою, поки що інноваційних функцій небагато, проте є надія, що в майбутньому вони з'являться. Також більше половини користувачів різних телефонів не пристосувались до користування 3D Touch та інших подібних інноваційних функцій, адже звикли працювати зі смартфоном по-старому. Технологія 3D Touch поки що не дуже швидко відповідає на рухи людини. Одним із мінусів емуляції 3D Touch на різних платформах були зависання та неспрацювання системи, але для емуляції це доволі звична річ.

Порівнявши плюси і мінуси, виявлені під час дослідження 3D Touch, можна підбити наступний підсумок: технології ще є куди розвиватись, проте, незважаючи на тимчасові недоліки, вона має повне право на існування та перспективи поширення.

Висновки. Технологія 3D Touch є справжнім проривом у роботі з сенсорними екранами телефонів, планшетів, ноутбуків та інших приладів. Її можна вважати одним із майбутніх шляхів еволюції техніки XXI століття.

14. Реалізація методу пошуку даних на основі семантичного аналізу

Нікіта Дугінець, Тетяна Джуренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Через зростання обсягу текстової інформації все актуальнішими стають системи автоматичної обробки тексту для спрощення знаходження інформації у великому обсязі тексту. Однією з їхніх основних задач є семантичний аналіз — пошук і вибірка інформації з великого неструктурованого масиву текстових і графічних даних.

Матеріали і методи. Методи дослідження базуються на основних положеннях та принципах системного підходу і семантичного аналізу.

Результати та обговорення. Останнім часом у технології пошуку все частіше впроваджуються елементи контент-аналізу. Розрізняють кількісний і якісний контент-аналіз. Якісний базується на глибокому лінгвістичному та семантичному аналізі окремих пропозицій і всього тексту. Основою ж кількісного контент-аналізу є статистичні підходи.

Такі напрями контент-аналізу, як Data Mining і Text Mining, передбачають автоматичне виявлення в текстових масивах нового сенсу, нових даних, феноменів, фактів-знань. Усе частіше виникають спроби залучення Text Mining у реальні пошукові системи. Ці спроби зумовлені обсягами і темпами зростання Мережі.

Принципова різниця між адресним і семантичним пошуком полягає в тому, що при адресному документ розглядається як об'єкт із точки зору форми, а при семантичному — з точки зору змісту. Семантичний пошук знаходить множину документів без зазначення адрес. Це є принциповою відмінністю каталогів і картотек.

На початку і в кінці семантичного аналізу природномовних текстів стоїть слово. Методи аналізу різноманітні і залежать від розв'язуваного в прикладній області завдання, і існує не один напрямок обробки текстової інформації. Але в будь-якому випадку семантичний аналіз допомагає витягти знання з тексту, використовуючи контекст, який для пошуку маркетингової інформації є цільовим.

Алгоритм семантичного пошуку складається з наступних основних блоків:

1. Якщо це текстовий запит, то треба перетворити його на семантичне подання.
2. Пошук семантично пов'язаних об'єктів і вузлів. Для одиночних об'єктів це вибірка семантично пов'язаних об'єктів. У разі комбінації йде пошук вузлів, що мають такий же або підлеглий тип об'єкта, який утворює вузол, і при цьому мають у своєму складі об'єкти, що збігаються або семантично пов'язані з об'єктами запиту.
3. Пошук простих об'єктів і вузлів, які отримані на виході попереднього етапу, в об'єктних профілях кластерів. Якщо знайдено мало кластерів, то йде пошук в об'єктних профілях документів.
4. Ранжування знайдених кластерів і документів. Зазвичай воно йде за ступенем семантичного зв'язку між об'єктами запиту і об'єктами, через які знайдені документи. При цьому можна врахувати семантичний профіль інтересів користувача.

При реалізації даного підходу можливі наступні проблеми.

1. Система повинна «знати» всі об'єкти, які зустрічаються в текстах. Серед варіантів розв'язання проблеми можна виділити використання семантичної системи в області, де помилки не критичні; використання об'єктів із існуючих баз структурованої інформації; використання машинного навчання.
2. Формування шаблону для всіх можливих семантичних вузлів.
3. Висока складність обчислення при виконанні багатьох семантичних запитів. Для рішення потрібна паралельність виконання запитів, аналіз складності різних шляхів виконання запиту та обрання найбільш оптимального.

Висновки. Семантичний пошук — це технологія майбутнього, яка ставить перед собою дуже амбітні цілі. Хоча вона поки що не може повністю замінити Google в наданні якісніших результатів, однак дозволяє ефективно розв'язувати багато нестандартних і спеціалізованих завдань, отримувати відповіді на складні, логічно витончені запити.

15. Керування процесом самонавчання граматики зі зворотним зв'язком

Микола Костіков

Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогоднішній день уже розроблено ряд технологій і програмних продуктів для керування процесом навчання і самонавчання різних дисциплін. Однак відчувається брак засобів для вивчення граматики іноземних мов, у існуючих же часто відсутній зворотний зв'язок, а відповідно — адаптація й індивідуалізація процесу навчання.

Матеріали і методи. Для керування процесом самонавчання за основу можна взяти класичну структуру циклу управління за А. Файоном, що складається з 5 етапів — планування, організація, реалізація, координування, контроль. Забезпечення визначених етапів може бути реалізовано через модель навчального процесу, розроблену Л. Растрігінім та доповнену К. Буль [1, с. 11].

Результати та обговорення. Базуючись на цій моделі, нами було розроблено алгоритми роботи експертно-навчальної системи граматики іноземної мови, які повинні забезпечити реалізацію конкретних етапів у зазначеному циклі управління. Розглянемо докладніше ці етапи.

1. На етапі **планування** навчання першочерговим є визначення мети, якої бажає досягти конкретний студент при роботі з системою. Її можна сформулювати як бажаний (мінімально допустимий) рівень знань $\delta \in (0,1]$. Важливою також є задача визначення оптимального інтервалу часу між заняттями з урахуванням забування. Доцільно зменшувати інтервал, коли поточний рівень знань є низьким, і навпаки.

2. **Організація** роботи користувачів у системі передбачає створення прикладів і вправ. Для цього розроблено конструктор вправ і навчальної інформації, що формує порцію інформації залежно від індивідуальних особливостей студентів. Зокрема для прикладів і вправ із граматики підбирається лексика, найбільш відповідна потребам конкретного студента, а також обирається оптимальний тип подання інформації.

3. **Реалізація** полягає у проходженні занять студентами. Тут зворотний зв'язок забезпечується через використання моделі студента, що ініціалізується при реєстрації в системі, оновлюється при відповідях студента і коригує подальший хід навчання.

4. **Координування** відбувається при неправильних відповідях. Спершу система ставить додаткове запитання, аналогічне до початкового. За відсутності правильної відповіді на нього можлива підказка — демонстрація розв'язання частини поданого завдання. Якщо підказка допомагає дати відповідь, ця відповідь зараховується як частково правильна; інакше система демонструє правильну відповідь і пояснення.

5. Поточний і підсумковий **контроль** знань. При ньому пояснення можуть надаватись лише в кінці всього сеансу тестування або взагалі не надаватись. Робота з певною темою чи курсом у цілому вважається завершеною, коли студентом досягається бажаний рівень знань, запланований на першому етапі циклу управління.

По завершенні кожного циклу управління навчальний матеріал і керуючі впливи коригуються з урахуванням отриманих даних. Це реалізується за рахунок збирання і подання викладачам зведеної статистики по роботі студентів із курсом. Надто складні чи прості завдання можуть потребувати доопрацювання перед наступним циклом управління задля підвищення якості навчального матеріалу в майбутньому.

Висновки. Розроблені алгоритми роботи експертно-навчальної системи граматики іноземної мови дозволять підвищити ефективність керування процесом самонавчання студентів за рахунок реалізації механізму зворотного зв'язку на всіх етапах циклу управління.

Література

1. Bule J. Models for Adaptive Computer-Based Learning Management : doctoral thesis summary / Ekaterina Bule ; Riga Technical University. — Riga : RTU, 2011. — 41 p.

16. Створення математичної моделі для складання оптимального розкладу поставок сировини

Світлана Маковецька, Олена М'якило

Національний університет харчових технологій

Вступ. Важливою проблемою ефективної діяльності цукрової промисловості є забезпечення оптимальних термінів тривалого виробничого сезону цукрових заводів. Відмінною рисою цукробурякового виробництва є його тісний зв'язок із сільським господарством, залежність від кількості та якості одержуваної сировини, а також від термінів надходження її на переробку на цукрові заводи.

Матеріали і методи. Розглядається математична модель задачі оптимізації складання розкладу поставок сировини для цукрового заводу для забезпечення максимального виходу цукру.

Результати та обговорення. Задача формування розкладу поставок сировини складається з розподілення всієї сировини, яка надходить від постачальників, на кожен день цукроваріння. Кількість поставленої сировини x_{ij} за весь період i -тим постачальником визначаємо за формулою:

$$\sum_{j=1}^t x_{ij} = X_i, \quad \forall j = \overline{1, t}, \quad (1)$$

де i — номер (назва) постачальника, $i = 1, \dots, k$, j — номер дня поставки.

До основних фізико-хімічних показників цукрових буряків відносять:

- коефіцієнт забрудненості коренеплодів цукрових буряків 3 , який становить $3 = \frac{m_1 - m_2}{m_1}$, де m_1 — вага з домішками, кг; m_2 — вага цукрового буряку після визначення домішок, кг;
- масу цукрози C_i , потенційно вилучену з цукрових буряків прийнятої партії. Вона розраховується як добуток чистої маси партії цукрових буряків на розрахунковий вихід цукру V_C : $C_i = \frac{x_{ij} - x_3}{100} V_C$, де x_3 — маса забрудненості в партії сировини.

Прогнозований вихід цукру визначаємо: $V_C = C_{np} - SB - C_m$, де C_{np} — цукристість буряка за результатами визначення цукристості коренеплодів на пробних ділянках зони бурякосіяння цукрового заводу, % до маси буряків; SB — нормативна сума витрат цукрози від приймання до одержання готової продукції, % до маси заготовлених (прийнятих) буряків; C_m — нормативний вміст цукрози в мелясі, % до маси заготовлених (прийнятих) буряків.

Головною задачею цукрового заводу є максимально вилучити цукрозу з буряків, тому вміст цукру (дигестія) з коренеплодів цукрового буряка, які надходять від i -того постачальника:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^k C_i}{n} \rightarrow \max \quad (2)$$

Враховуючи це, визначимо, що критерій оптимізації матиме вигляд:

$$f = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^k (x_{ij} - x_{ij} \cdot 3) \cdot C \rightarrow \max \quad (3)$$

Висновки. Побудована модель дає змогу оцінити графік поставок сировини на цукровий завод для оптимізації роботи підприємства.

17. Визначення зношуваності пристроїв при проведенні ремонтних робіт на хлібокомбінаті

Людмила Маноха, Наталія Ліманська
Національний університет харчових технологій

Вступ. Коли ресурси деталі, яка встановлена на лінії виробництва продукції, використані не повністю, під час капітального ремонту вона відбраковується, оскільки подальше її використання може призвести до відмови відремонтованих об'єктів.

Матеріали і методи. Оскільки виробничі потужності хлібопекарного підприємства задані нормативними документами, то технічний супровід технологічного обладнання можна розглядати як інструмент управління процесом проведення ремонтних робіт. Визначення моменту для проведення відновлення технічного стану машин та ліній залежить від різноманітних факторів. Протириччя цих факторів спонукає до пошуку оптимальних рішень при проведенні ремонтних робіт.

Результати та обговорення. Як інструмент управління виробничими потужностями, що задані паспортними даними при виробництві та відновлюються при ремонтному обслуговуванні, доцільно розглянути технічний супровід експлуатації виробничого обладнання хлібокомбінату.

Для зменшення вартості ремонту можливе відновлення деталей, які не використали своїх робочих ресурсів. Для ефективного відновлення працездатного стану устаткування часто використовується відновлення корпусних частин устаткування, що не суперечить паспортним даним даного обладнання, але й не покращує ситуацію із загальним зносом машини. Проте різні терміни служби однотипних елементів і деталей знижують ефективність цього методу, і в результаті можливе виникнення серії відмов (особливо при неякісному регулюванні) або вихід обладнання з робочого стану.

Необхідність заміни спрацьованої не повністю деталі під час проведення ремонту регламентує показник допустимого спрацювання деталі, адже подальше їх використання може призвести до відмови обладнання. На реальний процес зміни параметрів впливають різні чинники. Дослідження закономірності спрацювання деталей необхідно проводити при відомому напрацюванні устаткування при використанні його у звичайних умовах.

Покращити середню тривалість роботи устаткування між відмовами можна, якщо створити такі робочі умови, де зменшується енергія тертя і зношення комплектуючих механізмів, використовуються поліпшені матеріали, що фільтрують елементи, знижують швидкість зношування та збільшують їхні робочі ресурси.

Висновки. Отже, результати проведення ремонтного процесу залежать від різноманітних факторів повернення непрацюючого обладнання в робочий стан.

18. Переваги та недоліки використання СУБД

Катерина Мельник, Мирослава Гладка

Національний університет харчових технологій

Вступ. База даних — це єдине централізоване сховище даних певної предметної області, до якої мають доступ багато програм.

Матеріали і методи. Кожна програма має доступ до конкретних даних БД за допомогою спеціальних програм, які одержали назву систем управління базами даних (СУБД). У БД дані розробляються і зберігаються як єдине ціле для розв'язування всіх задач предметної області. Кожна програма вибирає з БД лише дані, потрібні для конкретної задачі.

Результати та обговорення. СУБД разом із БД іноді називають банком даних. У банках даних повинні бути передбачені засоби, що забезпечують захист певних областей даних від несанкціонованого доступу.

Банк даних повинен відповідати наступним вимогам:

- мати можливість оновлення, поповнення й розширення БД;
- забезпечувати високу надійність зберігання інформації;
- видавати повну й вірогідну інформацію на запити;
- мати засоби, що забезпечують захист БД від несанкціонованого доступу.

СУБД — спеціальний пакет програм, що забезпечує створення, супроводження й використання БД багатьма користувачами. Основними функціями СУБД є такі:

- опис БД (вказування назв полів, їхньої довжини, типу та ін.);
- введення в БД підготовлених даних;
- перевірка правильності введених даних (контроль за типом);
- редагування даних (вилучення, заміна, коректування, вставка, доповнення);
- обробка запитів від користувачів (пошук певної інформації);
- забезпечення одночасної роботи декількох користувачів з однією БД;
- захист даних.

Переваги використання СУБД:

- контроль за надлишковістю даних;
- несуперечливість даних;
- спільне використання даних;
- підтримка цілісності даних.

Недоліки використання СУБД:

- складність;
- розмір;
- вартість;
- додаткові затрати на апаратне забезпечення;
- затрати на оновлення.

Висновки. Отже, основне призначення системи управління базами даних (СУБД) — створення та підтримка в актуальному стані бази даних, а також її зв'язок із програмами розв'язування економічних завдань (прикладні програми користувачів).

19. Науково-дослідна радіостанція НУХТ

Андрій Мошенський

Національний університет харчових технологій

Вступ. На кафедрі ІС факультету АКС НУХТ автором відкрито клубну радіостанцію з позивним сигналом UT4UYF. Радіостанцію впроваджено для проведення експериментів у галузі інформаційних технологій у бездротовому зв'язку [1]. Науковці з інших установ також використовують обладнання UT4UYF.

Матеріали і методи. На жаль, графік роботи університету не дозволяє знаходитись на радіостанції цілодобово. З урахуванням свят, відряджень і побутових справ, цілком виправдано є реалізація віддаленого керування. Доцільно також запровадити автоматичний, автономний режим роботи.

Результати та обговорення. Радіокомплекс складається з апаратної та програмної частин. Він дозволяє одночасно виконувати чотири окремі задачі.

Комплекс побудовано на базі ПК із відповідним спеціалізованим та мережевим програмним забезпеченням та блоків радіомодулів із антенами.

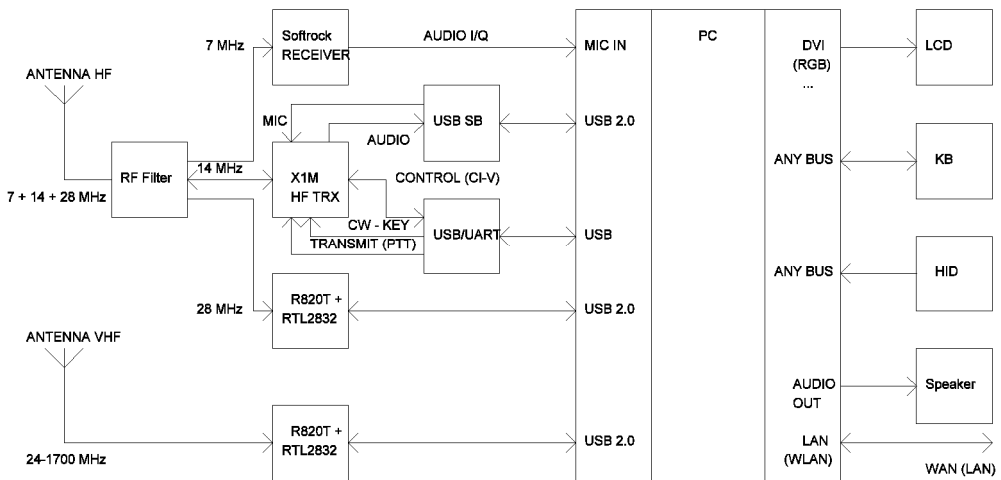


Рис. 1. Схема науково-дослідної радіостанції НУХТ

Вважаємо за доцільне рекомендувати використання подібних структур клубних радіостанцій із автономним режимом чи віддаленим керуванням. Це дуже зручно для науково-дослідних спостережень, збору статистики, випробувань на базі аматорського, і не лише, зв'язку. Функції можуть бути розподілені іншим чином, якщо перекомутувати модулі за бажанням користувача.

Висновки. Маємо можливість одночасної роботи чотирьох радіомодулів упродовж тривалого часу без фізичного втручання оператора. Це дозволяє максимально ефективно використовувати UT4UYF в наукових, дослідних та радіоспортивних цілях.

Література

1. Мошенський А. О. Прогнозування умов радіозв'язку на основі комп'ютерної обробки даних підчас змагань з радіозв'язку / А. О. Мошенський // Наукові записки УНДІЗ. — 2012. — №1 (21). — С. 227–236.

20. Переваги створення корпоративних модулів за допомогою технологій Java EE

Олександр Мягкий

Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогодні існує безліч технологій, за допомогою яких можна створювати як повноцінні корпоративні рішення для бізнесу, так і окремі модулі з обмеженим колом виконуваних задач, але увагу багатьох привертають рішення, побудовані з використанням технологій Java Enterprise Edition. І далі я хочу показати, чому саме.

Матеріали і методи. Java EE — це промислова технологія компанії Oracle, призначена для розв'язання широкого кола корпоративних задач (зокрема для створення ERP-систем). Платформа EE найбільшу популярність здобула завдяки її впровадженню у великих, високопродуктивних проектах, у яких бажані критерії програмних рішень — це надійність, гнучкість та масштабованість. На ринку чимало програмних систем, призначених для розв'язання повсякденних задач підприємств, але здебільшого вони вже включають у себе об'єднання технологій для реалізації поставлених задач (1С:Підприємство, Галактика, Lotus Notes, Microsoft Dynamics NAV, Microsoft Dynamics AX і т.д.). Натомість Java EE включає велику кількість різноманітних технологій, які в поєднанні здатні більш повно вирішити виникаючі потреби бізнесу.

Результати та обговорення. JSP, Servlets, JSF, EJB, JPA, Hibernate, JMS, CDI, JAX-RS, JAX-WS, JNDI, JTA, JavaMail, JAAS, XML Messaging тощо — це лише мала частка тих технологій, якими повинен володіти програміст для створення корпоративних програмних продуктів. Як відомо, технології Java EE, які потрібно використовувати при розробці, обирає senior (або звичайний програміст, якщо проект є невеликим) на власний розсуд, але для цього він повинен володіти не лише всіма технологіями, які підлягають використанню, але й конкурентними — для обґрунтування свого вибору на користь певних із них. Ця обставина змушує замовника проекту обирати лише професіонала з великим досвідом і багажем знань, що знаходить відображення і на його заробітку.

Такий підхід доступний лише високодохідним проектам. Натомість часто не враховується можливість створення модулів для більшої корпоративної системи з використанням малої частки наявних технологій. Адже в такому разі можна надати модулю доступ на перегляд бази даних корпоративної системи і використовувати отримані дані для підтримки функціональності самого модуля. За такого підходу управління бізнесом будь-якого рівня можна організувати у вигляді поєднань «модуль-модуль» або «модуль-програмна система», де рівень реалізації проекту полягає не у створенні системи з нуля, а у використанні існуючих рішень із доповненням їх модулями, специфічними саме для даної предметної області.

Висновки. Отже, доречний вибір технологій Java EE, їх правильне налаштування і використання дають змогу створити рішення будь-якого масштабу та складності незалежно від розміру підприємства (або мережі підприємств).

21. Принцип роботи компілятора. Розробка простого компілятора

Андрій Немченко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Перші у світі програми писались на машинних кодах. У зв'язку з важкістю та великою тривалістю процесу написання таких програм виникла потреба створення високорівневих засобів створення програм.

Матеріали і методи. Компілятор – комп'ютерна програма, призначена для перетворення програмного коду, написаного на одній мові програмування, в еквівалентний програмний код на іншій мові програмування (чи на байт-код). Процес компіляції проходить через декілька фаз: лексичний аналіз, синтаксичний аналіз, семантичний аналіз, генерація проміжного коду, оптимізація, генерація цільового коду.

Результати та обговорення. У ході доповіді буде представлено принцип роботи компілятора на прикладі компілятора простої мови програмування високого рівня, який виконує компіляцію у виконавчий файл Windows.

Ця мова програмування призначена для створення віконних додатків. Вона дозволяє створювати віконні додатки з трьома елементами керування – кнопка, напис і текстове поле, основні параметри яких (назва, положення на формі, розмір, значення тощо) можна змінювати. Також присутня можливість змінювати основні параметри вікна (розмір, заголовок тощо). Елементи керування розміщуються на формі шляхом їх перетягування на форму. Мова програмування дозволяє створювати обробники подій до кожного елемента керування, а також до самої форми (обробка натискання клавіш миші, руху мишкою на елементі керування, натискання клавіш клавіатури, створення / закриття форми).

Синтаксис мови програмування – україномовний. Мова програмування дозволить створювати змінні, виконувати основні арифметичні операції (додавання, віднімання, множення, ділення, остача від ділення), перевіряти умову, створювати цикли, змінювати значення параметрів елементів керування.

Компіляція буде здійснюватись у виконавчий файл Windows (*.exe). Створення вікна та елементів керування, а також керування ними буде здійснюватися за допомогою функцій стандартної бібліотеки WinAPI. Під час виконання програми, створеної за допомогою цього компілятора, помилки часу виконання обробляються не будуть. Компілятор написаний на мові C++ із використанням стандартної бібліотеки WinAPI.

Висновки. Розроблений компілятор є експериментальним, і дозволяє наочно показати принцип роботи компіляторів.

22. Розвиток технології «розумного дому» в Україні

Дмитро Огородников, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій

Вступ. Розроблення систем «розумного дому» (англ. *smart home*) є актуальною, адже вони допомагають більш ефективно використовувати комерційні приміщення, автоматизувати певні побутові процеси, урізноманітнювати дозволяти.

Матеріали і методи. Попри те, що загалом «розумний дім» — це дорога технологія, яка вимагає планування із самого початку зведення будинку та якісного устаткування, існують і альтернативні рішення. І найпростіший будинок можна доповнити прогресивним обладнанням, що усучаснить його та розширить його функціональні можливості.

Результати та обговорення. У 2015 р. український фонд SMRK проінвестував hardware-стартап Ajax Systems, що займається охоронними системами та датчиками для «розумного будинку» [1]. Ajax Systems було засновано ще в 2011 р. Спершу компанія займалась охоронними системами, але згодом відзначила тренд, пов'язаний із розумними системами для дому, і вирішила розвиватись у цьому напрямку. В 2015 р. пройшов бета-тест першої продукції стартапу — бездротових сенсорів відкриття вікон і дверей, руху і т.д. Всього планується створити близько 40 подібних пристроїв і об'єднати їх у систему управління будинком. Деякі з них уже надійшли у продаж. У 2016 р. проект планує виходити на ринки СНД, Європи, США. Орієнтовна вартість системи — \$200–250.

Технологія «розумного дому» передбачає також розроблення медичних приладів. Сучасний термін mHealth (від англ. *mobile health*) — мобільне здоров'я) включає в себе два великі напрямки. Це пристрої та додатки, призначені:

- для лікування й догляду за пацієнтами;
- для контролю за дотриманням здорового способу життя та фітнесу.

Обидва ці напрямки розвиваються дуже швидко, поступово зближуючись із технологіями «розумного дому» в рамках єдиної концепції Інтернету речей. З'являються розумні годинники та фітнес-трекери, які можуть включатися в єдину систему домашньої автоматизації й управляти її приладами. Системи моніторингу життєвих показників працюють у єдиній мережі з системами «розумного дому», а окремі медичні пристрої можуть запускати процеси, які стосуються автоматизації будинку. Наприклад, система, що стежить за літніми батьками у них удома, може в разі падіння когось із них відправляти повідомлення родичам чи сусідам, надсилати інформацію лікарю або вмикати сигналізацію. Системи камер і датчиків, крім своєї основної охоронної функції, можуть також використовуватися для контролю активності літніх батьків і застосовуватися спільно з тривожною кнопкою [2].

Сучасні мобільні пристрої вже забезпечені акселерометрами, мікрофонами, камерами та різноманітними датчиками, що можуть забезпечити потік даних, який однозначно й чітко описує все, що відбувається в навколишньому середовищі. Лишається розробити універсальні програмні алгоритми, здатні інтерпретувати цей потік даних, зробити висновки, прийняти відповідні рішення і виконати необхідні дії.

Висновки. На сьогоднішній день технологія «розумного дому» стрімко розвивається у світі, а також набуває популярності в Україні. Вона безсумнівно має значний потенціал і перспективи розвитку за умови розроблення відповідних інформаційних технологій.

Література

1. Український «розумний будинок» залучив мільйон доларів інвестицій [Електрон. ресурс]// Українська правда: Економічна правда. — 2015. — Режим доступу : <http://www.epravda.com.ua/news/2015/06/3/545072>.
2. С. Головин. 6 тенденцій в сфері технологій "умного дома", которые будут преобладать в 2015 году [Електрон. ресурс]// Сергей Головин // Ferra.ru. — 2015. — Режим доступу : <http://www.ferra.ru/ru/digihome/review/SmartHome-Trends2015>.

23. Оцінка якості програмного коду системи підтримки прийняття рішень із використанням SonarQube

Ганна Олійник, Сергій Грибков

Національний університет харчових технологій

Вступ. Актуальною проблемою при створенні програмних продуктів є постійна підтримка якості програмного коду на високому рівні, чого можливо досягнути лише при його швидкому та всебічному аналізі протягом процесу розробки. Потреба у розв'язанні даної проблеми виникла у процесі створення системи підтримки прийняття рішень (СППР) при плануванні виконання договорів.

Матеріали і методи. Для проведення дослідження були використані загальнонаукові методи, а саме: аналізу та синтезу, узагальнення та наукової абстракції. Інформаційною базою дослідження виступили роботи вітчизняних і зарубіжних фахівців у галузі розробки програмного забезпечення, опублікованих на тематичних сторінках у мережі Інтернет, особистих блогах, а також спеціалізована література [1; 2].

Результати та обговорення. Для автоматизації аналізу та контролю якості програмного коду в процесі розробки СППР при плануванні виконання договорів було обрано програмний продукт SonarQube. Його використання забезпечує безперервний аналіз і оцінювання програмного коду з метою виявлення дефектів на основі визначених правил. При розробленні СППР використання SonarQube надало змогу визначити наступні якісні показники: покриття коду модульними тестами; взаємозалежність компонентів, чим визначається можливість повторного використання фрагментів програмного коду незалежно від інших класів або бібліотек; цикломатична складність, що відображає структурну складність та залежить від можливих варіантів розгалужень; дублювання фрагментів коду; супроводження документацією, що забезпечує легкість розуміння та використання; відповідність стилістичним нормам міжнародного рівня; контроль змін програмного коду з мінімальними часовими затратами.

Слід зазначити, що SonarQube має гнучкий і зрозумілий веб-інтерфейс, призначений для зручної роботи з цілою низкою утиліт для аналізу програмного коду, а також підтримує збереження всіх результатів у спеціалізованій базі даних, що дозволяє проводити детальний аналіз після внесення будь-яких змін. SonarQube дозволяє миттєво переглядати виявлені порушення встановлених правил за рахунок посилання на фрагменти коду з повним описом проблеми, що, в свою чергу, дозволяє скоротити час на її пошук та усунення.

Висновки. Програмний продукт SonarQube використовується при створенні СППР при плануванні виконання договорів, що забезпечує якість програмного коду та пришвидшує його реалізацію. Рекомендується використовувати SonarQube при створенні будь-яких програмних продуктів різними мовами програмування та різної складності, адже він забезпечує безперервний контроль якості та є кросплатформним.

Література

1. Charalampos S. Arapidis (2012), *Sonar Code Quality Testing Essentials*, Packt Publishing.
2. G. Ann Campbell, Patroklos P. Papapetrou (2013), *SonarQube in Action*, Manning Publications.

24. Плазмовий інтернет

Андрій Петрук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Плазмовий інтернет — термін, яким називають швидку і дешеву бездротову систему комунікації, що є оптичною версією Wi-Fi. Visible Light Communication (VLC), також відома як Li-Fi. «Li-fi» — це нова технологія (аббревіатура в назві складена, за аналогією з широко відомими Hi-Fi і Wi-Fi, з англійських слів «*light*» — «світло» і «*fidelity*» — «точність»), що обіцяє надійний і дешевий спосіб підключення до інтернету практично з будь-якого місця за допомогою спеціальних світлодіодів.

Матеріали і методи. Нова технологія Li-Fi, розробленням якої фахівці займаються протягом останніх 4 років, у 100 разів перевищує швидкість Wi-Fi. У домашніх умовах Li-Fi може передавати дані зі швидкістю 1 Гб/с. Найвищої швидкості — 224 Гб/с — фахівцям вдалося домогтись у 2011 р. Перевагою цієї мережі є і її більша захищеність, адже для обміну інформацією використовується світло, яке не може проникати крізь стіни.

Результати та обговорення. Про появу Li-Fi вперше стало відомо у 2011 році. Технологія застосовує під час передачі даних за високих швидкостей видиме світло, періодично вмикаючи і вимикаючи світлодіоди на короткі проміжки часу.

Провідним розробником цієї технології стала група вчених Единбурзького університету на чолі з німецьким професором Гаральдом Хаасом. Електромагнітний спектр, частиною якого є використовувані в Wi-Fi і стільниковому зв'язку радіохвилі, також включає спектр видимого світла. Хаас виявив, що різна швидкість мерехтіння світла дозволяє передавати дані: коли лампа ввімкнена, передається цифрова одиниця, коли вимкнена — нуль. Інтенсивність мерехтіння у світлодіода дуже висока, і людське око його не помічає. Але лампа при цьому здатна передавати інформацію набагато швидше, ніж Wi-Fi. Крім того, зараз у світі використовується більше 14 млрд. ламп. Для Хааса це готова інфраструктура, яку потрібно лише забезпечити спеціальними чіпами, вартість яких буде варіюватися від \$1 до \$5. Цього буде достатньо, аби перетворити звичайну лампу на прилад, здатний передавати дані. Вчений вважає, що його винахід не призведе до повної відмови від використання радіочастот, але впевнений, що Li-Fi може замінити звичний діапазон там, де стільниковий зв'язок і інтернет дають збій або є недоступними: на переповненому стадіоні, на борту літака, в лікарнях і під водою, куди радіохвилі не проникають. Хаас також називає такий спосіб передачі даних максимально захищеним від перехоплення, адже зона поширення світла, на відміну від радіохвиль, обмежена природними перешкодами і працює тільки в умовах прямої видимості. «Ця технологія застосовна скрізь, де є освітлення, — пояснює Хаас. — Для нас пріоритетним напрямком є використання Li-Fi в будівлях. І вже на наступному етапі ми будемо розробляти можливості застосування цієї технології поза приміщеннями».

Висновки. Таким чином, технологія Li-Fi може створити справжній фурор у сучасних системах передачі інформації як найшвидша і найдешевша мережа.

25. Удосконалення планування виробництва на основі використання інформаційної технології групового прийняття рішень

Володимир Пстухов, Валерій Самсонов

Національний університет харчових технологій

Вступ. Функція планування в системі управління підприємством є однією з головних функцій, що визначає кінцеві результати виробничо-збутової, економічної, фінансової й інвестиційної діяльності. Вона відображає головну задачу господарської діяльності підприємства і є одним із основних важелів досягнення поставлених підприємством цілей.

Матеріали і методи. Покращення ефективності системи планування підприємства передбачається за рахунок використання людино-машинної технології групового прийняття рішень. Основою цієї технології є поетапний ітераційний процес розв'язання задач на кожному рівні ієрархії підприємства з передачею бажаних результатів на нижчі рівні та отриманням від них реально можливих показників за наявних ресурсів.

Результати та обговорення. В умовах динамічних змін зовнішнього і внутрішнього середовищ функціонування підприємств існуючі підходи до планування виробництва не в змозі забезпечити врахування всієї різноманітності факторів, що впливають на діяльність підприємства. Це зумовлює необхідність постійного коригування планів. Крім того, на практиці виникає неузгодженість між планами різних рівнів і призначення.

Використання запропонованої людино-машинної технології групового прийняття рішень значно покращить якість планування на підприємствах за рахунок використання інформації з усіх необхідних підрозділів. Ітераційний процес забезпечить оперативне та узгоджене розв'язання проблем та конфліктних ситуацій у процесі планування. Єдина система планування дає змогу ефективно контролювати процес виробництва та управляти підприємством, оскільки враховані потреби, інтереси та можливості всіх його складових елементів, що забезпечує їх синхронну та ритмічну роботу як єдиного організму.

Покращення ефективності планування призведе до:

- надання можливості більш точно передбачити різні варіанти розвитку ситуації в майбутньому та заздалегідь підготувати альтернативні варіанти плану розвитку підприємства;
- поліпшення координації дій в організації;
- більш раціонального розподілу ресурсів;
- чіткого розмежування обов'язків та відповідальності працівників і підрозділів підприємства за виконання планових завдань;
- поліпшення контролю в організації та ін.

Висновки. Ефективне планування з використанням людино-машинної технології групового прийняття рішень забезпечує підприємству основу для обґрунтованого прийняття управлінських рішень та знижує їх ризики, сприяє пошуку найбільш прийнятних напрямів його розвитку.

26. Лямбда-вирази в Java 8

Михайло Писаренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. У новій версії Java 8 нарешті з'явилися довгоочікувані лямбда-вирази. Можливо, це найважливіша нова можливість останньої версії, що дозволяє писати код швидше, робить його яснішим, а також відкриває двері у світ функціонального програмування.

Матеріали і методи. Останнім часом функціональне програмування сильно виросло в значущості, оскільки добре підходить для паралельного програмування та програмування, заснованого на подіях («reactive»). Це не означає, що об'єктна орієнтованість — це погано. Навпаки, виграною стратегією є змішування функціонального і об'єктно-орієнтованого програмування, що і дозволяють робити лямбда-вирази.

Результати та обговорення. Лямбда-вираз — це метод без оголошення, тобто без модифікаторів доступу, які повертають значення та ім'я і дозволяють написати метод і відразу ж використати його. Особливо корисно це в разі одноразового виклику методу, тому що скорочує час на оголошення і написання методу без необхідності створювати клас.

Лямбда-вирази в Java зазвичай мають наступний синтаксис: (аргументи) -> (тіло). Наприклад: (int a, int b) -> { return a + b; }

Структура лямбда-виразів:

- лямбда-вираз може мати від 0 і більше вхідних параметрів;
- тип параметрів може бути вказано явно або отримано з контексту, наприклад, (int a) можна записати і так: (a);
- параметри записуються в круглі дужки і розділяються комами, наприклад, (a, b), або (int a, int b), або (String a, int b, float c);
- якщо параметрів немає, то потрібно використовувати порожні круглі дужки, наприклад: () -> 42;
- коли параметр один, якщо тип не вказується явно, дужки можна опустити, наприклад: a -> return a * a;
- тіло лямбда-виразу може містити від 0 і більше виразів;
- якщо тіло складається з одного оператора, його можна не укладати в фігурні дужки, а значення, що повертається можна вказувати без ключового слова return;
- в іншому випадку фігурні дужки обов'язкові (блок коду), а в кінці треба вказувати значення, що повертається, з використанням ключового слова return (в іншому випадку типом значення, що повертається, буде void).

Перевагу використання лямбда-виразу можна проілюструвати наочно наступним чином. Створюємо список чисел і виводимо його на екран через найпростіший цикл:

```
List<Integer> numbers = Arrays.asList(1, 2, 3, 4, 5, 6);  
for (int number : numbers) { System.out.println(number); }
```

Використовуючи ж лямбда-вираз та інші можливості мови, отримуємо:

```
numbers.forEach(System.out::println);
```

Як уже було сказано, в Java є багато існуючих інтерфейсів, які інкапсулюють блоки коду — такі, як Runnable або Comparator. Лямбда-вирази мають зворотну сумісність із цими інтерфейсами. З'являється можливість ставити лямбда-вираз щоразу, коли очікується об'єкт інтерфейсу з одним абстрактним методом. Такий інтерфейс називається функціональним інтерфейсом. Насправді, перетворення в функціональний інтерфейс — це єдине, що можна зробити з лямбда-виразом в Java. В інших мовах програмування, які підтримують функціональні літерали, можна оголосити типи функцій, такі як (String, String) -> int, оголошувати змінні цих типів і використовувати змінні для збереження функціональних виразів. У Java немає можливості навіть привласнити лямбда-вираз змінної типу Object, тому що Object не є функціональним інтерфейсом. Проектувальники Java вирішили суворо дотримуватися знайомої концепції інтерфейсів, а не додавати типи функцій у мову.

Висновки. Марк Рейнгольд, головний архітектор Java, назвав лямбда-вирази найзначнішою зміною в моделі програмування, яке колись відбувалося — навіть більш значним, ніж дженерики (generics). Він має рацію, адже лямбда-вирази надають Java-програмістам можливості функціональних мов програмування для написання ще якіснішого коду.

27. Кіберзлочинність в Україні та методи боротьби з нею

Анастасія Побережна, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій

Вступ. У 2015 році Україна стала абсолютним лідером за внутрішніми й зовнішніми кіберзагрозами в Європі. Цей факт безсумнівно свідчить про актуальність проблеми кіберзлочинності в Україні.

Матеріали і методи. У дослідженні було використано статистичні матеріали з офіційних ресурсів Управління боротьби з кіберзлочинністю (УБК) за 2013–14 рр., ГО «Центр дослідження комп'ютерної злочинності» за 2015 р., форуму з кібербезпеки, організованого Kaspersky Lab за 2015 р. та Департаменту кіберполіції Національної поліції України за січень–лютий 2016 р.

Результати та обговорення. Діяльність досліджуваних структур спрямована на протидію основним видам кіберзагроз в Україні. Серед них можна виділити такі загрози:

- у сфері використання платіжних систем — скимінг, кеш-треппінг, кардинг, несанкціоноване списання коштів за допомогою систем дистанційного банківського обслуговування;
- у сфері е-комерції — фішинг, онлайн-шахрайство (заволодіння коштами громадян через інтернет-аукціони, інтернет-магазини тощо);
- у сфері інтелектуальної власності — піратство, кардшаринг;
- у сфері інформаційної безпеки — соціальна інженерія, зловмисне ПЗ, бот-мережі, DDoS-атаки, протиправний контент, рефайлінг.

За два місяці 2016 р. новоствореним Департаментом кіберполіції Національної поліції України було розкрито наступні злочини: розповсюдження дитячої порнографії за допомогою пірінгової (P2P) програми «Donkey2000»; діяльність групи кардерів, які використовували дампи магнітних стрічок банківських карток громадян США; незаконне втручання в телекомунікаційну мережу одного з операторів мобільного зв'язку України та порушення порядку маршрутизації міжнародного телефонного трафіку громадянином України.

Попри боротьбу з кіберзлочинністю, Україна посіла п'яте місце у світі (і перше в Європі) за ризиками зіткнення з веб-загрозами в III кварталі 2015 р. За даними Kaspersky Security Network, за липень-вересень 2015 третина (33,7%) українських користувачів мережі зіткнулися з загрозами, що поширюються через інтернет.

За підсумками II кварталу 2015 р., Україна опинилась на 9-й сходинці рейтингу країн із найбільшим ризиком зараження мобільними вірусами (8,39%). Досить високий для українців і ризик зіткнення з локальними загрозами — 54,5% (напр., шкідливе ПЗ у складі інсталяторів програм, зашифровані файли і т.д.). За цим показником Україна посідає першу сходинку в Європі.

За даними УБК, в 2013 р. сума заявленого матеріального збитку досягла майже 19 млн. грн., за 6 місяців 2014 р. — близько 10 млн. грн. Кількість фінансових кіберзлочинів за першу половину 2015 р. зросла на 15–17%, а «політичних» — на 250–300%, повідомляють у Центрі досліджень комп'ютерної злочинності.

На противагу нашої поліції, за кордоном боротьба з кіберзлочинністю проводиться всередині кіберпростору за участю комерційних структур, на пряму зацікавлених у безпеці IT-сфери. Дослідження, нещодавно проведене Рахунковою палатою США, показало величезний розрив у кваліфікації держслужбовців, які працюють у сфері кібербезпеки, IT та інженерії, і фахівців із приватного сектора. У зв'язку з цим Пентагон хоче найняти 3 тис. т.зв. «білих» хакерів. У США та Японії за участю Microsoft, Хехо, Google, HP були створені центри реагування на кіберзлочини. Такий же центр існує і в Китаї. Робота центрів зводиться до моніторингу кіберзагроз та розроблення дієвих способів протидії ним.

Висновки. Як показує світова практика, створення центрів протидії кіберзагрозам усередині кіберпростору набагато ефективніше, ніж фінансування правоохоронних органів, які не володіють достатніми знаннями і не зацікавлені на пряму в безпеці кіберпростору.

28. Тестування програмних додатків методом «чорної скриньки»

Тетяна Пуник, Мирослава Гладка

Національний університет харчових технологій

Вступ. Тестування програмного забезпечення — це процес технічного дослідження, призначений для виявлення інформації про якість продукту відносно контексту, в якому він має використовуватись. Техніка тестування включає як процес пошуку помилок, так і випробування програмних складових із метою оцінки.

Матеріали і методи. При тестуванні за методом «чорної скриньки» тестер має доступ до ПЗ тільки через ті ж інтерфейси, що й замовник або користувач, або через зовнішні інтерфейси, що дозволяють іншому комп'ютеру або іншому процесу підключитися до системи для тестування. Наприклад, модуль, що тестується, може віртуально натискати клавіші або кнопки миші за допомогою механізму взаємодії процесів, із упевненістю в тому, чи все йде правильно, що ці події викликають той же відгук, що й реальні натискання клавіш і кнопок миші.

Результати та обговорення. Як правило, тестування за методом «чорної скриньки» ведеться з використанням специфікацій чи інших документів, що описують вимоги до системи. Ці тести демонструють: як виконуються функції програми; як приймаються вихідні дані; як виробляються результати; як зберігається цілісність зовнішньої інформації.

При тестуванні методом «чорної скриньки» розглядаються системні характеристики програм, ігнорується їхня внутрішня логічна структура. Вичерпне тестування, як правило, неможливе. Тестування цим методом не реагує на багато особливостей програмних помилок.

Тестування методом «чорної скриньки» (функціональне тестування) дозволяє отримати комбінації вхідних даних, які забезпечують повну перевірку всіх функціональних вимог до програми. Програмний виріб тут розглядається як «чорна скринька», чию поведінку можна визначити тільки дослідженням його входів та відповідних виходів.

Будь-який спосіб тестування «чорної скриньки» повинен: виявити такі вхідні дані, які з високою ймовірністю належать набору ПТ; сформулювати такі очікувані результати, які з високою ймовірністю є елементами набору ОТ.

Принцип «чорної скриньки» не альтернативний принципу «білої скриньки». Скоріше це доповнює підхід, який виявляє інший клас помилок.

Тестування методом «чорної скриньки» забезпечує пошук наступних категорій помилок: некоректних чи відсутніх функцій; помилок інтерфейсу; помилок у зовнішніх структурах даних або в доступі до зовнішньої бази даних; помилок характеристик (необхідна ємність пам'яті і т.д.); помилок ініціалізації та завершення.

Подібні категорії помилок способами «білої скриньки» не виявляються.

Висновки. При всебічному тестуванні ПЗ користувачі отримують максимально зручний та ефективний програмний продукт, що відповідає вимогам, описаним у технічному завданні.

Література

1. Бейзер Б. Тестирование чёрного ящика. Технологии функционального тестирования программного обеспечения и систем / Борис Бейзер. — СПб. : Питер, 2004. — 320 с.
2. Канер С. Тестирование программного обеспечения. Фундаментальные концепции менеджмента бизнес-приложений / Сэм Канер, Джек Фолк, Енг Кек Нгуен. — К. : ДиаСофт, 2001. — 544 с.
3. Калбертсон Р. Быстрое тестирование / Роберт Калбертсон, Крис Браун, Гэри Кобб. — М. : Вильямс, 2002. — 374 с.

29. Веб-додаток для реалізації пошуку маркетингових даних

Віталій Романенко, Тетяна Джуренко, Олена М'якило
Національний університет харчових технологій

Вступ. Хто володіє інформацією, той володіє світом. У наш час важко переоцінити значення аналітики та моніторингу результатів пошукових запитів. Для швидкого й успішного розвитку бізнесу та ефективного просування в інтернет ці етапи просто необхідні.

Матеріали і методи. Матеріалом дослідження є дані з пошукових систем. Для опрацювання даних із пошукових систем використовується метод бінарної кластеризації, метод Роше та метод Naïve Bayes. Для відображення графіків та діаграм використовуються компоненти середовища ASP.NET та JQuery.

Результати та обговорення. Електронна інформація відіграє все більшу роль в усіх сферах життя сучасного суспільства. У інформаційних сховищах, розподілених по всьому світу, зібрані терабайти текстових даних. Якщо правильно обробити таку інформацію, то отримаємо досить багато корисних показників, які можна використовувати в маркетингових дослідженнях.

При роботі над даною ідеєю було очевидно, що продукт повинен мати зручний інтерфейс, максимально автоматизований, а також бути доступним для більшості приладів. Для створення було обране середовище ASP.NET, яке дає змогу відразу програмувати серверну і клієнтську частини, а також підтримує всі сучасні методи обробки інформації.

Даний додаток генерує велику кількість відібраної інформації за певним запитом і у зручній формі виводить її користувачу. Користувач може сам уточнювати пошук, крім того, додаток в автоматичному режимі може запропонувати всі можливі варіанти. За допомогою графіків та діаграм додаток покаже корисні статистичні дані, які можна використати при створенні плану розвитку підприємства.

Сучасні процеси бізнесу та виробництва породжують величезні масиви даних, які, в свою чергу, індексуються пошуковими системами. Ці дані потрапляють у вільний доступ. Треба витягувати максимум корисних знань із багатовимірних, різномірних, неповних, неточних, суперечливих, непрямих даних. Для цього ми використовуємо методи напряму Text Mining, що вже добре зарекомендував себе в сучасному світі.

Висновки. Інтелектуальний аналіз даних є одним із найбільш актуальних і затребуваних напрямів розвитку ІТ. Даний додаток надасть змогу користувачу за мінімальну вартість отримати безліч маркетингових порад, а також зробити частковий аналіз свого бізнесу.

30. Використання інструментарію Xamarin для розробки крос-платформних мобільних додатків

Володимир Савченко, Лариса Загорівська
Національний університет харчових технологій

Вступ. Завдяки виходу нового покоління мобільних операційних систем (ОС) — iOS, Android, Windows Phone — і стрімкому зростанню потужності процесорів для мобільних пристроїв за останнє десятиріччя розробка мобільних додатків стала актуальною задачею.

Матеріали і методи. Для розроблення мобільного додатку обрано інструментарій Xamarin, що забезпечує наступні можливості:

- заснований на платформі .NET;
- має широкий вибір навчальних і довідкових матеріалів англійською мовою;
- популярний серед розробників;
- дозволяє студентам старших курсів отримати безкоштовну ліцензію для розробки й публікації додатків;
- наявність фреймворку Xamarin.Forms, що дозволяє розробляти для додатків не лише спільну логіку, але й інтерфейс.

Даний інструментарій забезпечує крос-платформну розробку, дозволяючи програмісту описувати логіку додатку лише один раз.

Результати та обговорення. У ході даної роботи розроблено крос-платформний мобільний додаток «КД Життя mobile», призначений для клієнтів та фінансових консультантів компанії. Функціонал цього додатку включає розрахунок страхових сум на базі статистичних даних, перегляд і друк документів, що можуть бути корисними клієнтам та фінансовим консультантам компанії, реквізити для оплати страхових внесків. Також він дозволяє зв'язатися з компанією у зручний спосіб. Використання саме Xamarin.Forms дозволило за незначний час розробити повноцінний додаток одразу під дві платформи зі спільним інтерфейсом та ідентичним функціоналом. Використання ж звичайних засобів розробки для кожної з версій додатку потребувало би значного часу на опанування мов програмування та середовищ розробки, не кажучи вже про необхідність написання одного й того ж коду двічі через відмінності мов програмування Objective-C/Swift та Java.

Висновки. Представлений мобільний додаток «КД Життя mobile» є одним із небагатьох додатків, призначених для клієнтів та консультантів страхових компаній. Він дозволяє отримати основну інформацію про компанію, спростити оформлення страхових випадків незалежно від місцезнаходження користувача, а також полегшує пошук офісу компанії та зв'язок зі спеціалістами.

Головні переваги даного додатку — це спільний та зручний інтерфейс для всіх платформ, можливість детального ознайомлення з кожним із пакетів програм, перегляду та друку будь-якої заяви, що необхідна клієнту, адже всі вони завжди знаходяться під рукою.

Література

1. Lardinois F. Xamarin Now Gives Developers A More Integrated Cross-Platform Development Experience [Електрон. ресурс] / Frederic Lardinois // TechCrunch. — 2015. — Режим доступу : <http://techcrunch.com/2015/11/17/xamarin-now-gives-developers-a-more-integrated-cross-platform-development-experience>
2. Petzold C. Creating Mobile Apps with Xamarin.Forms : Preview Ed. 2 / Charles Petzold. — Redmond : Microsoft Press, 2015. — 453 p.

31. Використання інформаційних технологій в аеропоніці

Роман Синкевич, Мирослава Гладка

Національний університет харчових технологій

Вступ. Аеропоніка — це процес вирощування рослин у повітряному середовищі без використання ґрунту, при якому поживні речовини передаються до коріння у формі аерозолі. Це одна з передових технологій у вирощуванні рослин, яка, до того ж, є екологічно чистою.

Матеріали і методи. У доповіді проаналізовано аеропонну лабораторію для вирощування рослин без бруду, пилу і взагалі без ґрунту. В такому середовищі не розвиваються шкідники, які мають негативний вплив на розвиток і ріст рослин. Та головним питанням є те, чому в ідеальних умовах виникають труднощі? Проблема у тому, що основа аеропоніки — це систематичне зрошення кореневої системи живильним розчином і максимальне насичення її киснем. А для цього треба створити цілу систему, яка буде стежити і підтримувати життя рослин. Така система включає в себе персональний комп'ютер, до якого підключено датчики вологості, температури повітря, температури води, рівня кислотності води, вуглекислого газу, освітлення.

Аеропоніка використовується вже досить часто, але в більшості випадків — лише для вирощування зелені (салат, кріп, петрушка, базилік). Відсутність можливості вирощувати інші культури пояснюється тим, що в парниках неможливо регулювати параметри для кожної рослини окремо, а експерименти обходяться надто дорого. Саме тому необхідно побудувати міні-лабораторію, де можна проводити експерименти з вирощування майже будь-яких культур.

Результати та обговорення. При створенні такої лабораторії перше, чого вдалося досягти, — це регулювання температури на два періоди. Від сходів і до збору урожаю, як і в природі, використовується температура 18–20°C, а під час цвітіння і плодоношення вона піднімається на 4–8°. Наступним було регулювання вологості: оскільки вночі температура падає на декілька градусів, система відстежує даний показник і коригує подачу зрошення для створення оптимальних умов усередині лабораторії. Освітлення також стало адаптивним, і поступово збільшується з часом. У період плодоношення воно вмикається на 14 годин, а інші 10 рослина відпочиває. Вода перед змішуванням із добривом перевіряється, і її кислотність вирівнюється відповідно до рослин. При відімкненні електроенергії система переходить в енергозберігаючий режим, при якому зменшується освітлення, а показники з датчиків беруться кожні 5 хв що дозволяє економити 75% електроенергії. Отже, на основі зібраних даних система складає оптимальну програму вирощування індивідуально для кожної рослини. Управління можна здійснювати віддалено: за допомогою камери ми можемо переглядати і вносити корективи в роботу системи, мінімізувавши необхідність втручання людини. В автономному режимі система може працювати до місяця на основі заданої програми. З економічної точки зору вона є дуже ефективною. Ми можемо створювати програми вирощування як для великих парників, так і маленькі системи для використання, наприклад, у супермаркетах або ресторанах для зменшення вартості продуктів.

Висновки. За допомогою сучасних інформаційних технологій можна побудувати парник, що дозволить вирощувати овочі більш ефективно на маленькому клаптику землі. Реалізуючи такі системи, ми запобігаємо таким глобальним проблемам, як збільшення вартості продукції і забруднення навколишнього середовища хімікатами, а також зменшуємо використання прісної води.

32. Технологія NFC та її впровадження в електронну систему оплати проїзду в громадському транспорті

Роман Синкевич, Тетяна Джуренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Найголовнішим критерієм ефективної роботи пасажирського транспорту має бути безпека та комфорт пасажирів, а також менші затрати часу на переїзд із одного місця до іншого. Розвиток і модернізація пасажирського транспорту є чинниками, які стимулюють соціально-економічний розвиток країни та зміцнюють його територіальну цілісність.

Матеріали і методи. NFC (Near Field Communication) — це технологія передачі даних на малих відстанях, яка об'єднує більшість сучасних безконтактних смарт-карт: банківські карти MasterCard PayPass і VISA PayWave, транспортні карти, перепустки в офіс, на парковку і багато інших. У наш час пасажирський автотранспорт у багатьох випадках не може ефективно виконувати свою найважливішу функцію — якісно обслуговувати населення. Тому дослідження проблеми організації функціонування пасажирського транспорту шляхом застосування нових технологій, які вже використовуються у зарубіжних країнах, є своєчасним та актуальним.

Результати та обговорення. Існуюча система оплати проїзду в пасажирському транспорті на сьогодні морально застаріла. Система має жорстко заданий алгоритм роботи і містить ряд істотних недоліків, а саме: неможливість точного обліку знижок на транспортні послуги, які надаються пільговим категоріям пасажирів; відсутність автоматизованих пристроїв перевірки квитків; великі експлуатаційні витрати на організацію збору оплати проїзду та реалізацію контролю; слабкий захист від підробок; неможливість отримання детальних статистичних даних про пасажиропотоки для формування оптимального графіку руху, маршрутів тощо.

У сучасному житті мегаполісу ми використовуємо безліч технологій, які покращують наше життя. Однією з них є оплата покупок без використання грошових купюр. Впроваджувати новітню технологію можна поступово, встановлюючи по 1 терміналу поряд із продажем звичайних квитків. Використовуючи термінальну оплату, в майбутньому квитки взагалі можна скасувати. Після розрахунку підключеною картою ми маємо персональні дані платника і час оплати. Цих даних достатньо контролерам для перевірки пасажирів.

При використанні NFC створюється електронний запис поїздки і для пасажирів, і для провайдера транспортних послуг. Цей запис дозволяє пасажирів переглядати витрати коштів на поїздки, перевіряти, які були поїздки і коли, а за необхідності підтвердити роботодавцю чи іншим особам, коли вони користувалися транспортом.

Переваги даної системи: комфорт і зручність в оплаті проїзду, соціально справедливі тарифи у перспективі, відмова від постійних контролерів, запобігання розкраданням, зменшення витрат на виготовлення квитків, відмова від використання компостерів, можливість розширення сфери послуг, які надаються транспортними компаніями та іншими операторами.

Висновки. Однією з нерозв'язаних проблем є можливість відсутності зв'язку терміналу з банком для списання коштів.

33. Моделювання процесу моніторингу дистанційного навчання

Марина Сіманчук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Моделювання проведено для оптимізації дослідження якості освіти студентів ВНЗ у режимі дистанційного навчання.

Матеріали і методи. У дослідженні були використані загальнонаукові і спеціальні методи, зокрема метод аналізу та синтезу, узагальнення та наукової абстракції. Інформаційною базою дослідження виступають роботи вітчизняних і закордонних вчених. Моделювання процесу було здійснено за допомогою ПЗ Egwin Process Modeler.

Результати та обговорення. Головною метою моніторингу успішності дистанційного навчання є виявлення рівня успішності засвоєння навчальних матеріалів студентами з метою подальшого аналізу отриманих результатів. Після проведення відповідного аналізу можна буде достеменно сказати, чи доцільно ВНЗ впроваджувати форму дистанційної освіти, як потрібно удосконалити, збагатити процес викладання наукових дисциплін та організувати процес дистанційного навчання в цілому, щоб досягнути максимальної якості освіти на рівні денної форми навчання.

Моніторинг має охоплювати не тільки поточні та підсумкові оцінки студентів, але й початковий рівень знань студентів із кожної дисципліни, психологічні характеристики (вагомий фактор у визначенні способу найкращого засвоєння інформації), час, який студент приділяє навчанню, наявність та різноманітність методичних і навчальних матеріалів на ресурсі.

У ВНЗ оцінювання рівня засвоєння матеріалу студентами відбувається на іспитах і заліках, але підсумковий контроль не є коригуючим. У цьому випадку навчальним процесом викладач не керує, а лише констатує факт (результат).

При аналізуванні результатів навчання також потрібно враховувати психологічні характеристики студента та рівень знань студента в межах групи (фактично місце студента в загальному рейтингу групи).

Враховуючи вищеописане, при моделюванні моніторингу навчання було виділено наступні складові процеси: визначення психологічного портрета студента, обчислення загальної суми балів студента (з дисципліни і загалом), визначення позиції студента у рейтингу групи (з дисципліни і загалом), визначення показника успішності з дисципліни (рейтинг успішності групи та потоку у вигляді графіків).

На етапі визначення психологічного портрета студента проводяться психологічні тести, результатом яких є психологічний портрет, що дозволяє визначити, яким чином студент краще засвоює інформацію (слуховим / зоровим сприйняттям і т.д.).

На етапі обчислення загальної суми балів студента підраховується сума балів, які заробив студент, виконуючи завдання під час дистанційного навчання.

На етапі визначення показника успішності з дисципліни визначається взаємозв'язок між способом подання матеріалу певної дисципліни на сайті дистанційного навчання з показниками успішності студентів та психологічними характеристиками студентів.

Висновки. Моніторинг навчання дозволить дослідити дистанційне навчання на доцільність, визначити ряд норм для організації ефективного дистанційного навчання. Результати дослідження доцільно використовувати для проектування систем моніторингу дистанційного навчання у ВНЗ.

34. Нейронні мережі

Віталій Сімкін, Мирослава Гладка

Національний університет харчових технологій

Вступ. У доповіді розглянуто аналогію нейронних мереж із людським мозком, а також прогрес створення таких мереж.

Матеріали і методи. Будова штучних нейронних мереж подібна до будови природних нейронних мереж, наприклад, до людського мозку. За аналогією також будується склад нейрону, способи зв'язку з іншими нейронами мережі та алгоритм дії такої мережі. Однак існують і відмінності між штучними та природними нейронними мережами. В ході дослідження було проведено огляд сучасних нейронних мереж — від найпростіших і до таких складних, як IDM Watson, підходи до створення таких мереж і способи їхньої побудови.

Результати та обговорення. Практично всі системи штучного інтелекту, які використовуються в даний час, побудовані за допомогою нейронних мереж. Виникає необхідність аналізу використання цих технологій у штучному інтелекті, наприклад, у семантичному аналізі інформації.

Для повноцінного аналізу усіх можливостей нейронної мережі необхідно побудувати просту модель програми, яка здатна самостійно навчатись розпізнавати символи. Під час побудови програми ми використовуємо триангову нейронну мережу. В мережу подаються графічні файли, на яких зображені символи, а програма аналізує їх та видає символ, на який схоже дане зображення. Після того, як програма видає свій результат, їй повідомляється правильна відповідь, і на її основі мережа модифікується, аби збільшити кількість правильних відповідей. Аналізується відсоток правильних відповідей та зміна цього показника з часом.

Області застосування нейронних мереж — різноманітні задачі штучного інтелекту, розпізнавання образів, аналіз великих обсягів інформації, прогнозування майбутніх подій, розпізнавання голосу.

Переваги використання нейронних мереж: низьке енергоспоживання, широкі можливості адаптації до різних задач, можливість навчання тощо.

Штучні нейронні мережі впевнено ввійшли в наше життя і в даний час широко використовуються при розв'язанні найрізноманітніших завдань. Вони активно застосовуються там, де звичайні алгоритмічні рішення виявляються неефективними або зовсім неможливими. Поки що нейронні мережі використовуються для роботи у відносно вузьких областях, проте прогрес не стоїть на місці, і нейронні мережі продовжують проникати в різні сфери нашого життя.

Висновки. Перспективою подальших досліджень є застосування штучних нейронних мереж у розрізі особливостей галузевого спрямування окремих підприємств.

Література

1. Кононюк А. Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми / А. Ю. Кононюк. — К. : «Корнійчук», 2008. — 446 с.
2. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей : пер. с англ. / Роберт Каллан. — М. : «Вильямс», 2003. — 288 с.
3. Руденко О. Г. Основы теории искусственных нейронных сетей / Руденко О. Г., Бодянский Е. В. — Х. : ТЕЛЕТЕХ, 2002. — 317 с.

35. Цікаві можливості HTML5

Владислав Співаков, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій

Вступ. Що таке HTML5? Це не просто HTML нової версії. HTML5 — це поєднання HTML, CSS і JS. Можливості HTML5 заходять набагато далі, ніж просто звичайна розмітка сторінки. Давайте розглянемо ті можливості, які дає нам HTML5.

Матеріали і методи. При дослідженні теми використовувались методи порівняльного аналізу, узагальнення та об'єктивізму.

Результати та обговорення. Специфікації HTML5 вже почали набувати якихось усталених форм. Дискусії в W3C нарешті дозволили скомпіювати загальну стратегію розвитку. Щоб показати всю міць майбутнього стандарту розмітки, було зібрано декілька цікавих прикладів, як може виглядати веб у недалекому майбутньому

1. Перша демонстрація — Zen Photon Garden. Лінії, які малює користувач, по-різному заломлюють світло. При цьому всі взаємодії відбуваються в реальному часі: можна бачити результат іше до того, як кнопка миші буде відпущена. З кожною секундою промальовується все більше і більше променів. Спершу їх можна розглядати по одному, а через деякий час усе зливається в єдиний світловий потік.

2. Анімований шрифт. Це шрифт, який змінює кут огляду в залежності від положення миші. Кожен символ формується з окремого зображення.

3. Tearable Cloth (рис. 1). Лівою кнопкою миші можна просто перетягнути шматок тканини, правою — рвати його на шматки. Тканина реагує цілком реалістично, але найбільш вражаючим є те, як мало рядків коду витрачено на цю роботу. Вся анімація і фізика обробляється без застарілого Flash.

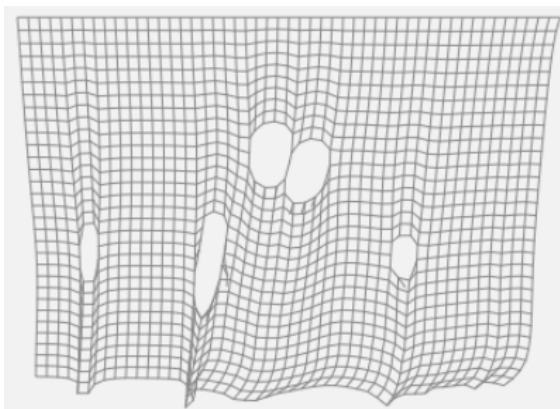


Рис. 1. Tearable Cloth

4. Остання демонстрація має назву «30000 частинок». Вона теж досить цікава: курсор миші створює своєрідні «вибухи» серед частинок, які потім прагнуть зібратися воедино знову. Це чудовий приклад живої математики.

Поки що ці демонстрації нормально функціонують тільки в певних браузерах, встановлених на певних комп'ютерах, але майбутнє — не за горами.

Висновки. Мультимедійна платформа Flash у 2000-х роках стала фактичним стандартом для розробки засобів відтворення відео, анімованих банерів та інтерактивних веб-сторінок. Однак із появою нового стандарту HTML5 справи Flash ідуть уже не так добре. Багато експертів упевнені в тому, що незабаром ця технологія зазнає повної поразки, і абсолютним лідером стане HTML5.

36. Рефакторинг баз даних. «Запахи» баз даних

Владислав Струзік, Людмила Маноха

Національний університет харчових технологій

Вступ. Висока динаміка розвитку сучасного світу та глибоке проникнення інформаційних систем у життєдіяльність людини диктують вимогу швидкого виконання змін у програмному забезпеченні. Рефакторинг, у своїй суті, є процесом підвищення гнучкості та адаптивності програмного забезпечення.

Матеріали і методи. Під час проведення дослідження використовувалися загальнонаукові методи та набутий практичний досвід провєння рефакторингу. Інформаційною базою виступають роботи вітчизняних та зарубіжних вчених і розробників програмного забезпечення.

Результати та обговорення. У своїй книзі «Рефакторинг» Мартін Фаулер дав визначення рефакторингу як поліпшення проекту без зміни у функціональності. Рефакторинг представляється структурними або функціональними змінами для того, щоб поліпшити структуру та полегшити введення нової функціональності; проведення рефакторингу не призводить ні до розширення, ні до звуження функціональних можливостей коду, оскільки в результаті рефакторингу відбувається лише підвищення якості коду. Відповідно до цього, рефакторинг бази даних — це проста зміна в схемі бази даних, яка покращує її роботу, зберігаючи незмінною поведінкову та інформаційну складову бази даних. Рефакторинг може проводитись як над структурними елементами бази даних, такими як таблиці та представлення, так і над функціональними елементами, такими як збережувані процедури і тригери. При проведенні рефакторингу схеми бази даних доводиться не тільки вносити зміни у саму схему, але і в зовнішні системи, наприклад, програмні додатки, які прив'язані до конкретної схеми бази даних. Очевидно, що виконання операцій рефакторингу бази даних набагато складніше в порівнянні з операцією проведення рефакторингу коду, тому вимагає особливої уваги.

Але перед проведенням безпосередньо змін виникає необхідність у виявленні елементів, що мають погану структуру або реалізацію. Для полегшення визначення конкретного елемента бази даних досить часто достатньо переглянути перелік «поганих запахів» бази даних. Поняття «база даних із запахом», введене Скотом Емблером у 2003 році, містить загальні ознаки недоліків у роботі бази даних, що можуть свідчити про потенційну необхідність у реорганізації. До цих запахів відносяться: багатогольова колонка, багатогольова таблиця, таблиці з великою кількістю колонок і записів, надлишкові дані, «розумні колонки», наявність унеможливлених змін.

Важливо розуміти, що наявність недоліку ще не свідчить про те, що схему неможливо використовувати та необхідно піддавати рефакторингу. Виявлені недоліки треба проаналізувати та визначити важливість наявного стану, і тільки у випадку необхідності піддавати рефакторингу. Як приклад, у високонавантажених системах досить часто дані цілеспрямовано піддають денормалізації, хоча це є одним із «поганих запахів» бази даних.

Висновки. На даний час перелік «поганих запахів» бази даних іще є досить далеким від ідеалу й потребує значного доопрацювання науковими співробітниками та розробниками програмного забезпечення.

37. Оцінка кредитоспроможності позичальника банку з допомогою інформаційних систем

Катерина Третяк, Мирослава Гладка

Національний університет харчових технологій

Вступ. У даній роботі описано роль інформаційних систем у роботі банку, а саме оцінці кредитоспроможності позичальника.

Матеріали і методи. Зараз у фінансовій сфері є низка проблем, і однією з них є великий відсоток непогашених грошових кредитів. Процес кредитування пов'язаний із дією численних і різноманітних факторів ризику, здатних спричинити непогашення позики в обумовлений термін. Для продуктивного усунення такої проблеми працівниками банку активно впроваджуються інформаційні технології. З їхньою допомогою проводиться моніторинг кредитних операцій, який полягає в постійному контролі за станом виданого кредиту. Такий контроль допомагає вчасно виявити проблеми з погашенням заборгованості за кредитом і вжити відповідних заходів.

Результати та обговорення. Для якіснішого управління процесом моніторингу кредитів можна поради розробити та впровадити систему класифікації ризиків для ранжування кредитів за їхньою якістю як мінімум раз на місяць. Така система ранжування допоможе визначити проблемні області, а також спланувати, узгодити та реалізувати інші процедури, спрямовані на захист інтересів банку у випадку погіршення кредитоспроможності позичальників.

Основною метою ранжування кредитів є підвищення якості кредитного портфеля за рахунок:

- використання сигналів раннього попередження про можливу неплатоспроможність позичальників;
- оперативного структурування управлінської інформації;
- визначення стандартів для встановлення меж відповідальності.

Для більш якісної перевірки кредитоспроможності позичальника фінансові структури використовують інформаційну систему, яка має назву «Скорингова система». Під час роботи система перевіряє позичальників за певними критеріями та нараховує певні бали, в залежності від суми яких позичальник отримує або не отримує кредит. Приклад таких критеріїв наведений у наступній таблиці:

Критерії	Важливість			
	Одружений (-а) – 5 балів	Розлучений (-а) – 3 бали	Вдівець / вдова – 4 балів	Неодружений (-а) – 1 бал
Сімейний стан	Одружений (-а) – 5 балів	Розлучений (-а) – 3 бали	Вдівець / вдова – 4 балів	Неодружений (-а) – 1 бал
Діти	Немає дітей – 0 балів	Одна дитина – 2 бали	Три дитини – 2 бали	4 дитини і більше – 1 бал
Наявність майна	Нерухомість (будинок / квартира) – 4 бали	Гараж – 0,5 бала	Транспортний засіб – 3 бали	Відсутність будь-якого майна – 0 балів
Працевлаштування	Фізична особа-підприємець – 3 бали	Офіційно працевлаштований – 4 бали	Безробітний – 0 балів	
Заробітна платня	До 1500 грн – 1 бал	Від 1500 до 3500 грн. – 2 бали	Від 3500 до 5000 грн. – 3 бали	Від 5000 і більше – 4 бали
Стаж роботи	Від 1 до 3 років – 2 бали	Від 4 до 8 років – 3 бали	Від 8 до 10 років – 4 бали	

Висновки. Інформаційні системи є невід'ємною частиною роботи банківських установ нашої країни. Вони допомагають працівникам банку надавати кредитні позики надійним клієнтам і забезпечувати повернення наданих коштів. В умовах нестабільної економічної ситуації в нашій країні це особливо важливо.

38. Підприємницька діяльність як об'єкт ідентифікації та оптимізації

Іван Фоменко

Національний університет харчових технологій

Вступ. В доповіді розглянуто актуальну для сьогодення задачу початку підприємницької діяльності та її оптимізації за показником максимального прибутку, шляхом об'єднання в єдину систему виробника і споживачів на основі використання принципів прямого продажу і багаторівневого мережевого маркетингу.

Матеріали і методи. Математична модель початку підприємницької діяльності виконана на основі розрахунку оптимального показника прибутку стратегії.

Результати та обговорення. Нехай для реалізації ідеї необхідний початковий капітал x_0 , який на основі бізнес-плану видається банком під відсотки α : $x(t) = x_0(1+at)$, де t — час. Модель, інваріантна до будь-якої ідеї, полягає в перетворенні капіталу x_0 в отриманні по реалізації ідеї гроші $y(t)$ швидкість переходу початкового капіталу x_0 в $y(t)$ визначається коефіцієнтом k_1 , а відношення собівартості вихідного продукту (товару, послуги та ін.) до відпускної ціни визначимо коефіцієнтом k_2 . Тоді структурну схему підприємницької діяльності можна подати так, як на рис. 1:

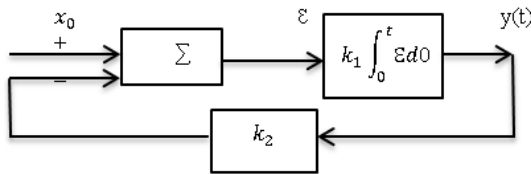


Рис. 1. Структура підприємства

Як бачимо, $y(t) = k_1 \int_0^t x_0 - k_2 y(0) dt \propto 0$, або $\frac{dy}{k_1 k_2 dt} + y = \frac{x_0}{k_2}$, тоді за сталих значень k_1 і k_2 : $y(t) = (x_0/k_2)(1 - e^{-k_1 k_2 t})$, прибуток $\Delta y(t) = x_0 \{ (1/k_2)(1 - e^{-k_1 k_2 t}) - 1 + \infty t \}$, як витікає з наведених формул, для $t = 0$ і $t \rightarrow \infty$, Δy менше нуля. Однак в інтервалі $(0, \infty)$ існує таке значення t^M , за якого $\Delta y(t^M)$ максимальне. За необхідної умови максимуму Δy : Оптимальне $t^M = -(1/k_1 k_2)(\ln(\infty/k_1))$, тобто темп x_0 переходить в y , швидший за темп a зростання боргу по кредиту. Максимальне значення прибутку x :

$$\Delta y_{\max} = \frac{x_0}{k_2} \left(1 - e^{-\frac{\ln \frac{\alpha}{k_1}}{k_1}} \right) - x_0 (1 - \alpha \frac{\ln \frac{\alpha}{k_1}}{k_1 k_2}) = \frac{x_0}{k_2} \left(1 - \frac{\alpha}{k_1} \right) - x_0 (1 - \alpha \frac{\ln \frac{\alpha}{k_1}}{k_1 k_2})$$

Чим менше k_2 (дорожче товар), тим більше час t^M або стала $(k_1 k_2)^{-1}$ часу. Задамося проказником I ефективності бізнесу в наступному вигляді:

$$I = \frac{\Delta y_{\max}}{x_0 t^M} = \frac{\frac{1}{k_2} \left(1 - \frac{\alpha}{k_1} \right) - (1 - \alpha \frac{\ln \frac{\alpha}{k_1}}{k_1 k_2})}{\frac{1}{k_1 - \ln \frac{\alpha}{k_1}}} = \frac{k_1 \left(1 - \frac{\alpha}{k_1} \right) + \alpha \frac{\ln \frac{\alpha}{k_1}}{k_1}}{(-\ln \frac{\alpha}{k_1})} + \frac{k_1}{\ln \frac{\alpha}{k_1}} k_2$$

Подальші викладки призводять за умови, що $k_1 = k_1^* - \beta k_2^{-1}$, β — визначений

$$k_2^* = \frac{\beta}{2k_1} + \sqrt{\frac{\beta^2}{4(k_1)^2} + \frac{1}{\alpha k_1}}$$

експертами коефіцієнт зменшення k_1^M , наслідок зменшення k_2 . Таким чином, відповідно до отриманих виразів і відомих із експертних оцінок параметра β та банківського відсотка α , маємо оптимальну за показниками параметрів k_1^M , k_2^M модель підприємства.

Висновки. Результати доцільно використовувати для проектування початку підприємницької діяльності на основі принципів прямого продажу і багаторівневого мережевого маркетингу.

39. Переваги та недоліки використання растрових і векторних графічних редакторів

Станіслава Шакірова, Микола Костіков

Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогоднішній день існує два шляхи створення та редагування зображень у електронному вигляді — з допомогою растрових і векторних графічних редакторів.

Матеріали і методи. Найвідомішими векторними графічними редакторами вважаються Adobe Illustrator, CorelDRAW, PhotoLine, SketchUp. У свою чергу, растрові — це Photoshop, PhotoScape, Corel Painter і так далі. Сучасні версії цих графічних редакторів надають широкі можливості як для створення, так і редагування різноманітних зображень.

Результати та обговорення. Растрові зображення складаються з пікселів різних кольорів, які в сукупності утворюють зображення. Натомість векторні складаються з контурів, описаних математичними формулами (векторами), що вказують контуру, яку форму він має відтворити і який колір він буде створювати.

На практиці основна різниця полягає в тому, що растрові зображення містять лише визначену кількість пікселів. Через це при збільшенні контури спотворюються, і фотографії стають розмитими. З векторними зображеннями не відбувається спотворення якості при збільшенні, бо саме формула керує тим, як має бути відтворено зображення незалежно від його розміру. Завдяки цьому можна легко отримати будь-який масштаб векторного зображення, тобто той самий файл може бути використаний як при друку візитівки, так і великого рекламного щита. Растрові ж зображення неможливо збільшити без нанесення шкоди їхній якості.

У зв'язку з тим, що задля отримання хорошої якості растрового зображення необхідно забезпечити збереження величезної кількості окремих пікселів, растрові зображення — це зазвичай відносно великі файли, у той час як векторні зображення займають доволі небагато місця.

Растрові зображення можуть відображати велику кількість кольорів (включаючи всі нюанси налаштувань тіней і світла) та дають можливість редагувати ці кольори, що є неможливим при роботі з векторними зображеннями.

Растрові зображення — це в більшості випадків фотографії. Тому програма Adobe Photoshop, призначена в першу чергу для редагування фото, є растровим редактором. У свою чергу, Adobe Illustrator — векторна програма, яка автоматично приписує векторні формули до створюваного рисунку.

При виникненні питань, який редактор краще використовувати, слід керуватися простим правилом: якщо зображення створюється з нуля з мінімальним використанням кольору, варто використовувати вектор. Якщо ж відбувається редагування фотографії, використовується растровий підхід. Також існує багато проектів, які використовують векторний і растровий підхід одночасно. Наприклад, якщо створюється брошура, то логотип буде векторним, а фотографія на задньому фоні — растровою.

Логотипні зображення, «шапка» бланку фірми й інші графічні елементи краще створювати за допомогою векторів, текст у більшості випадків також подається у векторній формі. Однак усі векторні зображення, які треба використовувати у мережі, мають бути конвертованими в растрові задля коректного відображення на веб-сторінках.

Висновки. Вибір растрового чи векторного графічного редактора при створенні та редагуванні зображень залежить як від характеру самого зображення (фотографія, логотип, рисунок, схема), так і від цілей його подальшого використання (друк, веб).

40. Методи оцінювання ефективності рекламної кампанії підприємства

Катерина Шевченко, Лариса Загоровська
Національний університет харчових технологій

Вступ. Успіх діяльності підприємства значною мірою залежить від ефективності рекламної кампанії, яка є важливим чинником підвищення його конкурентоспроможності та утримання стійких позицій на ринку. При правильній організації реклама дуже ефективна і сприяє швидкій безперебійній реалізації виробленої продукції чи послуг.

Матеріали і методи. Для оцінювання результативності дії реклами визначаємо її економічну ефективність. Для цього використовуємо наступні показники: рентабельність реклами, коефіцієнт обсягу реалізації продукції чи послуг на 1 грн. рекламних витрат і коефіцієнт рекламних витрат на 1 грн. обсягу реалізації продукції чи послуг.

Результати та обговорення. Показник рентабельності реклами визначаємо як відношення отриманих прибутків до рекламних витрат.

Коефіцієнт обсягу реалізації на 1 грн. рекламних витрат визначаємо як відношення обсягу реалізації товарів до витрат на рекламу.

Коефіцієнт рекламних витрат є оберненою величиною до попереднього показника. Він показує, скільки рекламних витрат припало на 1 грн. реалізованої продукції. Зниження коефіцієнта говорить про підвищення ефективності реклами.

Описані підрахунки допомагають зрозуміти механізм дії рекламного звернення, визначити ефективність витрат на рекламу та дозволять зробити вибір ефективної рекламної кампанії. Обчислення цих показників автоматизовано за допомогою програмного модуля, який включено до складу інформаційної системи маркетингу підприємства. Вихідні дані взято з бази даних підприємства.

Практичне значення результатів роботи полягає в розширенні функціональності інформаційної системи підприємства за рахунок розробленого програмного модуля, який реалізує алгоритм методу оцінювання його рекламної діяльності, адже оцінка ефективності рекламних заходів дозволяє своєчасно вживати заходів щодо підвищення їх дієвості.

Висновки. Наявність даного модуля підвищить ефективність використання інформаційної системи та сприятиме зменшенню витрат на не ефективну рекламу, що, у свою чергу, призведе до збільшення прибутків підприємства.

Література

1. Федулова Л. І. Економіко-технологічний аспект регіональних теорій розвитку [Текст] / Л. І. Федулова // Економічна теорія. — 2012. — № 1. — С. 65–81.
2. Бойчук І. В. Інноваційні підходи в маркетинговій діяльності підприємств / І. В. Бойчук // Маркетинг. Менеджмент. Інновації : моногр. / за ред. д. е. н., проф. С. М. Ілляшенка. — Суми : ТОВ «ТД "Папірус"», 2013. — С. 553–562.
3. Бурцева Е. В. Информационные системы / Е. В. Бурцева, И. П. Рак, А. В. Селезнев, А. В. Терехов, В. Н. Чернышов. — Тамбов : ТГТУ, 2013. — 121 с.

41. Технологія Intel RealSense

Данило Яремчук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Уявляйте, втілюйте, скануйте і діліться з друзями. Intel RealSense дозволить відкрити для вас технології сьогодення, а саме так звану «віртуальну реальність».

Матеріали і методи. Камера Intel RealSense — це приголомшлива технологія в компактному корпусі. Три камери — камера з роздільною здатністю 1080 рх HD, інфрачервона камера й інфрачервоний лазерний проєктор — діють за принципом людського ока, вловлюючи глибину і відстежуючи рух у кадрі. Intel RealSense у поєднанні з продуктивними процесорами Intel робить взаємодію з пристроями більш природною та зручною.

Результати та обговорення. Перш за все, технологія Intel RealSense дозволяє використовувати тривимірні можливості у відеочаті, забезпечуючи якісно нові рівні взаємодії з родиною, друзями та колегами. Для багатьох чат за допомогою Skype, FaceTime або іншого додатку вже став природним, візуальним та емоційним способом залишатися на зв'язку з близькими та колегами. Це також допомагає лікарям зробити свою роботу, не виходячи з кабінету, а студентам — об'єднатися, щоб зробити домашнє завдання. Технологія face-to-face швидко розвивається разом із мобільними додатками, такими як WeChat, Facebook Messenger, але нові технології цифрової камери, які вже вбудовані у ноутбук, дають можливість переноситися у третій вимір. Можна дивитися фільм онлайн або грати з друзями, що знаходяться в різних місцях, і при цьому бачити не просто їхні обличчя у вікні програми, а й їхню фігуру в будь-якому місці на екрані.

Надаючи комп'ютеру здатність відчувати глибину, 3D-камера дозволяє з легкістю міняти тло й спілкуватись у відеочаті в режимі реального часу. Можна переглядати й надсилати матеріали, обмінюватися ідеями та проводити час разом із допомогою камери Intel RealSense завдяки відображенню на екрані всіх учасників відеочату в режимі реального часу.

За допомогою камери Intel RealSense можна сканувати фізичні об'єкти та включати їх у віртуальний світ відеоігор, а також транслювати свої проходження ігор на професійному рівні завдяки додаткам, що створюють ефекти живого екрана. Сканувати можна і витвори мистецтва, дитячі іграшки тощо для подальшого створення їхніх цифрових тривимірних версій та публікації в соціальних мережах або друку на 3D-принтері.

Пристрої з людськими почуттями також уже є дійсністю завдяки Intel RealSense. Ця інноваційна технологія наділяє «людськими» почуттями найрізноманітніше обладнання — від роботів і дронів до пристроїв віртуальної реальності та клієнтського апаратного забезпечення.

Висновки. Intel RealSense — це технологія сьогодення, яка наблизила майбутнє. Те, що колись здавалось неможливим, уже стало реальністю: керування комп'ютером за допомогою жестів, обробка 3D-моделей тощо. В перспективі Intel RealSense має значний потенціал для розвитку та збільшення функціональних можливостей.

42. Розробка інформаційної підсистеми «Публікація наукових праць співробітників кафедр ВНЗ»

Нагорна Віка

Національний технічний університет «КПІ»

Вступ. З кожним роком інформаційні технології відіграють все більшу роль в житті людей. Для того щоб полегшити і прискорити роботу, дані системи та програми повинні бути побудовані на однакових принципах. При цьому тимчасові витрати на адаптацію до роботи в даних інформаційних системах для непередбаченої людини повинні бути мінімальні.

Тема даної роботи пов'язана із автоматизацією процесів ВНЗ – «Публікація наукових праць співробітників кафедри». Вона є актуальною та корисною у житті людини, адже інформаційні системи стають все більш звичайною частиною щоденного життя. Метою розробки даної системи є удосконалення процедури пошуку наукової праці співробітника кафедри в університеті за для подальшого використання цієї праці студентом чи викладачем за допомогою мережі Інтернет.

Матеріали і методи. Дана підсистема дозволяє користувачеві надати публікації іншого користувача, за допомогою мережі Інтернет. Дослідження та проектування відбувається за допомогою CASE засобів для якіснішого та ефективнішого процесу розробки. Інформаційну підсистему побудовано в СУБД ORACLE на мові програмування PHP. Також відбувається побудова DFD, ERD, IDEF3 діаграм процесів та даних.

Результати. На першому етапі роботи проводиться передпроектне дослідження з метою аналізу підприємства автоматизації. Визначаються границі проекту, бізнес-потреби, безпека системи, поділ на адміністратора та інших користувачів, вплив існуючого середовища, супровід, захист бази даних, розширюваність, людський фактор, інтеграція з існуючим оточенням, методології та масштабованість.

На наступному етапі визначається завдання на проектування системи із описом вхідних та вихідних даних. Також розглядаються категорії користувачів із описом їх прав та обов'язків, класи даних як сукупність даних, необхідних для роботи системи, бізнес-правила та матриця елементарних подій, що відбуваються в системі, та реакція на ці події. Представлені логічна та фізична моделі даних, діаграма послідовності виконання процесів. Для цього використовуються DFD та IDEF3 діаграми.

Результатом роботи є код скриптів для створення схеми даних користувача, бази даних, механізмів захисту даних (тригерів, процедур) та відповідні моделі.

Висновки. В ході написання підсистеми були досягнуті усі поставлені цілі. Де основною функцією системи є збереження та відображення наукових праць співробітників кафедри, швидкий пошук цих праць, що значно зможе полегшити життя користувачів у навчальному процесі.

Представлена розробка системи проста у використанні, так що освоїти принципи роботи з нею не складе труднощів навіть користувачеві, який володіє невеликими навичками роботи за комп'ютером.

Література.

1. Аналіз бізнес потреб [Електронний ресурс]: лекція/І.О. Терещенко.—Режим доступу:[http://amis.fpm.kpi.ua/dbis/control/project/9-disciplines/dbis/1-analysis-ofbusiness needs?showall=&start=1](http://amis.fpm.kpi.ua/dbis/control/project/9-disciplines/dbis/1-analysis-ofbusiness%20needs?showall=&start=1).

43. Використання технологій JDBC та JPA для роботи з базами даних в JAVA

Коба Антоніна

Національний технічний університет КПІ

Вступ. Суть JDBC дуже проста - це API доступу до табличних даних. JPA (Java Persistence API) це специфікація Java EE і Java SE, що описує систему управління збереженням java об'єктів в таблиці реляційних баз даних в зручному вигляді. Сама Java не містить реалізації JPA, проте є існує багато реалізацій даної специфікації від різних компаній (відкритих і немає).

Матеріали і методи. Для проведення огляду і визначення особливостей даних технологій роботи з базами даних було використано відомості з ресурсів наведених в літературі нижче, присвячених цьому питанню. Дослідження та порівняльний аналіз проводились для мови програмування JAVA. Було проведено порівняльний і досліджувальний аналіз технологій методів JDBC та JPA .

Результати. Для роботи з базою даних в кожній мові програмування використовуються свої технології. Словосполучення JDBC - стало настільки буденним в середовищі Java програмістів, що вже само-собой зрозуміло, й тому багато хто не замислюється над ним. Розшифровують дане скорочення аналогічно з технологією Microsoft ODBC, як Java Database Connectivity. Насправді це не зовсім так, вірніше навіть зовсім не так. JDBC Ніяк не розшифровується. Кожен може розшифровувати так, як йому зрозуміліше. Загалом сенс не в назві, а в суті. Протягом тривалого часу використовувалися технології JDBC та JPA для роботи та підключення до бази даних. При правильному використанні дані технології дуже спрощують роботу з БД на JAVA . Але досліджень саме привілеїв даних технологій не проводилося. Тому завдяки докладному аналізу та практичній перевірці, були виділені наступні переваги даних методів:

- Легкість розробки: розробник може не знати специфіки бази даних, з якою працює;
- Код не змінюється, якщо компанія переходить на іншу базу даних;
- Не треба встановлювати громіздку клієнтську програму;
- До будь-якої бази можна під'єднатись через легко описуваний URL.

Робота з даними технологіямаи потребує використання додаткових драйверів. Для доступу до баз даних використовується драйвер типу JDBC-ODBC брідж. Вибір JDBC-ODBC моста диктується лише тим, що починаючому програмісту пробувати JDBC на прикладі Excel файлу, найпростіше і зрозуміліше. Адже не завжди ж у всіх є доступ до SQL Server, Oracle або MySQL. А ось стандартний Windows з встановленим ODBC є практично скрізь.

Висновки. В основі JDBC та JPA лежить концепція так званих драйверів, що дозволяють отримувати з'єднання з базою даних по спеціально описаному URL. Завантажившись, драйвер сам реєструє себе й викликається автоматично, коли програма вимагає URL, що містить протокол, за який драйвер «відповідає». Дані технології є дуже зручними для використання та набагато спрощують роботу програмістів.

Література

1. Mike Keith, Merrick Schincariol. Pro EJB 3: Java Persistence API.
2. Бернард Ван Хейк. JDBC. Java и базы данных.—2000 год.

Section 19

Life safety

Chairperson – professor Viktor Guts

Secretary – associate professor Nataliia Volodchenkova

Секція 19

Безпека життєдіяльності

Голова – професор Віктор Гуць

Секретар – доцент Наталія Володченко

1. Нагрівання поверхонь тертя

Олена Накемпій, Віктор Гуць

Національний університет харчових технологій

Вступ. Висока температура в зоні тертя істотно впливає на антифрикційні властивості матеріалів. При температурі в зоні тертя вище 200° С зростає коефіцієнт тертя, збільшується знос поверхонь контакту, що пояснюється підвищенням окислення вуглецю, який знаходиться в матеріалі. При високій температурі на поверхні тертя не утворюється плівки, яка сприяє зменшенню коефіцієнту тертя і зносу. У таких умовах роботи поверхні тертя рухомих елементів технологічного обладнання мають глибокі риски та заглиблення, а продукти зносу вуглецевого матеріалу відіграють роль абразивного матеріалу.

Матеріали і методи. В роботі застосовувались теоретичні та математичні методи дослідження, зокрема аналіз наукової літератури, побудовано математичні моделі руху матеріальних систем, застосовано методи розрахунку з використанням символічної комп'ютерної математики.

Результат. При досягненні певної критичної температури на поверхні тертя відбувається втрата міцності матеріалу, проходять структурні і фазові перетворення в його поверхневих шарах. Початок втрати міцності металів є початком збільшення адгезії, утворення і розвитку процесів зварювання.

Відомо, що здатність граничної плівки олії утримуватися на поверхнях тертя і розділяти їх, при відносному русі значною мірою залежить від матеріалу цих поверхонь. Як показали дослідження, проведені останнім часом, однією з головних причин, що викликають руйнування граничного шару мастила, є підвищення температури на поверхні тертя, яка досягає критичної величини. При критичній температурі граничний адсорбований шар олії руйнується, виникає безпосередній контакт поверхонь з характерними для сухого тертя явищами зварювання і заїдання металів.

Для вибору і рекомендації мастила та матеріалу рухомих вузлів обладнання необхідно знати критичну температуру масляної плівки для різних поєднань мастила і металів.

Безаварійна робота технологічного обладнання характеризується втратами енергії на тертя або тепловиділенням, яке значною мірою визначає гранично допустиму температуру на поверхні контакту рухомих вузлів.

Для визначення витрат енергії на тертя побудовано математичну модель гальмування руху по шорсткій поверхні

$$F_{\text{тр}} + m \frac{d^2 s(t)}{dt^2} = 0,$$

Отримано розв'язок рівняння при початкових умовах $t=0 \Rightarrow s(0)=0; V(0) = V_1$ та знайдено витрати енергії на тертя (потужність)

$$N = \frac{dA}{dt} = F_{\text{тр}} \left(V_1 - \frac{F_{\text{мп}} t_1}{m} \right),$$

де $F_{\text{тр}}$ – сила тертя; m – маса тіла; t – тривалість переміщення; V_1 – початкова швидкість; s – шлях переміщення.

Висновки. Проаналізовано сучасні літературні джерела та отримана математична модель, яка дає можливість розрахувати температуру на поверхні тертя, і виходячи з цього, попередити можливі опіки, загорання та аварії технологічного обладнання.

2. Розрахунок максимальної швидкості руху матеріального об'єкта по спуску

Олександр Гуць, Віктор Гуць

Національний університет харчових технологій

Вступ. Забезпечення безпеки відвідувачів атракціонів є важливою соціальною задачею і одночасно складним інженерно-технічним завданням. Відвідувачі розважальних, оздоровчих комплексів піддаються ризику, адже на атракціонах розважальний ефект створюється: через емоційний і фізичний стан людини в результаті руху, при зміні швидкості і напрямку руху та завдячуючи різнобарвному оточуючому середовищу. В Україні сьогодні немає офіційної статистики про нещасні випадки в парках розваг та інших розважальних та оздоровчих комплексах. На жаль, інформація щодо травматизму при експлуатації атракціонів яка пов'язана із заповіданням значної шкоди здоров'ю відпочиваючих, недоступна для аналізу та обговорення. У поширенні такої інформації не зацікавлені ні проектувальники, ні виробники, ні експлуатанти атракціонів. Хоча статистика нещасних випадків від Всесвітньої організації охорони здоров'я говорить про зворотне.

Матеріали та методи. Використано аналітичні дослідження руху об'єкта по різним поверхням спусків, математичне моделювання із застосуванням методів символічної комп'ютерної математики.

Результати. Для аналізу руху об'єкта на кожній ділянці траси необхідно знати його початкову швидкість. Початкову швидкість V_1 , з якою об'єкт потрапляє на кінцеву ділянку спуску, знаходимо з аналізу руху його на попередній ділянці траси. Якщо це пряма похила ділянка з кутом α_1 нахилу, то рівняння руху напишемо у вигляді:

$$m \frac{d^2 S(t)}{dt^2} + k \frac{dS(t)}{dt} - mg \sin \alpha_1 + fmg \cos \alpha_1 = 0, \quad (1)$$

де k – коефіцієнт додаткового опору; $S(t)$ – переміщення тіла; f – коефіцієнт тертя; m – маса тіла.

Коефіцієнт додаткового опору дозволяє враховувати опір повітря, наявність, форму спускного жолоба і врахувати матеріал поверхні його бортів.

Якщо початкова швидкість мала, виконавши розв'язок рівняння (1), знайдемо швидкість руху об'єкта, що спускається:

$$V(t) = \frac{mg}{k} (1 - e^{-\frac{kt}{m}}) (\sin \alpha_1 - f \cos \alpha_1). \quad (2)$$

Розрахунковим шляхом встановлено, що при початковій швидкості V_1 зупинка об'єкта який спускається відбудеться: через 3 с при початковій швидкості спуску $V_1=8,4$ м/с, через 2,5 с при початковій швидкості $V_1=7,2$ м/с, та через 2 с при початковій швидкості $V_1=6$ м/с.

Висновки. Представлена методика розрахунку гравітаційних спусків уточнює і доповнює існуючі. Розв'язки отриманих рівнянь дають можливість проектувати безпечні для життя і здоров'я відвідувачів гравітаційні атракціони, розраховувати місце зупинки, тривалість руху до зупинки об'єкта, комбінувати окремі елементи спуску у будь-якій послідовності. Гарантовані безпечні параметри спускових атракціонів дозволять обґрунтувати доцільність будівництва різних за призначенням гірок: дитячих, сімейних, екстремальних з урахуванням тертя, різноманітних додаткових опорів функціонально пов'язаних з конструктивними особливостями спусків і швидкістю руху для різних форм траси.

3. Вогнезахист світлопрозорих фасадів готелів

Галина Ашмаріна, Олена Матіяшук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Пожежі в висотних будівлях, якими є більшість сучасних готелів, нерідко набувають великі масштаби. Іноді достатньо 20 хвилин, щоб фасад завдання був повністю охоплений вогнем. Однією з причин таких наслідків пов'язане з тим, що в цих будівлях використовується велика кількість скла, як зовнішні ненесучі стіни, заповнення прорізів у будівельних конструкціях і внутрішні перегородки.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані загальнонаукові методи. Зокрема, метод аналізу та синтезу, узагальнення та прогнозування. Інформаційною базою дослідження виступають роботи вітчизняних і зарубіжних вчених, опублікованих в періодичних виданнях, тощо.

Результати. Будівлі: висотою понад 30 м; громадського призначення; готелі, підприємства торгівлі та приміщення: бібліотек; цирків; картинних галерей; концертних і кіноконцертних залів; магазинів; будівель управлінь; лікарень - повинні бути обладнані АУПТ. Ці типи будівель відносяться до будівель з масовим перебуванням людей. Отже, при виникненні пожежі збільшується ризик загибелі великої кількості людей. Слід звернути увагу на те, що в даних видах будівель часто використовуються світлопрозорі конструкції (вітрини, фасади, перегородки, атріуми), які займають значні площі в обсязі будівлі.

Скло в будівництві використовується різне, залежно від виду конструкції в якому воно використовується. Найбільш поширеним в будівництві є листове будівельне скло, так як воно відносно дешеве. Однак листове скло не можна використовувати у висотних будівлях, з великою площею скління до яких відносяться будівлі готелів. Це пов'язано з тим, що під час руйнування листового скла утворюються осколки з гострими краями, які можуть, при падінні, поранити людину. Тому в таких будівлях використовують «безпечне» загартоване скло, по-перше, межа вогнестійкості даних стекел більше, ніж у листового (листова скло витримує менше 10 хв); по-друге, при руйнуванні скла, воно розлітається на дрібні шматочки які не мають гострих країв.

Застосування загартованого скла має свої недоліки, пов'язані з особливостями конструктивного виконання і монтажу. Наприклад, загартоване скло не можна різати і потрібно проводити загартування з фіксованими його розмірами. Загартоване скло може має межу вогнестійкості не менше за цілісність, але не виконує функцію теплоізоляції, що і може сприяти поширенню пожежі. Крім загартованого скла у висотних будівлях і в будівлях з великою площею скління використовується вогнестійке скло. Вогнетривкі скло - це багатошарових конструкцій зі звичайного листового скла, яке чергується з гелевим заповненням або ж з плівкою. Основним недоліком застосування вогнестійких стекел, є їх висока дорожнеча.

Висновки. Світлопрозорі конструкції необхідно захищати від впливу пожежі. Існують кілька способів підвищення пожежостійкості (здатність зберігати цілісність при пожежі) світлопрозорих конструкцій:

- Посилення конструкції за допомогою додавання додаткового шару (скла, плівки);
- Використання вогнестійкого скла з гелевим заповненням.
- Використання захисних протипожежних штор;
- Застосування водяних дренчерних завіс;
- Водяне зрошення поверхонь світлопрозорого заповнення.

4. Техногенна безпека підприємств молочної галузі

Олеся Безушко, Слободян Ольга

Національний університет харчових технологій

Вступ. Техногенна безпека – стан захищеності населення, території підприємств від негативних наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Згідно даних понад 70% нещасних випадків та аварій на виробництві сталися з організаційних причин, 19% - з технічних, понад 10% - із психофізіологічних. На сучасному етапі необхідно забезпечити підвищення рівня відповідальності роботодавців за створення безпечних і здорових умов праці, мінімізувати ризики виробничого травматизму, професійних захворювань та аварій на виробництві.

Матеріали і методи. Аналізуючи причини виникнення надзвичайних ситуацій на підприємствах молочної галузі використовували літературні джерела, нормативні документи, Закон України «Про затвердження Загальнодержавної соціальної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014-2018 роки», а також теоретичні методи дослідження, пов'язані зі збором інформації, порівнянням.

Результати. Велика кількість підприємств харчової і переробної галузі у технологічному процесі використовує сильнодіючі отруйні речовини – аміак, хлор, мінеральні кислоти. Такі хімічні речовини можуть стати причиною техногенного отруєння людей, тварин і рослин.

Серед підприємств, які відносяться до хімічно-небезпечних об'єктів є і підприємства молочної галузі, оскільки в компресорних установках використовуються у великих кількостях аміак. Джерелами потенційної небезпеки цих підприємств є також газове господарство, автозаправні станції, склади кисневих і пропан-бутанових балонів, цехи сушіння молочної сировини.

На молочних підприємствах можуть виникати аварії техногенного характеру у системах електропостачання, газопостачання, тепlopостачання, водопостачання. При виробництві молочних продуктів найбільш небезпечними являються цехи, де відбувається сушіння молока або продуктів його переробки. На таких ділянках небезпечною аварією може бути пожежа через скупчення пилу, що призводить до вибуху.

Висновки. Для збереження техногенної безпеки необхідно:

- виявити всі чинники ризику техногенного характеру, включаючи небезпеки технологічних процесів, операцій, виробничих об'єктів;
- розробити прогнози наслідків катастроф, розмірів втрат і збитків;
- розробити профілактичні заходи з метою стійкої і безаварійної роботи підприємств молочної галузі, збереження екологічної рівноваги, в тому числі: розроблення методів і способів техногенного характеру щодо попередження аварій.

Література.

1. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб./ М. М. Яцюк, О. П. Слободян та інш. – К:НУХТ, 2004. – 371с.
2. Матеріали 15-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників. Київ./ ДУУЗ, 2013.
3. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної соціальної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014-2018 роки» - Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 10.

5. Чому горять фасади і як це зупинити

Галина Ашмаріна, Олена Матіяшук
Національний університет харчових технологій

Вступ. Щороку в усьому світі в пожежах гинуть тисячі людей. Згідно зі статистикою, 90% нещасних випадків припадає на загоряння в житловому секторі та до 75% людей помирають від отруєння чадним газом, не встигнувши вибігти на вулицю. Не останнє місце в сумній статистиці причин появи вогню займає загоряння фасадів.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані такі загальнонаукові методи, як метод аналізу та синтезу, узагальнення та прогнозування. Інформаційною базою дослідження виступають роботи вітчизняних і зарубіжних вчених, опубліковані в періодичних виданнях, тощо.

Результати. Все різноманіття існуючих сьогодні фасадних систем можна звести до двох найбільш поширених видів:

- Системи фасадні теплоізоляційні композиційні з тонким штукатурним шаром (СФТК);
- навісні фасадні системи з вентиляваним зазором (НФС).

Обидва типи систем отримали досить широке поширення. Фасадні системи з зовнішнім штукатурним шаром (СФТК) складаються з клейових і штукатурних компонентів, утеплювача і захисного декоративного шару. Їх «слабкою ланкою» з точки зору пожежонебезпеки може стати використання пінополістиролу як утеплювача. Цей матеріал визначається як горючий, його займання в залежності від типу починається при температурі 220-3800С, а самозаймання настає при 460-4800С. Горіння пінополістиролу призводить до потужного поширення вогню. На жаль це підтверджує як сумний зарубіжний досвід так і приклади в нашій країні про наслідки використання полістирольного пінопласту. Саме цим матеріалом були утеплені покрівлі Чорнобильської АЕС. Випробування на пожежну небезпеку даного матеріалу показали: значення показника токсичності його зразків близько до граничного значення класу високонебезпечних матеріалів. Крім неякісного утеплювача і мембран, причиною пожеж може стати і облицювання, зокрема - алюмінієві композитні облицювальні панелі (АКП), які найбільш часто використовуються в облицюванні навісних фасадних систем. Альтернативою названим типам облицювальних панелей можуть стати матеріали зі сталі з полімерним покриттям: наприклад, фасадні касети або лінеарні панелі. Також виходом може стати безпечний і негорючий керамограніт, але плити з нього мають велику вагу і можуть руйнуватися під час пожежі, що створює загрозу пожежним розрахункам.

Всіх зазначених недоліків позбавлені облицювальні панелі з кам'яної вати. Завдяки структурі матеріалу такі плити легко розрізаються до потрібних розмірів і встановлюються без попередньої підготовки. Панелі стійкі до атмосферних впливів, коливань температури і вологості, термін їх служби складає не менше 50 років.

Висновок. Секрет пожежобезпечного фасаду простий - використання перевірених матеріалів, що відповідають нормативним вимогам. Важлива і відповідальність виробників будівельних матеріалів, і компаній-забудовників, і наглядових органів. Особливо необхідна найсуворіша перевірка, коли мова йде про відповідність матеріалів, закладених в проєкті, що застосовуються при будівництві.

6. Психологічні причини виникнення небезпечних ситуацій і виробничих травм

Аліна Сірик, Ксенія Попович, Альона Білошапка
Національний університет харчових технологій

Вступ. Психологія безпеки праці становить важливу ланку в структурі заходів щодо забезпечення безпечної діяльності людини. Проблеми аварійності та травматизму на сучасних виробництвах неможливо вирішувати тільки інженерними методами.

Матеріали і методи. Проведений оглядовий аналіз теоретичних матеріалів, який дозволив виділити ознаки психології безпеки праці. Базуючись на науковому і статистичному матеріалі та проаналізувавши окремі факти, з'ясувалося, що вони можуть бути згруповані за класифікацією, характером та причинами.

Результати. У психологічній класифікації причин виникнення небезпечних ситуацій можна виділити:

- 1) Порушення мотиваційної частини дій. Проявляється в не виконанні певні дії.
- 2) Порушення орієнтовною частини дії. Проявляється в незнанні правил експлуатації технічних систем і норм з безпеки праці та способів їх виконання.

- 3) Порушення виконавчої частини. Проявляється у невиконанні правил .

Досить суттєвою рисою більшості порушень, що призводять до важких нещасних випадків, у тому числі зі смертельними наслідками, є груповий характер цих порушень.

Виділяють 12 психологічних причин свідомого порушення правил безпечної роботи:

- 1) Економія сил - потреба, спрямована на збереження енергетичних ресурсів.
- 2) Економія часу.
- 3) Адаптація до небезпеки або недооцінка небезпеки н її наслідків.
- 4) Самоствердження в очах колег, бажання подобатися оточуючим.
- 5) Прагнення слідувати груповим нормам трудового колективу.
- 6) Орієнтація на ідеали.
- 7) Самоствердження у власних очах.
- 8) Переоцінка власного досвіду.
- 9) Звичка працювати з порушеннями, перенесення звичок.
- 10) Стресові стани, які спонукають людину до дій, які, на його переконання, здатні зняти цей стан або послабити.
- 11) Схильність до ризику, смак до ризику як особистісна характеристика.
- 12) Над ситуативний ризик (синоніми - безкорисливий, невмотивований)

Причини порушення правил безпеки по суті своїй спрямовані на одну мету: шукати найближчі допустимі і найбільш легкі шляхи задоволення потреб.

Статистика свідчить, що в основі аварійності і травматизму (до 60 - 90% випадків) лежать організаційно-психологічні причини: низький рівень професійної підготовки з питань безпеки, недостатнє виховання, перебування у стані стомлення.

Висновки. Таким чином можна стверджувати, що психологія безпеки праці є невід'ємною частиною загального комплексу при забезпеченні безпеки робіт на робочих місцях.

7. Працездатність людини та фактори її зниження

Ірина Пушняк, Світлана Авдієнко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Працездатність визначається здатністю людини виконувати певну роботу протягом заданого часу і залежить від чинників як суб'єктивного, так і об'єктивного характеру (статі, віку, стану здоров'я, рівня кваліфікації, умов, за яких відбувається праця тощо). Одним із важливих факторів зниження працездатності є втома та чинники, що викликають відповідні зміни стану організму працюючого.

Матеріали і методи. В роботі застосовувались теоретичні методи дослідження, зокрема аналіз наукових літературних даних з означеної проблеми, метод синтезу, порівняння та узагальнення отриманих даних.

Результати. Проблема втоми належить до найскладніших у фізіології і гігієні праці. Практичне значення вивчення даного питання визначається впливом втоми працівника на зниження працездатності праці, а соціальне — тимчасовою втратою працездатності та інвалідністю тих працівників, які виконують роботу в умовах перенапруження фізіологічних систем.

Надмірні фізичні та нервово-психічні перевантаження зумовлюють зміни у фізіологічному та психічному станах працівника, призводять до розвитку втоми та перевтоми. Відомо, що розвиток втоми та перевтоми веде до порушення координації рухів, зорових розладів, неухважності, втрати пильності та контролю реальної ситуації. При цьому працівник порушує вимоги технологічних інструкцій, припускається помилок та неузгодженості в роботі; у нього знижується відчуття небезпеки. Крім того, перевтома супроводжується хронічною гіпоксією (кисневою недостатністю), порушенням нервової діяльності. Проявами перевтоми є головний біль, підвищена стомлюваність, дратівливість, нервозність, порушення сну, а також такі захворювання, як вегето-судинна дистонія, артеріальна гіпертонія, виразкова хвороба, ішемічна хвороба серця, інші професійні захворювання.

Боротьба із втомою, в першу чергу, зводиться до покращення санітарно-гігієнічних умов виробничого середовища. Особливу роль у запобіганні втоми працівників відіграють професійний відбір, організація робочого місця, правильне робоче положення, ритм роботи, раціоналізація трудового процесу, використання емоційних стимулів, впровадження раціональних режимів праці і відпочинку тощо. Крім того, для профілактики втоми працівників застосовуються специфічні методи, до яких можна віднести засоби відновлення функціонального стану зорового та опорно-рухового апарату, зменшення гіподинамії, підсилення мозкового кровообігу, оптимізацію розумової діяльності. Важливим заходом у запобіганні втомлюваності є механізація і автоматизація виробничих процесів.

Висновки. Важливим завданням залишається профілактика втоми, що в свою чергу дозволить підтримувати працездатність людини на високому рівні та запобігти професійним захворюванням і випадкам травматизму.

Література.

1. Бондаренко Г. О., Куц С. О. Анатомія і фізіологія людини: Навч. посібник для студ. вищ. мед. навч. закладів I-II рівнів акредитації / Кіровоградський базовий медичний коледж ім. Є.Й.Мухіна / П.І. Сидоренко (ред.). — Кіровоград, 2002. — 248с.

2. Крушельницька Я. Фізіологія і психологія праці: Підручник / Київський національний економічний ун-т. — К. : КНЕУ, 2003. — 367с.

8. Використання сучасних інформаційних технологій для підвищення безпеки праці на підприємствах харчової промисловості

Аліна Сірик

Національний університет харчових технологій

Дем'ян Слободян

Києво-Могилянська академія

Вступ. На сьогоднішній день розвиток інформаційних технологій набуває глобальних масштабів, адже відбувається тотальна інформатизація. В світі йде активний процес переходу на повсякденне використання хмарних технологій.

Матеріали і методи. Проведений аспектичний аналіз матеріалів з використання сучасних технологій для потреб виробництва. Під терміном «хмара» слід розуміти організацію доступу по мережі до віддаленого дата-центру. В їх основу цих технологій лягли засоби віртуалізації.

Результати. В енергетичному комплексі харчових підприємств застосовується складний технологічний процес, що вимагає особливого контролю. Тому промислова система відеонагляду може поєднувати в собі функції охоронного та технологічного контролю.

Вимоги до можливостей інформаційних технологій постійно зростають відповідно до зростаючими потребами бізнесу. Хмарні технології активно розвиваються і стають економічно ефективними. Це стало наслідком широкого розповсюдження інформаційних технологій, які перетворилися на основне джерело зростання продуктивності праці в переважній більшості галузей. Такі технології починають використовувати для забезпечення безпеки праці [1]. Використання хмарних технологій має великий ряд переваг. Зокрема, використання цих технологій забезпечує: простоту використання - для використання хмарних сервісів не потрібно спеціальних навичок, досить вибрати постачальника хмарних послуг і можна починати роботу; відсутність капітальних витрат - користувачеві не потрібно закуповувати обладнання, ПО і вкладати кошти в адміністрування - він отримує готовий сервіс з необхідними параметрами; економічну ефективність - оплата споживаних ресурсів здійснюється по факту використання; мобільність - користувач не прив'язаний до одного робочого місця, тому має доступ до хмарних сервісів з будь-якої точки світу за наявності підключення до мережі інтернет; масштабованість або гнучкість - користувач в міру необхідності має можливість у будь-який момент збільшувати або зменшувати кількість використовуваних ресурсів; високу технологічність - користувачі мають доступ до величезного пулу обчислювальних потужностей, що дозволяє працювати набагато ефективніше, що дасть можливість швидше реагувати та робити експертні висновки по кожному факту травмування або нещасного випадку.

Висновки. Отже, враховуючи вищенаведене, можна зробити висновок про необхідність впровадження на існуючих підприємствах нових інформаційних систем задля кращого забезпечення безпеки праці. У переважній більшості випадків перехід на хмарну модель роботи принесе великі технологічні та фінансові вигоди.

Література.

1. Игорь Кириллов, «Облака» в Украине: как меняется рынок. – «СЕТИ И БИЗНЕС», №5 (84) 2015. – С. 42-48.
2. Rajkumar Buyya, Cloud Computing: Principles and Paradigms.// Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej M. Goscinski. – John Wiley & Sons. – 2010. – p. 664.

9. Аналіз статистики виробничого травматизму на підприємствах харчової промисловості при виробництві пива, спирту, безалкогольних та лікєро-горілочаних напоїв

Ольга Євтушенко, Петро Породько, Ірина Алексюк
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Аналіз статистичних даних показників виробничого травматизму на підприємствах харчової промисловості при виробництві пива, спирту, безалкогольних та лікєро-горілочаних напоїв дозволить розробити обґрунтовані і ефективні шляхи профілактики та зниження ризику травмування працівників галузі.

Методи досліджень. Під час проведення досліджень у роботі застосовано метод статистичного аналізу нещасних випадків, які виникли на підприємствах харчової промисловості при виробництві пива, спирту, безалкогольних та лікєро-горілочаних напоїв за період з 2010 по 2014 роки.

Результати. Аналіз причин виробничого травматизму дозволяє зробити висновки про те, що основними причинами, через які травмуються працівники харчових підприємств при виробництві пива, спирту, безалкогольних та лікєро-горілочаних напоїв, є наступні організаційні причини: недоліки з навчання (51,5%), порушення режиму праці та відпочинку (10,1%), порушення трудової і виробничої дисципліни (4,35%), відсутність засобів індивідуального захисту (6,5%), порушення технологічного процесу (2,15%), інші організаційні причини, в тому числі зношення одягу (9,6%), до технічних причин віднесено конструктивні недоліки (7,9%), інші причини (7,9%). Стосовно локалізації травм, за антропологічними даними: тіло (20,8%), стопа (16,2%), спина (14,05%), нога (10,5%), коліно (7,5%), рука (7,35%), обличчя (3,95%), долоня (3,8%), палець (3,55%), шия (2,25%), плече (2,15%), щиколотка (2,15%), зуби (2,15%), голова (1,8%), ніс (1,8%). Результати досліджень вказують на те, що максимальне значення, 61,5% від усіх травмованих працівників, припадає на працівників віком від 30 до 55 років. Дослідження розподілу аналогічних нещасних випадків залежно від стажу роботи за професією, був такий: 20 і більше років (25,1%), від 15 до 20 років (7,5%), від 10 до 15 років (9,4%), від 5 до 10 років (10,5%), від 3 до 5 років (11,8%), від 1 до 3 років (13,6%), до 1 року (22,1%).

Висновки. На основі аналізу статистичних даних показників виробничого травматизму на підприємствах харчової промисловості при виробництві пива, спирту, безалкогольних та лікєро-горілочаних напоїв за період 5 років, встановлено, що організаційні та кваліфікаційні фактори призводять до 84% виробничих травм. Велика частка травм припадає на досвідчених робітників, які мають стаж роботи більше 20 років, і на робочих зі стажем роботи за професією до року. На ці факти слід звертати особливу увагу під час проведення первинного і повторного інструктажів на робочому місці.

Література.

1. Євтушенко О. В. Оцінка впливу вікових особливостей працівників харчових підприємств на ризику виробничого травматизму / О. В. Євтушенко, А. О. Сірик // Безпека життєдіяльності на транспорті і виробництві – освіта, наука, практика : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 18–19 вер. 2014 р. – Херсон, 2014. – С. 73-75.

2. Evtushenko O. Analysis of indicators of workplace occupational injuries at the food industry enterprises of Ukraine / O. Evtushenko, A. Siryk, P. Porodko, T. Krukouskaya // Ukrainian Food Journal. – 2015. – Vol. 4., Issue 1. – P. 157 – 169.

10. Експертні методики кількісної оцінки професійних ризиків

Ольга Євтушенко, Аліна Сірик, Петро Породько, Владислава Нетребка
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Одним із методів аналізу і прогнозування показників виробничого травматизму є експертна оцінка. Особливе значення має експертна оцінка в умовах невизначеності, коли відсутні об'єктивні показники ризику або їх визначити надто складно, недостатньо точно і економічно недоцільно.

Методи досліджень. Дослідження спрямовано на аналіз експертних методик кількісної оцінки професійних ризиків та вибір найбільш придатної для вивчення умов праці на підприємствах харчової промисловості.

Результати. Застосування розрахункових методик оцінки ризику не завжди економічно виправдано, у зв'язку з цим набувають широкого поширення в різних галузях експертні методики оцінки безпеки виробничого середовища. Основними перевагами цих методик є простота, наочності, кількісний характер оцінки, можливість багатократного повтору, малі витрати на проведення. Детальніше зупинимось на чотирьох найбільш поширених методиках. У системі Елмері рівень безпеки виробничого середовища оцінюється на основі індексу безпеки. Індекс описує, відсоткове співвідношення, значення якого може змінюватися в межах від 0 до 100. Отримані результати розрахунків індексу безпеки на різних робочих місцях можна групувати і ранжувати, що дозволяє визначити пріоритетні напрями робіт щодо профілактики виробничого травматизму і поліпшення умов праці. Методика оцінки Файн-Кінні пред'являє більш високі вимоги до досвіду і ерудиції експерта. Оцінка робиться на основі визначення експертом трьох величин з подальшим їх перемноженням. Зміна критеріїв може вплинути на підсумкову оцінку, у зв'язку з цим потрібне проведення додаткових досліджень для встановлення об'єктивності оцінки, що проводиться за допомогою нової методики. Норвежская компанія DNV застосовує власну методику експертної оцінки ризиків. Оцінка ризику ведеться згідно двох основних методик, що відрізняються мірою деталізації параметрів оцінки. Формула для розрахунку кількісної характеристики ризику ґрунтується на загальноприйнятому визначенні поняття ризику як проведення вірогідності і важкості несприятливих наслідків. Розрахунок виконується шляхом впровадження бальних оцінок вірогідності і важкості. Однією з особливостей системи оцінки ризиків компанії DNV є облік не лише прямих фінансовий і людських втрат, але і можливих наслідків несприятливих подій, здатних негативно вплинути на довкілля, імідж підприємства і культурну спадщину. Європейське агентство щодо забезпечення здоров'я і безпеки працівників підготувало і вільно поширює в Інтернеті власну розробку «П'ять кроків оцінки ризику». Оцінка ризиків включає п'ять етапів: збір інформації; виявлення загроз; оцінка ризику виникнення загроз, планування дій, спрямованих на запобігання або зниження ризиків; документальне підтвердження оцінки ризиків.

Висновки. Використання на підприємстві експертних методів кількісної оцінки умов праці в традиційних процедурах внутрішнього аудиту дозволить вивести систему управління охороною праці на новий, високий рівень і надалі це сприятиме зниженню рівня травматизму і захворюваності працівників підприємства. Реалізація комплексної і періодичної системи оцінки професійних ризиків дозволить знизити економічні втрати підприємства, що у свою чергу є мотивуючим чинником для роботодавця.

11. Удосконалення системи очищення повітря виробничих приміщень

Софія Качалба, Любов Костюк, Наталія Володченкова
Національний університет харчових технологій

Вступ. Більшість технологічних процесів харчової промисловості супроводжуються утворенням пилу у виробничих приміщеннях, який є одним з основних шкідливих та небезпечних факторів впливу на стан здоров'я працівників та призводить до економічних втрат (завчасне зношення та пошкодження технологічного обладнання, пожежі, вибухи і т.д.) та забруднює навколишнє середовище. Таким чином, підтримання чистоти повітря виробничих приміщень підприємств зберігання, переробки та використання зерна має велике значення за санітарно-гігієнічними, технологічними, екологічними та економічними факторами.

Матеріали і методи. В роботі застосовувались дослідження з використанням методу аналізу технологічних відхилень при обґрунтуванні небезпек, які можуть виникати в результаті порушень технологічних регламентів виробництва та метод побудови "дерева подій" при дослідженні розвитку можливих ситуацій з урахуванням ефективності систем пиловловлення та стану повітря робочої зони.

Результати. При аналізованні факторів виробничого середовища було визначено, що одним із розповсюджених факторів шкідливого впливу на працівників є пил. Виконання робіт в умовах запиленості може зумовлювати у працівників фарингіт, трахеїт, бронхіт, пневмоконіоз, кон'юнктивіт, блефарит, дерматит.

За результатами проведеного аналізу стану повітря робочої зони, технологічних процесів і обладнання, було запропоновано метод визначення оптимальних параметрів складових системи очищення повітря виробничих приміщень. Визначення кількості повітря, що виділяється відповідним технологічним обладнанням у робочу зону виробничих приміщень підприємства дозволяють виявити її надлишок, як для різних виробничих об'єктів, типу технологічного процесу так і для виду внутрішніх виробничих засобів транспортування. Дана схема представляє собою згруповані блоки за допомогою яких визначають параметри, що відповідають за процеси.

Висновки. Запропонований метод розрахунку системи очищення повітря виробничих приміщень є одним із технологічних заходів боротьби із утворенням пилу. Впровадження даного методу дозволить зменшити концентрацію пилу до 0,3–0,4 мг/м³, що відповідає нормативним значенням ГДК та забезпечити відповідні санітарно-гігієнічні умови праці виробничого персоналу, за чистотою повітря.

Література.

1. Van der Voort M. A quantitative risk assessment tool for the external safety of industrial plants with a dust explosion hazard/M.M. van der Voort, A.J.J. Klein, M. de Maaier, A.C. van den Berg, J.R. van Deursen, N.H.A. Versloot//Journal of Loss Prevention in the Process Industries. –2007. – Vol. 20, Issues 4–6, Pages 375–386.

2. Володченкова Н.В. Аналіз ризику виникнення аварійних ситуацій на підприємствах харчової промисловості, як чинник підвищення небезпеки їх функціонування /Н.В. Володченкова, О.В. Хіврич // Харчова промисловість. – 2012. – № 13. – С. 140–145.

3. Klippel A. Dustiness in workplace safety and explosion protection – review and outlook/ Alexander Klippel, Martin Schmidt, Ulrich Krause//Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – March 2015. –Volume 34, Pages 22–29.

12. Вібрація – один з шкідливих факторів на підприємствах харчової промисловості

Вероніка Калабська, Лариса Нещадим
Національний університет харчових технологій

Вступ. У виробничих умовах на нас постійно діють і передаються на всі структури організму коливання як твердого, так і пружного тіла в поєднанні з обов'язковим включенням повітряного середовища. Залежно від якісних та кількісних показників цих коливань реакція організму, відповідно, різна.

Матеріали і методи. У даній роботі ми використали наукову літературу, різні наукові статті. Використовували такі методи як метод пошуку, метод аналізу та синтезу, метод порівняння та узагальнення знайденої інформації.

Результати. Вібрація – це механічні коливання пружних тіл, які характеризуються амплітудою, швидкістю та прискоренням. Вібрації відносять до факторів, яким притаманна велика біологічна активність.

Джерелом вібрації є механічні, пневматичні й електричні інструменти ударної або обертальної дії, обладнання, встановлене без достатньої амортизації та віброізоляції, а також транспортні і сільськогосподарські машини. За характером впливу на організм розрізняють загальну та локальну вібрацію. Загальна вібрація викликає тремтіння всього тіла людини, локальна — залучає до коливання лише окремі частини тіла (руки, передпліччя, ноги).

Вібрація завдає великої шкоди здоров'ю людини — від перевтоми організму та незначних змін функцій організму до стусу мозку, розриву тканин, порушення серцевої діяльності і нервової системи, деформації м'язів та кісток, порушення чутливості шкіри і кровообігу тощо. Вібрації частотою понад 200 Гц перевантажують нервову систему людини, потребують підвищеного психічного напруження. Систематичний вплив на людину довготривалої та інтенсивної дії вібрації може стати причиною вібраційної хвороби. Локальні вібрації викликають деформацію та зменшення рухомості суглобів.

Вживаються колективні та індивідуальні заходи щодо боротьби з вібрацією. Колективні:

- Найпоширенішим інженерним методом захисту від вібрації віброгасіння. Вібруючі машини з динамічним навантаженням (вентилятори, насоси, агрегати) встановлюють на окремі фундаменти.

- Джерела коливань ізолюють від опорних поверхонь гумовими, пружинними або комбінованими віброізоляторами. Віброізоляція зменшує рівні вібрації, що передаються від джерела на тіло працюючого.

- Вібропоглинання може бути здійснено: використанням конструктивних матеріалів з великим внутрішнім тертям; нанесенням на поверхню виробу шару пружнов'язких матеріалів, що мають потужне внутрішнє тертя. Вібродемпфівання - це метод зниження вібрації шляхом посилення в конструкції процесів тертя. До засобів індивідуального захисту від вібрації відносяться: спеціальне віброзахистне взуття, рукавиці з м'якими надолонниками.

Висновок. Вібрація викликає порушення фізіологічного та функціонального станів людини. Стійкі шкідливі фізіологічні зміни називають вібраційною хворобою. Щоб уникнути шкідливого впливу вібрації потрібно покращити умови виробництва (автоматизація, оновлення механічного устаткування, дистанційне керування машинами), дотримуватись заходів щодо боротьби з вібрацією.

13. Шум і вібрація, їх вплив на організм людини в умовах виробництва

Дмитрій Шемідько, Віра Заєць

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Деякі виробничі процеси супроводжуються значним шумом і вібрацією. В результаті тривалого впливу шуму порушується нормальна діяльність серцево-судинної і нервової системи Шкідливий вплив підвищеного рівня шуму на організм людини загальновідомо, тому актуальність даної проблеми очевидна.

Матеріали і методи. Найшкідливішими факторами виробничого середовища є шум та вібрації. Шум спричиняє шкідливу дію не тільки на орган слуху, але й на весь організм. При тривалому впливі шуму знижується гострота слуху, погіршується стан нервової системи, серцево-судинної і травної систем В свою чергу тривалий вплив загальної вібрації призводить до змін у центральній нервовій системі, які виявляються у запамороченнях, сонливості, шумі у вухах, болях в ікро ножних м'язах, порушенні координації рухів, розладах зору. Зазвичай вібрація розповсюджується від її джерела на відстань до 100 м. Найбільш потужне джерело вібрації - залізничний транспорт. Коливання ґрунту поблизу залізниці перевищує землетрус силою 6-7 балів. В метро інтенсивна вібрація розповсюджується на 50-70 м Несприятливо впливають на організм людини і електромагнітні випромінювання промислової частоти (50 герц) та частот радіохвильового діапазону.

Результати та обговорення. Працюючи над даною темою, ми дослідили методи захисту від шумів та вібрацій на виробництві і їх ефективність.

Засоби анти фазної синхронізації, вібро демпферування, встановлення додаткових пристроїв в конструкцію машини і будівельних конструкцій.

Віброізоляція, динамічне, дистанційне управління, огороження, та інші.

Заходи щодо зменшення шуму	Зменшення рівня шуму
Заміна прямокутних шестерень шевронними	5 дБА
Усунення погіршностей у зубчастому зачепленні	5-10 дБА
Заміна зубчастої передачі на клиноремінну	10-15 дБА
Заміна металеві шестерні на капронову чи текстолітову	10-12 дБА
Заміна металевого корпусу на пластмасовий	8-12 дБА

Висновок. Зараз в Україні виявляється необхідність вироблення нового типу професійної культури та моралі, що відбиває ідеологію збереження трудової активності та охорони праці на основі розвитку ринкових відносин. Техніка має бути ергономічною та відповідати самим жорстким стандартам з охорони праці. Заходи щодо зниження шуму слід передбачати на стадії проектування промислових об'єктів та обладнання. Особливу увагу слід звертати на винесення шумного обладнання в окреме приміщення, що дозволяє зменшити число працівників в умовах підвищеного рівня шуму та здійснити заходи щодо зниження шуму з мінімальними витратами коштів, обладнання та матеріалів. Зниження шуму можна досягти лише шляхом його зменшення в обладнанні з високим рівнем шуму.

Література.

1. Винокурова Л. Е., Васильчук М. В., Гаман М. В. Основи охорони праці. Підручник. /За ред. Винокурова Л. Е., . В. – К., 2001.
2. Основи загальної екології. - Методичні вказівки і контрольні завдання для студентів Інституту та дистанційного навчання на спеціальності 7.070801 "Екологія та охорона навколишнього середовища" Київ 2012.

14. Організація захисту та дій в умовах надзвичайних ситуацій, які пов'язані з можливими терористичними проявами

Микола Бугай, Віктор Гуць

Національний університет харчових технологій

Вступ. Тероризм (лат. *terro-* - страх, жак) — суспільно небезпечна діяльність, яка полягає у свідомому, цілеспрямованому застосуванні насильства шляхом захоплення заручників, підпалів, убивств, тортур, залякування населення та органів влади або вчинення інших посягань на життя чи здоров'я ні в чому не винних людей або погрози вчинення злочинних дій з метою досягнення злочинних цілей.

Матеріали і методи. В роботі використані матеріали з Закону України «Про боротьбу з тероризмом» та рекомендації Інституту державного управління у сфері цивільного захисту.

Результати. Наприкінці ХХ століття проблема тероризму набула особливого значення. Тероризм став багатоліким за своїм характером. Міжнародний тероризм, стрімке зростання якого завдало страждань, призвело до загибелі багатьох тисяч людей. Метою тероризму є руйнація існуючого правового чи економічного порядку або політичного устрою. За допомогою терору різноманітні угруповання, економічні групи і корпорації, а також, часом цілі держави, намагаються змінити статус-кво. Ян Шрайбер, англійський філософ, вважає, що тероризм сильний не стільки розміром заподіяно шкоди, скільки впливом на суспільну думку. Минуле століття увійшло в історію людства не тільки своїми науково-технічними відкриттями, а і як століття, що вписало в цю історію низку чорних сторінок, серед яких і одне з найбільш потворних і трагічних суспільно-соціальних явищ-тероризм.

Світовий досвід свідчить, що організатори терористичних акцій мають на меті:

- сіяти страх серед населення;
- викликати протести проти політики урядів;
- завдавати економічних збитків державі або приватним фірмам;
- проводити потаємні терористичні акти проти своїх супротивників або правоохоронних органів.

На сьогоднішній день можна виділити такі види тероризму:

1. Ідеологічний (соціальний) тероризм.
2. Національний (націоналістичний) тероризм.
3. Релігійний тероризм.
4. Світоглядний тероризм.
5. Кримінальний тероризм.

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок, що: - тероризм у минулому столітті став одним з найнебезпечніших викликів міжнародній спільноті; і безпеці; - перетворився на глобальну проблему; - став соціально небезпечнішим для суспільства, багатогранним за цілями і видами проявів; - одержав можливість використовувати у своїх злочинних цілях досягнення науки і техніки; — у ряді випадків став проводитися за участю державних органів, одержав "статус" державного тероризму.

Експерти ООН застерігають від надмірного залучення суспільства до боротьби з тероризмом. Цим повинні займатися спецслужби. Але найважливішим завданням антитерористичної боротьби є оповіщення, навчання населення діям в надзвичайній ситуації теракту.

15. Небезпека використання барвників в продуктах харчування

Артем Ущатовський, Світлана Авдієнко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Однією із головних якісних характеристик продуктів харчування, що оцінюється споживачем, є їх органолептичні показники – смак, колір і аромат. Найпершим якісним показником, на який звертає увагу споживач при виборі товару, є колір. Тому сучасні виробники харчової продукції широко застосовують барвники для посилення зовнішньої привабливості продукту. Дана група харчових добавок може небезпечно впливати на організм людини.

Матеріали і методи. В роботі застосовувались теоретичні методи дослідження, зокрема аналіз наукових літературних даних з означеної проблеми, метод синтезу, порівняння та узагальнення отриманих даних.

Результати. Сьогодні барвники містяться практично в кожному продукті. Барвники харчові є в алкогольних і газованих напоях, льодяниках, цукатах, йогуртах, желе, мармеладі, морозиві, варенні та інших кондитерських виробках, соусах, кетчупах, томатних пастах, сирах, м'ясних і рибних продуктах і т.д.

Натуральні барвники давно в минулому. З розвитком технологій популярності набули штучні добавки. Підстава для негативного ставлення до зазначених добавок — їх шкідливий вплив на організм людини, доведений шляхом ґрунтовних медичних досліджень, проведених на території Великої Британії. Підтверджує небезпеку барвників також попередження про їх негативний вплив на дитяче здоров'я, що міститься у постанові Європейського парламенту № 1333/2008 від 16. 12. 2008 року. У документі йдеться про те, що вживання у їжу певних харчових барвників може призвести до гіперактивності. На сьогодні на території Євросоюзу діє норма, згідно з якою продукти харчування, що містять барвники, небезпечні для дітей, повинні містити спеціальний попереджувальний напис. На жаль, в Україні дотепер у жодний спосіб не обмежено використання небезпечних барвників, зокрема, і у продуктах, які часто потрапляють до дитячих рук. Втім, небезпечні барвники найчастіше потрапляють у продукти харчування, розраховані на дітей, бо, власне, ці продукти і створюються барвистими для того, аби привертати дитячу увагу.

Висновки. Вживання харчових продуктів, що містять синтетичні барвники, може сприяти додатковому хімічному навантаженню на організм людини, особливо дитини. Шкода харчових барвників полягає в тому, що багато з них не до кінця вивчені, і виробники можуть порушувати норми вмісту їх продуктах. Харчові барвники шкідливі тим, що можуть викликати алергію, здатні викликати пухлини. Деякі харчові барвники викликають задуху.

Споживачі ж у переважній більшості не здогадуються про небезпеку таких продуктів, і не лише тому, що не знають про цю проблему, а і через те, що просто не звертають увагу на етикетку, на якій зазначено склад харчового продукту.

Література.

1. Попович М.О. Вивчення стабільності синтетичних харчових барвників в біологічних рідинах *in vitro* / М.О. Попович, Т.І. Мельниченко, Т.Л. Сакун //36. науков. праць співр. КМАПО ім. П.Л. Шупика. – К. : КМАПО ім. П.Л. Шупика, 2000. – Вип. 9, кн. 2. – С. 844-853.

2. Попович Н.А. К оценке опасности применения синтетических пищевых красителей / Н.А. Попович, С.Е. Катаева, Т.И. Мельниченко // Современные проблемы токсикологии. – 2000. – № 2. – С. 33-39.

16. Психологічний захист є одним з основних заходів реалізації завдань системи цивільного захисту.

Анастасія Пахалюк, Віра Заєць
Національний університет харчових технологій

Вступ. На даний час ризик виникнення надзвичайних ситуацій на території України є високим. Зростає масштабність наслідків аварій, катастроф і стихійного лиха, що ставить проблему запобігання виникненню надзвичайних ситуацій і ліквідації або мінімізації їх наслідків як найбільш актуальну. Психологічний захист є одним з основних заходів щодо запобігання та зменшення ступеня негативного психологічного впливу на населення та своєчасного надання ефективної психологічної допомоги.

Матеріали і методи. Головна мета психологічної допомоги населенню, постраждалому внаслідок надзвичайної ситуації – це збереження психологічного та фізіологічного здоров'я потерпілих, запобігання розвитку деструктивних та девіантних форм поведінки людей, що сприятиме більш скорішому та якісному проведенню аварійно-рятувальних робіт.

Результати та обговорення. Заходи психологічного захисту населення спрямовуються на зменшення та нейтралізацію негативних психічних станів і реакцій серед населення у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій і включають: 1) планування діяльності, пов'язаної з психологічним захистом; 2) своєчасне застосування ліцензованих та дозволених до застосування в Україні інформаційних, психопрофілактичних і психокорекційних методів впливу на особистість; 3) виявлення за допомогою психологічних методів чинників, які сприяють виникненню соціально-психологічної напруженості; 4) використання сучасних психологічних технологій для нейтралізації негативного впливу чинників надзвичайних ситуацій на населення; 5) здійснення інших заходів психологічного захисту залежно від ситуації, що склалася.

Найважливішими напрямками психопрофілактичної роботи є: - профілактика у здорової частини населення (особового складу) стресових і пост стресових станів, гострих панічних реакцій, “відстрочених” нервово-психічних порушень, виникнення яких пов'язане з природними та техногенними катастрофами; – психопрофілактика осіб з уже розвинутими нервово-психічними порушеннями; – попередження виникнення надмірної психологічної напруги в суспільстві, де є ризик виникнення кризових явищ, пов'язаних з надзвичайними ситуаціями соціально-політичного, природного та техногенного характеру;

Висновок. Організація та здійснення заходів психологічного захисту населення покладаються на центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту. Психологічна профілактика — цілеспрямована систематична робота психолога разом із керівниками підрозділів системи цивільного захисту з попередження негативних явищ (серед населення та особового складу), виявлення групи посиленої психологічної уваги (на різних етапах) і проведення з нею психо корекційної роботи.

Література.

1. Бикова О.В., Болієв О.Ч., Деревинський Д.М. Основи Цивільного захисту. Посібник./За ред. Бикова О.В.- Київ. «Форест-А»-2008р.353стр.
2. Кодекс Цивільного захисту України. Документ 540317 від 02.10.2012р.

17. Метод визначення складу сил та засобів цивільного захисту для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій

Вадим Марценюк, Олександр Хіврич

Національний університет харчових технологій

Вступ. В роботі запропоновано методичний підхід до визначення необхідних сил та засобів цивільного захисту для ліквідації наслідків можливих надзвичайних ситуацій. Використання запропонованого підходу дозволяє за обраними показниками ефективності в заданих умовах оцінювати можливості складу сил та засобів цивільного захисту щодо виконання завдань за призначенням, а також приймати обґрунтовані рішення щодо визначення необхідного складу відповідних сил та засобів. Запобігання надзвичайним ситуаціям (НС), взаємодія з органами державної влади щодо ліквідації їх наслідків, максимальне зниження масштабів втрат та збитків є загальнодержавною проблемою і одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади та органів управління об'єктів господарювання всіх рівнів [1].

У зв'язку з цим, постає практичне завдання обґрунтування (вибору) такого складу сил і засобів ліквідації їх наслідків у НС, який би враховував зазначені вище завдання та забезпечував їх ефективне виконання.

Матеріали і методи. Для вирішення поставленого завдання було розроблено та запропоновано метод, який дозволяє за обраними показниками ефективності в заданих умовах оцінювати можливості складу сил та засобів цивільного захисту щодо виконання завдань за призначенням, а також приймати обґрунтовані рішення щодо визначення необхідного складу відповідних сил та засобів.

Результати. Відповідно до Законів України [1] застосування сил і засобів цивільного захисту (ЦЗ) України [4] для ліквідації їх наслідків, у НС здійснюється за такими завданнями: виявлення та оцінювання обстановки у зоні ліквідації їх наслідків; виконання першочергових (невідкладних) аварійно-рятувальних і ліквідаційних, а також у режимно-обмежувальних, аварійно-відновлювальних робіт; виявлення, ізоляція і нейтралізація радіаційно та хімічно небезпечних речовин; відбір та аналіз проб на предмет ідентифікації радіоактивних та хімічних речовин; спеціальна обробка техніки, технологічного обладнання, інших матеріальних засобів, та санітарна обробка потерпілого населення; дезактивація, дегазація, дезінфекція ділянок місцевості, доріг, споруд та здійснення заходів щодо пилопридушення; локалізація та гасіння пожеж. Необхідний для виконання наведених вище завдань [3, 4] склад сил і засобів визначається рішенням відповідних начальників.

Під час проведення дослідження було визначено методичні підходи до визначення необхідних сил та засобів цивільного захисту для ліквідації наслідків можливих надзвичайних ситуацій.

Висновки. З метою підвищення ефективності застосування сил і засобів ЦЗ, які залучаються до участі ліквідації їх наслідків у НС розроблено методичний підхід до визначення необхідних сил та засобів для ліквідації їх наслідків у НС. Використання запропонованого підходу дозволить за вибраними показниками ефективності в заданих умовах оцінювати можливості складу сил та засобів щодо виконання заходів ліквідації їх наслідків у НС, а також приймати обґрунтовані рішення щодо визначення необхідного складу сил та засобів.

18. Розроблення практичних рекомендацій щодо поліпшення стану повітря хлібопекарських підприємств

Інна Гетьман, Анна Івченко, Наталія Володченкова
Національний університет харчових технологій

Вступ. В роботі проведено дослідження умов праці на підприємствах хлібопекарської промисловості за фактором впливу на працюючих пилу, що утворюється при різних етапах технологічного процесу. Вирішення питань підтримання нормованих значень санітарно-гігієнічних умов у виробничому приміщенні дозволяє поліпшити умови праці виробничого персоналу.

Матеріали і методи. Для розроблення технічних рішень щодо відповідності стану повітряного середовища виробничих приміщень підприємств з виробництва хлібобулочних та кондитерських виробів вимогам сьогодення та поліпшення умов праці виробничого персоналу відповідних підприємств було проведено дослідження з використанням методу системного аналізу та метод аналізу технологічних відхилень при обґрунтуванні небезпек, які можуть виникати в результаті порушень технологічних регламентів.

Результати. Специфіка діяльності підприємств хлібопекарської галузі свідчить про те, що основним джерелом забруднення повітряного середовища виробничих приміщень є пил, який утворюється у наслідок використання різноманітних сипучих і інших порошкоподібних матеріалів у технологічному процесі.

Проведене дослідження дозволило визначити процеси і операції, при яких кількість пилу перевищує нормовані значення. Так найбільші показники відхилення від норм у приміщеннях тарного та безтарного зберігання сировини, у просіювальних та подрібнювальних відділеннях, при очищення мішків. При роботі тістомісильних машин пиловиділення пов'язане в основному з недостатньою герметизацією вузла завантаження.

Зменшення пиловиділення може бути досягнуто шляхом удосконалення технологічного процесу, а також аспірацією технологічного обладнання.

Для підтримання параметрів чистоти повітря використовують різні способи. Малоефективним є ручне прибирання саме по санітарним показникам бо пил, що піднімається з підлоги може потрапити до напівфабрикатів або готової продукції. Найбільш ефективним є тканинні фільтри. Менш ефективним засобом є використання циклонів. Тому їх використовують двостадійно. На I стадії очищення повітря циклоном, а для II стадії в таких випадках, використовують тканинні рукава.

Висновки. В роботі представлені результати практичного дослідження рівня запиленості підприємствах хлібопекарської промисловості. Визначено основні джерела виділення пилу, а також наведено практичні рекомендації щодо покращення санітарно-гігієнічних умов праці для виробничого персоналу.

Література.

1. Дослідження методів кількісного оцінювання ризику вибухів на виробничих об'єктах / Н.В. Володченкова, О.В. Хіврич, О.Г. Левченко // Збірник матеріалів дев'ятої науково-методичної конференції "Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки" 2013 с. 15 – 18.

2. Analysis of objects food industry dangers and estimation of risks origin on them emergency situations / Nataliya Volodchenkova, Oleksndr Hivrych // Proceedings, volume 52, book 10.2 Biotechnologies and food technologies. Ruse, 2013. – P.75-78.

19. Прогнозування аварійної ситуації з хлором

Сергій. Давидюк, Анатолій Литвиненко

Національний університет харчових технологій

Вступ. В роботі проведено дослідження з прогнозування масштабів і наслідків аварійних ситуацій із викидом хлору. Його перевозять у залізничних цистернах, контейнерах і балонах, що одночасно можуть бути тимчасовими сховищами. У випадку руйнування ємності в початковий період відбувається бурхливе, майже миттєве випаровування хлору. При цьому може утворитися хмара з концентраціями, значно перевищуючими смертельні (первинна хмара). Тривалість дії хлору в цій хмарі на невеликих відстанях від місця аварії буде складати від декількох десятків секунд до декількох хвилин. Випаровування може тривати кілька годин і навіть доби. Хмара зараженого повітря, що виникла в цих умовах, називається вторинною.

Матеріали і методи. Методика прогнозування зон зараження при аварійному викиді хлору говорить, що глибина і площа збільшуються з змінами ступеня вертикальної стійкості повітря (конвекція, ізотермія, інверсія), з зменшенням швидкості приземного вітру, зі збільшенням площі розливу (див. графік), а також з збільшенням кількості речовини, що перешли в навколишнє середовище, і з підвищенням температури повітря. З підвищенням (зниженням) температури повітря на 20°C глибина зараження первинної хмари збільшується (зменшується) на одну п'яту величини.

Результати. Хлор відноситься до високотоксичних сильнодіючих отруйних речовин. Тому для захисту органів дихання безпосередньо на місці аварії і на видаленні до 500 м від джерела зараження використовуються ізолюючі протигази (апарати): ПП-4М, ПП-5, АСВ-2, КПП-8. Фільтруючі протигази: промислові марки А, У, Г, БКФ, М, цивільні й дитячі можна застосовувати на відстані більш 500 м і далі від вогнища, де концентрація знижується приблизно в 100 і більш раз.

Заражена хмара при ізотермії і швидкості вітру 1 м/с віддаляється за годину на 6 км, при 3 м/с - на 18 км. При своєчасному оповіщенні і наявності часу можна негайно евакуюватися з зони можливого зараження ще до підходу хмари хлору. Виходити необхідно убік, перпендикулярно напрямку вітру. У протилежному випадку для захисту варто тимчасово укрити людей у житлових і виробничих приміщеннях. Для зменшення проникнення зараженого зовнішнього повітря усередину приміщень необхідно провести додаткову герметизацію підручними засобами. У зв'язку з тим, що хлор - важкий газ, більш надійний захист людей буде на верхніх поверхах багатоповерхових будинків.

Висновки. В роботі представлені результати практичного дослідження прогнозування аварійних ситуацій із викидом хлору.

Література.

1. Цивільний захист на підприємствах харчової промисловості [Текст]: Навч. посіб. / О.В. Хіврич, Б.Д. Халмурадов, О.П. Слободян, А.М.Литвиненко, Н.В.Володченко; За заг. ред. Б. Д.Халурадова. – К.: «Центр учбової літератури», 2015. – 192 с.
2. Цивільний захист. Практикум [Текст]: Навч. посіб. / О.В. Хіврич, Н.В.Володченко, А.М.Литвиненко. – К.: НУХТ, 2015. – 180 с.

20. Вірус Зіка – глобальна загроза людства XXI століття

Артем Ушаповський, Лариса Нешадим

Національний університет харчових технологій

Вступ. З кожним днем людство, на жаль, стикається з новими захворюваннями, які в деяких випадках мають невиліковний ефект, наприклад вірус Зіка, виявлений у 1947 році у макак-резусів в лісі Зіка в Уганді (Африка), а у людей вже у 1952 році. Найбільших масштабів та загрози для людства вірус Зіка набув лише наприкінці 2015 року.

Матеріали і методи. У даній роботі використано наукову літературу, матеріали засобів масової інформації, наукові статті. Застосовані методи пошуку та аналізу знайденої інформації під час підготовки роботи.

Результати. Вірус Зіка – вид вірусів роду *Flavivirus*, який переносять комарі роду *Aedes*. З 1 лютого 2016 року ВООЗ визнала цю хворобу такою, що чинить серйозний вплив на здоров'я населення і може швидко поширюватися в міжнародних масштабах та увійшла до переліку подій, які спричиняють надзвичайну ситуацію в галузі охорони здоров'я на світовому рівні.

Захворювання нагадує легку форму гарячки Денге, перебігає без необхідності серйозного лікування, і, на сьогодні, не може бути попереджено ані противірусними препаратами, ані специфічною вакциною, тому ведучими є патогенетичні заходи – відновлення втраченої організмом рідини, боротьба з такими симптомами як головний біль, нездужання тощо.

Лихоманка Зіка викликає у хворих погіршене самопочуття, легкий біль у голові, м'язах та суглобах, а також висипи на шкірі і проходить за кілька днів чи за тиждень, але ця хвороба може спричинити мікроцефалію та пошкодження мозку новонароджених дітей, якщо на неї перехворіє вагітна жінка. Мікроцефалія – це значне зменшення розмірів черепа і, відповідно, головного мозку при нормальних розмірах інших частин тіла. Хвороба супроводжується розумовою недостатністю – від нерізка вираженої імбецильності до ідіотії.

Головним напрямком профілактики є запобігання укусам комарів. Це може бути зроблено за допомогою: репелентів; носіння у вранішній та вечірній час закритого одягу, який вкривав би якомога більше поверхні тіла; використання фізичних бар'єрів на шляху комарів, таких як, екрани, закриті двері та вікна, москітні сітки, провітрювання приміщень. Важливо також уникати накопичення вологи у побутовому приладді, де комарі знайдуть добрі умови для розмноження (стояча вода). Зважаючи на не спростоване наразі припущення зв'язку вірусу з народженням дітей з вродженими вадами, особливо увагу слід приділяти захисту вагітних, особливо на ранніх тижнях вагітності.

Висновки. Отже вірус Зіка – це хвороба, яка ще не повністю досліджена та ліків від якої не існує, тому необхідно виконувати профілактичні дії, щоб уникнути захворювання.

Література.

1. Вірус Зіка [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Вірус_Зіка.

2. ВООЗ оголосила вірус Зіка надзвичайною ситуацією міжнародного масштабу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://novynarnia.com/2016/02/02/vvoz-ogolosila-virus-zika-nadzvichaynoyu-situatsiyeyu-mizhnarodnogo-masshtabu/>.

21. Selenium and iodine intake as a mean of oxidative stress reduction in workers continuously exposed to lead

Ann Mayer¹, Maksym Polumbryk²

1 - National aviation university

2 - National university of food technologies

Water, soil and air pollution with lead is a major concern for workers who have been contacted with Pb-based materials, such as paints, batteries, textile products. According to the novel research several sources of drinking water in Kyiv region are contaminated by lead. The symptoms of Pb poisoning include weight and appetite loss, fatigue, vomiting and at high concentrations it may cause anemia, kidney injuries, hypertension, reproductive and immune systems disorders.

The gastrointestinal tract is a main way of lead infiltration into the human body, where Pb accumulates in bones and blood. Lead causes generation of reactive oxygen species and exhausted antioxidant system due to superoxide dismutase and glutathione peroxidase depression.

An antioxidant status can be improved by increased consumption of antioxidant by those subjects who chronically Pb exposed. It is known that high selenium level in the diet strongly associated with superoxide dismutase, glutathione peroxidase and catalase activity. The main oxidative stress markers level of lead are significantly lower in the high selenium group compared to those of low selenium group.

It has been proposed combined action of iodine and selenium consumption by workers, who may suffering from lead impact. This approach allows to improve antioxidant system within the range of recommended daily intake. The host-guest complex of molecular iodine was used as a source of this essential microelement in fortified meat products. It has been found that relatively high amount of diiodotyrosine (DIT) has formed in L-tyrosine and β -cyclodextrin-iodine solution (0,2-1,5 %). DIT is a marker of goiter hormones production in thyroid glands which influenced on an antioxidant status. Unfortunately, DIT was not detected in the hydrolysates of fortified products mainly due to both low concentration and chromatographer precision. Thus, consumption food fortified by antioxidant microelements may decrease level of oxidative stress markers in those who exposed by heavy metals.

22. Work ability and oxidative stress in workers

Andriy Kucherov¹, Maksym Polumbryk²

1 - National aviation university

2 - National university of food technologies

Work ability is based on a balance between personal features and work demands. It includes age, physical and mental health. Work ability can be estimated according to the work ability index (WAI). WAI index depends on diagnosed diseases, work impairment and psychological resources. It is known association between cardiovascular diseases risk and WAI and the level of oxidative stress may serve as a work ability indicator. Diet change and mild physical exercises can increase WAI value by oxidative stress reducing.

Several groups of student were questioned according to the work ability index estimation procedure. It has been found that more than 70 % of participants were classified as Good and Excellent work ability which is directly associated with often physical activity and absence of smokers among them. Nutritional status has lower impact on WAI may be due to negligible difference in the nutritional habits between participants. It is also known that bench step exercises interventions between warehouse workers improve antioxidant capacity and glucose metabolism. In our opinion, nutritional changes can have greater impact on specific groups of workers with occupational hazards. Thus, additional investigations for WAI values estimations and their links with oxidative stress biomarkers are needed.

Оцінка величин енергозатрат людини в процесі трудової діяльності

Лукіянік Олена, Лукіянік Дар'я

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Важливою складовою частиною системи охорони праці є створення таких умов праці, за яких зберігаються високі психофізіологічні можливості людини в процесі трудової діяльності. Вивчення трудової діяльності передбачає визначення фізіологічного змісту праці.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження стали (фізичне навантаження; нервова й емоційна напруженість; ритм, темп і монотонність роботи, обсяги інформації, яку одержують і переробляють). Ці дані дозволяють визначити навантаження на організм під час роботи і розробити раціональні режими праці та відпочинку, раціональну організацію робочого місця, провести професійний відбір і таким чином забезпечити оптимальну працездатність людини на протязі тривалого часу.

Результати . У ході факторного аналізу було:

- поставлено задачу, при якій було здійснено: вибір об'єкта, предмета, методів дослідження, способи для їх чисельного оцінювання;
- обрано вхідні та вихідні параметри.

Відомо що у наш час дуже велика кількість людей займається розумовим видом діяльності та веде малорухомий спосіб життя. Розглянемо приблизний хронометраж енерговитрат цих людей:

Нічний сон(7 год.)	$7 * 65 = 455$ кКал
Ранковий туалет (40 хв.)	$0,7 * 102 = 71$ кКал
Сніданок (20 хв.)	$0,3 * 99 = 30$ кКал
Дорога на роботу (30 хв.)	$0,5 * 112 = 56$ кКал
Службова праця (7 год.)	$7 * 106 = 742$ кКал
Обід (30 хв.)	$0,5 * 100 = 50$ кКал
Повернення додому (30 хв.)	$0,5 * 112 = 56$ кКал
Відпочинок (1 год.)	$1 * 85 = 85$ кКал
Домашнє навчання (3 год.)	$3 * 90 = 270$ кКал
Вечеря (30 хв.)	$0,5 * 99 = 50$ кКал
Відпочинок, читання (1 год.)	$1 * 85$ кКал
Інші види домашньої праці або прогулянка (1 год.)	$1 * 157$ кКал
Разом (24 год.)	2107 кКал

- енергетичні витрати, визначаючи важкість фізичної праці, прийнято вимірювати в кДж/с, кДж/хв, кДж/година; кКал/хв, кКал/година (1кКал = 4,2 кДж). Добові енерговитрати залежать також і від віку людини.

Висновок. Отже, величина добових енерговитрат залежить від характеру роботи та фізичного навантаження:

- при розумовому виді діяльності - не більше 2,5 тис. кКал на добу; при середній фізичній праці - 3200 кКал на добу; при тяжкій фізичній праці та активному способі життя вони досягають 4 тис. кКал на добу та більше.

Добові енерговитрати залежать також і від віку людини. Так, наприклад, у похилому віці (коли людина на пенсії і веде малорухомий спосіб життя) добова витрата енергії може сягати 2300 кКал на добу; для людей молодих та середнього віку добові енергозатрати досягають 6 тис. кКал на добу.

Section
20

**Physical, chemical
and mathematical
principles of
technological
processes**

Секція
20

**Фізико-
математичні і
хімічні основи
технологічних
процесів**

20.1. Physics

**Chairperson - professor Anatolii Korol
Secretary - associate professor Mykhailo Lazarenko**

20.1. Фізика

**Голова - проф. Анатолій Король
Секретар - доц. Михайло Лазаренко**

1. Універсальний фізіотерапевтично-мікрохірургічний прилад

Катерина Рівна, Тетяна Беляєва, Інна Гуцало, Світлана Літвинчук
Національний університет харчових технологій

Вступ. Універсальний фізіотерапевтично-мікрохірургічний прилад призначений для усунення запальних процесів слизової оболонки ротової порожнини, зупинки розвитку губного герпесу на першій та другій стадії захворювання та видалення невеликих бородавок та рубців на поверхні шкіри.

Матеріали і методи. Дія приладу (в режимі діатермія) викликає розширення капілярів, прискорення кровообігу, підвищення проникливості стінок капілярів та кліткових мембран, підсилення імунобіологічних процесів.

Результати. Поставлена задача досягається тим, що для деактивації запальних процесів слизової оболонки ротової порожнини, використовується локальна дія високочастотного струму асиметричної форми без постійної складової на запалену ділянку тканини. Суттєвою відмінністю запропонованого пристрою є те, що завдяки використанню високочастотного змінного струму асиметричної форми без постійної складової отримуємо поєднання таких процесів як діатермія – нагрівання тканини при проходженні через неї струмів високої частоти, та електролізу, коли на активний електрод подається змінний струм асиметричної форми з перевагою позитивного або негативного потенціалу по амплітуді. В результаті специфічної дії високої частоти, токсичні речовини, які утворилися в місці запалення, розпадаються на дрібні, вже не токсичні частинки і без перешкод потрапляють в кровообіг. На місці запалення утворюється захисний клітинний бар'єр з елементів з'єднувальної тканини. Таким чином, відбувається розсмоктування гнійних скупчень, набряків. Також маємо протизапальний ефект при відсутності негативного впливу на тканини слизової оболонки.

Отже, пристрій «високочастотний деактиватор запальних процесів слизової оболонки ротової порожнини» можна використовувати в терапевтичній стоматології для усунення запалення та больових симптомів слизової оболонки, як один із етапів при комплексному лікуванні та профілактики захворювання пародонту. Пристрій складається з недорогих деталей, має невеликі розміри і може використовуватись мобільно, завдяки використанню акумуляторного живлення може заряджатись від будь-якого зарядного пристрою, також від альтернативного, що дозволяє використовувати пристрій в екстремальних чи польових умовах.

Висновки. Завдяки відсутності негативних побічних ефектів та абсолютно безболісній процедурі, пристрій можна використовувати навіть в дитячій стоматології. Для впровадження пристрою у виробництво потрібно пройти сертифікацію та провести апробацію на кафедрах терапевтичної стоматології.

2. Вибір керуючих змінних при оптимізації

Дмитро Дудко, Олександр Бузовський, Світлана Маковецька, Інна Гуцало
Національний університет харчових технологій

Вступ. Визначення числа степенів свободи і вибір регламентованих та оптимізації вільних інформаційних змінних для підсистеми теплообміну.

Матеріали і методи. Визначення числа степенів свободи показано рішення задачі оптимізації теплообмінної системи з використанням блоку Given-Minerr.

Результати. В трьох теплообмінних апаратах здійснюється процес нагріву основного потоку від 100 °С до 500 °С трьома допоміжними із заданими вхідними температурами. Відомі коефіцієнти теплопередачі:

$$K_1 = 120 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}; \quad K_2 = 80 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}; \quad K_3 = 40 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}};$$

$$w_1 = w_2 = W = 100000 \frac{\text{кВт}}{^\circ\text{C}}.$$

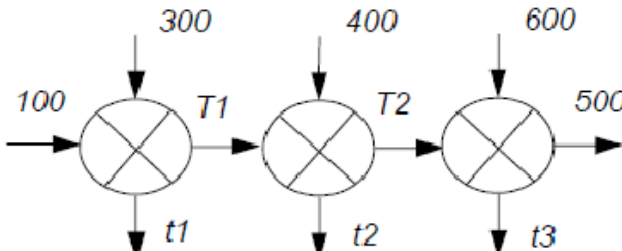


Рис. 1. Теплообмінна підсистема

Необхідно підібрати площі поверхні теплообміну (м^2), щоб критерій оптимізації $F_1 + F_2 + F_3$ був мінімальним.

Математичний опис даного процесу представимо в наступному вигляді:

$$\begin{aligned} W(T_1 - 100) &= W(300 - t_1); & W(T_1 - T_2) &= W(400 - 2); \\ W(300 - t_1) &= K_1 F_1 \Delta t_1; & W(400 - 2) &= K_2 F_2 \Delta t_2; \\ \Delta t_1 &= \frac{(300 - T_1) - (t_1 - 100)}{2}; & \Delta t_2 &= \frac{(400 - T_2) - (t_2 - T_2)}{2}; \\ W(500 - T_1) &= W(600 - t_3); & W(600 - t_2) &= K_3 F_3 \Delta t_3; \\ \Delta t_{31} &= \frac{(600 - 500) - (t_3 - T_2)}{2}. \end{aligned}$$

Для знаходження значень змінних необхідно провести ряд складних процедур ітераційного рішення системи рівнянь. Для полегшення розв'язку використовуємо математичний пакет MathCAD.

Рішення задачі оптимізації теплообмінної системи з використанням блоку Given-Minerr.

Висновки. При розв'язанні задач оптимізації, особливо при визначенні значень оптимізації вільних інформаційних змінних для підсистеми теплообміну доцільно використовувати вбудовані функції математичного пакету MathCAD.

3. Про можливості використання фізичних методів при виробництві кондитерських виробів

Анна Домська, Леонід Драч, Вікторія Кравчук, Світлана Літвинчук,
Володимир Носенко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Останнім часом в технологічних процесах кондитерських виробництв широко використовуються фізичні методи обробки (такі як ВЧ- та НВЧ-випромінювання, ультразвук, імпульсні розряди та струми тощо). Поряд з цим розвиваються і впроваджуються нові фізичні методи діагностики кондитерських виробів: ЯМР- та інфрачервона спектроскопія, лазерна люмінесценція, хроматографія, електронна мікроскопія.

Матеріали і методи. Об'єктом досліджень були зразки різних видів борошна та кондитерських виробів (рисових та кукурудзяних вафель). В даній роботі нами був використаний метод НВЧ-випромінювання на частоті 2450 МГц. При мікрохвильовій обробці потужність випромінювання змінювалася від 100 до 800 Вт.

Паралельно із мікрохвильовою обробкою проводились дослідження ІЧ-спектрів відбивання і БІЧ області на предмет вивчення особливостей спектрів, ідентифікації виду борошна і виявлення глютену в зразках.

Результати. Поставлена задача вирішувалася у кількох напрямках досліджень.

Перш за все, використовувався експрес-метод визначення виду борошна у вафельних листах, який передбачає вимірювання інтенсивності спектра дифузного відбивання світла методом ІЧ-спектроскопії. Отримані спектри показали, що максимальна чутливість ІЧ-аналізатора до виду борошна спостерігалася в діапазоні довжин хвиль 1,66-1,85 мкм з характерним екстремумом в інтервалі 1,76-1,77 мкм. Експериментально визначено, що мінімальний відносний коефіцієнт відбивання вафельних листів, приготованих на кукурудзяному борошні, становить 0,7064, на пшеничному - 0,6814, на рисовому - 0,6491, на гречаному - 0,6358.

Слід відзначити, що до суттєвого удосконалення виготовлення вафельних листів призводить використання ультразвуку при підготовці тіста. Розроблений нами спосіб полягав у замішуванні обробленого ультразвуком тіста з подальшим випіканням вафель. Важливим моментом інтенсифікації технології було те, що вищезгадане тісто додатково оброблялось протягом 60-70 с ультразвуковими хвилями частотою 44 кГц в режимі кавітації.

Внаслідок обробки тіста ультразвуком відбувався процес коагуляції його білків і збільшення об'єму зв'язаної вологи, яка переходила у вільну, тобто збільшувалася седиментація тіста (його розшарування на воду та тверді частинки). Тісто ставало рідкішим, що потребувало зменшення дозування води. Це призвело до скорочення часу на випікання вафельних листів. Досліди показали, що у результаті УЗ-кавітації збільшувалася кількість бульбашок повітря у тісті, а, відповідно, й у вафельних листах, що призвело до зменшення міцності останніх і, як наслідок, до корисного підвищення їх хрупкості.

Цікавим результатом також було застосування ще одного фізичного метода, який помітно інтенсифікував процес випікання вафель. Це використання НВЧ-випромінювання в технології одержання вафель.

Висновки. Таким чином, запропоновані в роботі фізичні методи дають можливість суттєво удосконалити технологічні процеси по виготовленню кондитерських вафельних виробів.

4. Аналіз продуктів бджільництва методом БІЧ-спектроскопії

Марія Кубицька, Анастасія Матійчук, Вікторія Гедзюк,
Володимир Вишняк, Світлана Літвинчук, Валерій Домбровський
1 - Національний університет харчових технологій
2 - ТОВ «Київоблбджолопром»

Вступ. Продукти бджільництва мають велику поживну та лікувальну цінність. Вони виявляють свою позитивну дію на людський організм лише за умови, якщо є натуральними, екологічно чистими, не містять сторонніх речовин, не піддавалися термічній обробці та впливу інших зовнішніх факторів.

Матеріали і методи. В якості об'єкта досліджень був використаний бджолиний віск (продукт воскових залоз бджіл), а також воскоподібні речовини. Аналіз зразків здійснювався на ІЧ-аналізаторі в ближній області спектра «Інфранід-61».

Результати. Бджолиний віск широко застосовується в різних галузях народного господарства. Особливо велика потреба його при промисловому виготовленні вощини, яку пасічник підставляє у вулик в процесі життєдіяльності бджололиної сім'ї. Необроблений натуральний віск містить механічні домішки: пилок рослин, прополіс, частинки коконів, екскременти личинок, смоли тощо. Тому актуальною задачею є виявлення штучних домішок у бджолиному воску, а також його заміників. Віск із домішками непридатний для виготовлення штучної вощини. Фальсифікація бджолиного воску відбувається при підмішуванні до нього будь-яких речовин. Фальсифікований бджолиний віск суттєво знижує якість товарного меду, а також добробут медоносних бджіл. Додаткові наповнювачі у бджолиному воску, такі як, парафін, церезин, каніфоль, стеаринова кислота, твердий жир, крейда, гіпс, відбілювачі, глина, крохмаль, борошно, сірка та мікрокристалічний віск суттєво зменшують якісні показники як самого воску, так і товарного меду в цілому.

В нинішній час для перевірки параметрів та ідентифікації продуктів бджільництва використовуються такі методи, як високотемпературна газова хроматографія, Фур'є-спектроскопія та інші. Проте такі дослідження є довготривалими. Тому в даній роботі аналіз воску та воскоподібних зразків здійснювався шляхом реєстрації коефіцієнта дифузного відбивання світла в області спектру від 1330 до 2370 нм відносно еталону. Дослідження були проведені в ближній інфрачервоній області спектра. Зразки бджолиного воску були отримані на пасіках Київської області, які до проведення аналізу зберігалися в темному приміщенні при кімнатній температурі. Досліджувані зразки проходили спеціальну пробопідготовку безпосередньо перед проведенням спектральних вимірювань.

Отримані результати виявили суттєві відмінності в дифузних спектрах відбивання зразків в області 1880–2200 нм і дають можливість проводити якісний аналіз.

Висновки. Метод БІЧ-спектроскопії дозволяє проводити ідентифікацію воску та воскоподібних речовин, визначати відсотковий вміст таких домішок, як парафін та церезин, а також дає можливість робити якісні висновки щодо старіння зразка. Даний метод може бути застосований в якості експрес-аналізу на виробництві для контролю продукції в процесі виготовлення вощини.

5. Бозон Хіггса: що являє собою нова частинка?

Максим Івасенко, Віталій Гриненко, Світлана Літвинчук, Сергій Баглюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. Донедавна одним з ключових питань сучасної фізики високих енергій було підтвердження або спростування існування екзотичної субатомної частинки, названої бозоном Хіггса – по суті, єдиної відсутньої ланки Стандартної моделі (СМ) елементарних частинок. Теоретично він був передбачений ще у 1964 році британським фізиком Пітером Уейром Хіггсом. Десятки років її шукали в найсучасніших лабораторіях кращі вчені планети. І нарешті, трохи більше 3 років тому, науковці заявили, що знайшли її. За дане відкриття у 2013 році було присуджено Нобелівську премію двом відомим європейським фізиком-теоретикам – Пітеру Хіггсу та Франсуа Енглєру.

Матеріали і методи. Експериментальне підтвердження існування бозона Хіггса було здійснено на найбільшій в світі прискорювальній установці – Великому адронному колайдері (ВАК) в лабораторії ЦЕРН (Європейської організації з ядерних досліджень) на кордоні Франції та Швейцарії.

Результати. Перші вказівки на існування нового бозона отримали ще в грудні 2011 року в експериментах двох колаборацій ATLAS і CMS. Крім того, з'явилося повідомлення, що дані експериментів на протон-антипротонном колайдері Tevatron (Fermilab, США) також вказують на існування нового бозона. Але цього було ще недостатньо, щоб говорити про відкриття бозона Хіггса. Вже у грудні кількість даних, набраних на ЛНС, подвоїлася і методи їх обробки стали досконалішими. Результат виявився вражаючим: у кожному з експериментів ATLAS і CMS окремо статистична достовірність сигналу досягла величини, яка у фізиці елементарних частинок вважається рівнем відкриття (п'ять стандартних відхилень, тобто ймовірність помилки дорівнює приблизно 0,00005 відсотка).

Про відкриття частинки, схожої на бозон Хіггса, колаборації ATLAS і CMS повідомили 4 липня 2012 р. на конференції в Мельбурні. Певна обережність під час анонсування результатів («частинка, схожа на бозон Хіггса») була зумовлена тим, що на той момент ще не встановили спін частинки та її парність. Після того, як у березні 2013 р. фізики оприлюднили нові дані, які однозначно свідчили про нульовий спін і позитивну парність спостереженої частинки, не залишалось жодних сумнівів, що це і є шуканий бозон Хіггса.

У березні 2015 року були уточнені попередні дані по масі бозона: $125,09 \pm 0,24$ ГеВ, що приблизно на 0,2 % точніше за попереднє значення. А вже у грудні вчені з ЦЕРН, виявивши розпад на два гамма-фотона частинки масою близько 700 ГеВ на ВАК, оголосили, що у них є свідчення існування іншого бозона, який може виявитися другим бозоном Хіггса. Підтвердження інформації фізиків може означати наявність у природі скалярної частинки масою близько 700 ГеВ і вихід вчених за межі СМ. Сучасні теорії передбачають існування даних частинок. Їх роль відіграють додаткові бозони Хіггса. У грудні 2015 року науковці ATLAS знайшли можливий за інтерпретацією прояв зарядженого бозона Хіггса з масою у межах 250-450 ГеВ.

Висновки. Серед усіх елементарних частинок бозон Хіггса посідає унікальне місце: лише він має квантові числа, які збігаються з квантовими числами вакууму, і є єдиною елементарною скалярною частинкою в СМ. Нова частинка досить важка за мірками фізики мікросвіту. Вона не має електричного заряду, нестабільна і може розпадатися по-різному.

6. Кротові нори та квантова заплутаність

Мирослав Хоньків, Богдан Стефанюк, Світлана Літвинчук, Анатолій Король
Національний університет харчових технологій

Вступ. Ідея кротових нір, що сполучають різні області простору-часу, не вигадана фантастами, вона належить великому фізику-теоретику, одному із засновників сучасної теоретичної фізики, – Альберту Ейнштейнові. У 1935 році Альберт Ейнштейн і Натан Розен написали роботу, в якій доводили, що загальна теорія відносності допускає утворення того, що вони назвали "мостами" і що тепер відоме як кротові нори.

Матеріали і методи. Ейнштейн вважав, що, насправді, все детерміновано, просто ми поки що не можемо це виміряти. Правильність протилежної позиції була пізніше продемонстрована експериментально. Особливо яскраво – в експериментальних дослідженнях квантової заплутаності.

Результати. Фізик-теоретик Марк Ван Раамсдонк у 2009 році висловив думку, що заплутаність і простір-час насправді пов'язані між собою. Він розрахував, що простір без заплутаності не зміг би утримати себе. А у червні 2013 року фізики-теоретики Хуан Малдасена і Леонард Саскінд із США показали, що між парою квантово заплутаних чорних дір формується кротова нора. Нині дві незалежні групи учених стверджують, що для формування вона може простягнути між двома квантово заплутаними кварками.

Крістан Дженсен із Канади і Андреас Карч із США описали квантово заплутану пару, що складається з кварка і антикварка, які мчаться геть один від одного з близькосвітловими швидкостями, що робить неможливою передачу сигналів від одного до іншого. Дослідники вважають, що тривимірний простір, в якому рухаються кварки, – це гіпотетична грань чотиридимірного світу. У 3d-просторі квантово заплутані частинки сполучені свого роду "струною". А у 4d-просторі ця "струна" стає кротовою норю. Отже, заплутаність і кротова нора не існують в одному і тому ж просторі, проте математично вони еквівалентні.

Джуліан Соннер із США представив квантово-заплутану пару кварк-антикварк, що народжується в сильному електричному полі, яка розлучає протилежно заряджені частки, примушуючи їх прискорено рухатися у різних напрямках. Соннер також дійшов висновку, що частинки, квантово заплутані в тривимірному просторі, будуть з'єднані кротовою норю в чотиридимірному.

Саскінд і Малдасена звертають увагу, що в обох нових роботах первинні квантові частки розглядаються у рамках моделей, які не враховують вплив гравітації. У спрощеній, "безгравітаційній" моделі нашого світу не може бути ніяких чорних дір і кротових нір, тому зв'язок квантової заплутаності з кротовою норю залишається лише математичною аналогією. "Їх еквівалентність має сенс лише в теорії з гравітацією", – говорить Саскінд. Проте Карч вважає, що навіть їх спрощена модель дає цілком певне уявлення про те, що кротові нори і квантова заплутаність можуть бути різними проявами однієї і тієї ж фізичної реальності.

Висновки. Фізики-теоретики виявили зв'язок між кротовими норами в просторі-часі і явищем квантової заплутаності. Зараз квантова заплутаність і пов'язана з нею дальнюдія з нескінченною швидкістю вважаються реальними, експериментально доведеними феноменами. Їм намагаються знайти практичне застосування, наприклад, при конструюванні квантового комп'ютера і розробці методів квантової криптографії.

7. Експериментальне підтвердження існування гравітаційних хвиль

Володимир Шуліка, Яніна Рашко, Анатолій Снігур, Володимир Носенко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Ще сто років тому Альберт Ейнштейн передбачив існування гравітаційних хвиль як частину своєї загальної теорії відносності. Гравітаційні хвилі поширюються Всесвітом абсолютно безперешкодно. Цим вони відрізняються від світлових чи звукових хвиль. За своєю суттю гравітаційні хвилі – викривлення геометрії, викривлення самого простору. З моменту теоретичного відкриття гравітаційних хвиль вчені намагалися „упіймати” їх на практиці. Проте лише тепер з’явився прямий доказ їхнього існування.

Матеріали і методи. Досі не існувало доказів теорії Ейнштейна, оскільки бракувало необхідної технології, щоб зафіксувати гравітаційні хвилі. Гравітаційні хвилі надзвичайно важко виміряти та виявити. Щоб вивчити гравітаційні хвилі, потрібен напрочуд чутливий детектор. Коли такі коливання сягають Землі, у них дуже мала амплітуда – у тисячі разів менша за атомне ядро.

Результати. У вересні 2015 року американські вчені довели існування гравітаційних хвиль. Наукове відкриття стало сенсацією. Гравітаційні хвилі раніше спостерігалися лише побічно, через їх вплив на періоди пульсарів в подвійних системах. Форма сигналу, спостережена обсерваторією, збігалася з передбаченою загальною теорією відносності для гравітаційної хвилі, що проходить із спіралеподібного руху, злиття і завершального об’єднання двох чорних дір в одну. Сигнал отримав назву GW 150914 (Гравітаційна хвиля 2015-09-14). Також це було першим спостереженням злиття двох чорних дір в одну, доводячи існування систем подвійних чорних дір зіркової маси, і що такі злиття могли трапитись в поточний вік. За допомогою лазерних променів, які дослідники відправляють туди-сюди на станціях, можна виміряти крихітні відхилення, які помітні завдяки затримці при віддзеркаленні – це ознака гравітаційних хвиль. Завдяки віддаленню обсерваторій одна від одної вчені можуть порівняти інформацію про момент утворення гравітаційних хвиль та їхній напрямок.

Визнання вченими доказів існування гравітаційних хвиль може повністю змінити наше уявлення про Всесвіт. У такому разі науковці зможуть дослідити наслідки найбільшої події в історії Всесвіту – Великого вибуху. Ми зможемо зазирнути у найвіддаленіші куточки космосу. Хвилі, утворені Великим вибухом, могли б, наприклад, змінити наші погляди на формування Всесвіту. Аналіз сигналу показав, що він виник в результаті злиття двох чорних дір з масами 36 рази і 29 більші від маси сонця. З отриманої в результаті злиття єдиною чорною дірою з масою 62 сонячні маси, дефект мас був еквівалентний енергії яка була випромінена у вигляді гравітаційних хвиль. Протягом останніх 20 мс з моменту злиття, потужність випромінювання гравітаційних хвиль досягла $3,6 \cdot 10^{49}$ Вт. Це в 50 разів більше ніж об’єднані сили всього світла які випромінюються всіма зірками спостережуваного Всесвіту.

Висновки. Отже, проведення експериментального дослідження підтвердили передбачення загальної теорії відносності. Вони відкрили нову еру гравітаційно-хвильової астрономії, що дозволяє досліджувати катастрофічні астрономічні події, не спостережувані досі, а також проводити аналіз дуже ранньої історії всесвіту перед тим, як спостереження на основі світла, радіо та інших електромагнітних хвиль стали б можливими.

8. Застосування кореляційної методики при дифракції на періодичних структурах

Марина Букша, Дарина Юрченко, Наталія Медвідь
Національний університет харчових технологій

Вступ. Періодичні плоскі дифракційні елементи давно використовуються для перетворення світлових пучків. У відомих схемах їх освітлення найчастіше відбувається плоскою хвилею. Ми досліджуємо випадки кореляційного підходу, коли решітка освітлюється складним, зокрема періодичним, світловим полем

Матеріали і методи. В роботі використовувалася голографічна методика виготовлення дифракційних решіток із синусоїдальним фазовим профілем. Готові решітки поміщались в те ж саме інтерференційне поле. Утворені дифракційні порядки реєструвалися ТВ-камерою і оброблялися на комп'ютері. При цьому вимірювалися і порівнювалися інтенсивності дифракційних порядків в залежності від глибини рельєфу решітки і від взаємного поперечного зсуву решітки і смуг інтерференційного поля.

Результати. Структури, розміщення і взаємний зсув поля і решітки знаходились в результаті розрахунків на ЕОМ. Для цього була написана відповідна програма. Розглядалися два алгоритми кореляційного формування полів: 1) інтерференційне світлове поле $M_1 \rightarrow$ періодична решітка M_2 і 2) еквівалент інтерференційного поля M_1 (у вигляді решітки) \rightarrow періодична решітка M_2 .

Ідея полягає в тому, щоб утворити «зв'язану» систему полів для M_1 та M_2 . В ній кожний порядок дифракції утворюється внаслідок інтерференції парціальних хвиль від M_1 та M_2 . Це дає можливість змінювати інтенсивність світла в кожному дифракційному порядку. Розподіл порядків визначається накладанням двох кутових спектрів синусоїдальної решітки, які зсунуті в поперечному напрямку на кут сходження між двома пучками, що утворюють інтерференційне поле.

Розглядалась поведінка двох центральних максимумів результуючого дифракційного поля. При відсутності зсуву домінує один з центральних максимумів. Початкове співвідношення інтенсивності становить $\approx 83\%$, Далі при поперечному зсуві поля відносно решітки відбувається вирівнювання інтенсивності центральних дифракційних порядків, а потім перекачування лівого в правий. При зсуві інтерференційного поля на чверть періоду відновлюється початкове співвідношення інтенсивності, але вже для правого максимуму.

Аналізуючи розподіл фази у вихідному пучку бачимо, що за допомогою традиційного використання дифракційної решітки такий розподіл отримати неможливо. Не кажучи вже про реалізацію розподілів при пересуванні решітки.

Висновки. В практичному плані отримана можливість реалізовувати різноманітні сценарії переміщення і переключення світлових каналів за складними алгоритмами у часі. В науковому плані кореляційний підхід дає можливість моделювати складні просторові розподіли показника заломлення. Перевагою є також можливість утворювати досить складні розподіли фази у вихідному пучку за допомогою небагатьох простих фазових структур, і можливість використовувати ті ж самі фазові елементи для утворення різної конфігурації вихідних дифракційних порядків.

9. Визначення магнітних характеристик феромагнетика за допомогою віртуальної лабораторної роботи

Максим Дідковський, Артем Труш, Валерій Ісай, Анатолій Король
Національний університет харчових технологій

Вступ. Розроблена віртуальна лабораторна робота "Визначення магнітних характеристик феромагнетика".

Матеріали і методи. Теорія феромагнетизму. Прикладні пакети: ELECTRONICS WORKBENCH (EWB) та MATHCAD.

Результати. Прикладний пакет ELECTRONICS WORKBENCH (EWB) призначений для розробки інженерних радіоелектронних приладів та пристроїв. Фізичне моделювання пов'язане з витратами по створенню макетів та їх дослідженню. Тому використовують математичне моделювання з використанням засобів та методів обчислювальної техніки. Одним із таких засобів є електронна система моделювання на базі прикладного пакета програм EWB, який має простий та потужний інтерфейс для користувача. Електронна система моделювання імітує реальне робоче місце дослідника – лабораторію, яка обладнана вимірювальними приладами, що працюють в реальному масштабі часу. З її допомогою можна моделювати як прості, так і складні аналогові та цифрові електронні пристрої та прилади.

Робота з EWB ділиться на три основні етапи: створення електричної схеми, вибір і підключення вимірювальних приладів та активація схеми, яка включає в себе розрахунок процесів, що протікають в моделі.

В загальному випадку процес створення електричної схеми починається з розміщення на робочому полі EWB (екрані монітора) компонентів із бібліотеки програм.

Після складання схеми та підключення вимірювальних приладів та інших пристроїв вона активується. Розраховані значення електричних величин або осцилограми показуються на екрані. Аналогічний порядок роботи має місце в реальній лабораторії з реальними приладами.

В даній лабораторній роботі створена електрична схема, яка дозволяє отримати на екрані віртуального осцилографа петлю гістерезису, тобто залежність індукції магнітного поля B від напруженості магнітного поля H для різних значень електричної напруги.

Розрахунок B і H проводиться за такими формулами:

$$B = K_1 \cdot y, \quad H = K_2 \cdot x,$$

де x , y – координати відповідної точки петлі.

Коефіцієнти K_1 та K_2 залежать від електричних параметрів електричної схеми і вони розраховуються. Далі, знаходяться значення таких магнітних характеристик: B_{\max} – максимальна індукція, B_R – залишкова індукція, H_c – коерцитивна сила,

$\mu = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{B}{H}$ – магнітна проникність феромагнетика (μ_0 – магнітна стала). Всі

розрахунки проводяться з використанням пакета MATHCAD.

Висновки. Віртуальна робота дозволяє визначити магнітні характеристики феромагнетика. Рекомендується для самостійної роботи студентів, дистанційного навчання та моделювання процесу намагнічування феромагнетика.

10. Надпровідність

Юрій Лойко, Олексій Фещенко, Андрій Качконоженко, Михайло Лазаренко,
Сергій Баглюк

Національний університет харчових технологій

Вступ. Надпровідність — квантове явище протікання електричного струму у твердому тілі без втрат. Останніми роками має місце дедалі ширше використання явища надпровідності для турбогенераторів, електродвигунів, генераторів, жорстких та гнучких кабелів, комутаційних пристроїв, магнітних сепараторів, транспортних систем тощо.

Матеріали і методи. Явище надпровідності було відкрито в 1911 році голландським науковцем Камерлінг-Оннесом, лауреатом Нобелівської премії 1913 року. Усього за відкриття в області надпровідності було видано п'ять Нобелівських премій з фізики: в 1913, 1972, 1973, 1987 та 2003 роках. Явище надпровідності існує для низки матеріалів, не обов'язково добрих провідників при звичайних температурах. Перехід до надпровідного стану відбувається при певній температурі, яку називають критичною температурою надпровідного переходу. Надпровідність, проте, може бути зруйнована, якщо помістити зразок у зовнішнє магнітне поле, яке перевищує певне критичне значення. Це критичне магнітне поле зменшується при збільшенні температури.

Результати. Сплави та матеріали з домішками відхиляються від поведінки чистого надпровідника. Надпровідник складної будови (з домішками) в магнітному полі пронизаний великою кількістю мікроскопічних магнітних трубок, навколо кожної з яких тече коловий струм. Магнітний потік квантований – у кожній нитці міститься один квант магнітного поля. Коли напруженість магнітного поля стає більшою за певну величину речовина виходить з надпровідного стану, а якщо напруженість магнітного поля менша за деяку величину, речовина стає звичайним надпровідником першого роду.

У магнітному полі в надпровідному матеріалі виникають такі струми, магнітне поле яких повністю компенсує зовнішнє магнітне поле, тобто магнітне поле виштовхується із надпровідника. Завдяки цій властивості виникає явище левітації надпровідника над магнітом (або магніту над поверхнею надпровідника), яке отримало назву труна Магомета. Сильне магнітне поле руйнує надпровідність. Проте надпровідники розрізняються за своєю поведінкою у відносно сильних магнітних полях, у залежності від поверхневої енергії границі розділу надпровідної й нормальної фаз. У надпровідників I роду ця поверхнева енергія додатня, й надпровідність руйнується, якщо поле перевищує певний рівень, який називається критичним магнітним полем. У надпровідників II роду поверхнева енергія границі розділу нормальної та надпровідної фаз від'ємна, тож магнітне поле, коли його напруженість перевищує певне значення (перше критичне поле), починає проникати в надпровідник поступово в певних місцях, навколо яких утворюються вихрові струми. Якщо збільшувати магнітне поле далі, то нормальних областей стає дедалі більше, й при критичному полі надпровідність руйнується повністю. Надпровідники другого роду використовуються для створення надпровідних електромагнітів.

Висновки. Подальший розвиток надпровідних технологій призведе до їх здешевлення, що потягне за собою розширення та урізноманітнення застосувань надпровідників.

11. Теплоенергетична установка

Алекс Мартиросян, Богдан Дітковський, Михайло Лазаренко, Сергій Баглюк
Національний університет харчових технологій

Вступ. Теплоенергетичні установки, що споживають близько 12 млрд. т умовного палива на рік, широко застосовуються в промисловості, на транспорті і в сільському господарстві.

Матеріали і методи. Кожна теплоенергетична установка працює за певним циклом. При роботі установки в реальних умовах в ній виникають внаслідок недосконалості процесів різні втрати теплоти і роботи: від тертя, від випромінювання в зовнішнє середовище і з інших причин. Цикл, в якому не враховуються реальні втрати, називається ідеальним. У теплоенергетичних установках для ефективного спалювання палива застосовуються різні камери згоряння і топкові пристрої. Для інтенсифікації процесів змішання в них використовуються струменеві течії.

Результати. Швидкість руху повітря в струменях залежить від перепаду тиску на стінках жарової труби камери згоряння або в топковому пристрої. Для великих теплоенергетичних установок (енергетичні блоки), при нормальній їх експлуатації, перспективно застосування одночасно з локальними системами інформаційних обчислювальних машин. На пускових режимах вже тепер доцільно використання керуючих машин. Величина перепаду тиску обмежена, так як від його значення суттєво залежать гідравлічні втрати. Інтенсифікувати процес масообміну можна за рахунок збільшення перепаду тиску, але при цьому ще більше зростає ціна турбулізації, так як доведеться враховувати додаткові витрати енергії на збільшення перепаду тиску. Отже, при такому способі інтенсифікації обов'язково виникне криза способу зміщення, коли за певних умов позитивний ефект від інтенсифікації буде компенсований негативним ефектом додаткових витрат енергії.

У теплоенергетичних установках відцентрові вентилятори застосовуються для подачі повітря в топкові камери котлів, переміщення паливних сумішей в системах пиллоприготування, відсмоктування димових газів і транспортування їх в атмосферу. У теплоенергетичних установках для живлення котлів, подачі конденсату в систему регенеративного підігріву живильної води, циркуляційної води в конденсатори турбін, мережної води в системи теплофікації застосовуються відцентрові насоси.

Для великих теплоенергетичних установок (енергетичні блоки), при нормальній їх експлуатації, перспективно застосування одночасно з локальними системами інформаційних обчислювальних машин. На пускових режимах вже тепер доцільно використання керуючих машин. Величина перепаду тиску обмежена, так як від його значення суттєво залежать гідравлічні втрати. Технічне, господарське та протипожежне водопостачання електричних станцій також ґрунтується на застосуванні відцентрових насосів. На пускових режимах вже тепер доцільно використання керуючих машин. Величина перепаду тиску обмежена, так як від його значення суттєво залежать гідравлічні втрати. При роботі установки в реальних умовах в ній виникають внаслідок недосконалості процесів різні втрати теплоти і роботи: від тертя, від випромінювання в зовнішнє середовище і з інших причин.

Висновки. Подальший еволюційний розвиток теплоенергетичних установок дозволить забезпечити ефективні експлуатаційні показники, та дозволить отримати більшу енергонезалежність.

12. Сучасні погляди на природу блискавки

Антон Маркевич, Михайло Лазаренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Блискавка – електричний розряд між хмарами або між хмарою і землею. Хоча з цим явищем людство знайоме з давніх часів, на даний момент залишаються деякі аспекти, які потребують ретельного вивчення.

Матеріали і методи. У процесі утворення опадів у хмарі відбувається електризація крапель або льодяних частинок. Внаслідок сильних висхідних потоків повітря в хмарі утворюються відокремлені області, заряджені різнойменними зарядами. Коли напруженість електричного поля у хмарі або між нижньою зарядженою областю і землею досягає пробійного значення, виникає блискавка. Блискавки поділяються на лінійні, плоскі, кулясті й чоткові.

Результати. Лінійні блискавки спостерігають часто, а кулясті та точкові – дуже рідко. Блискавки утворюють в атмосфері електромагнітні коливання, так звані атмосферіки, які перешкоджають радіозв'язку, особливо на довгих і середніх хвилях.

Найкраще вивчена лінійна блискавка, яка є іскровим розрядом. Під впливом електричного поля вільні електрони, які завжди є в атмосфері, набувають великої швидкості і при зіткненні з молекулами іонізують їх. Внаслідок цього у повітрі збільшується кількість електронів, які знову розганяються електричним полем і в свою чергу спричиняють іонізацію молекул. У вузькому каналі повітря лавиноподібно збільшується кількість електронів, що рухаються від хмари до землі. Цим іонізованим каналом, як у провіднику, із хмари починають витікати заряди. Виникає т. з. лідер блискавки, який пробігає 50–100 м і зупиняється. Потім він відразу ж відновлюється у тому ж каналі і пробігає ще таку ж відстань. Так триває доки лідер не досягне землі.

Плоска блискавка являє собою тихий розряд у хмарах, коли в них немає достатніх зарядів для утворення лінійної блискавки. Цей вид блискавки не супроводжується гуркотом.

Кульова блискавка – сферичний розряд, який існує в атмосфері певний час. Це здебільшого куля діаметром 10–20 см (але іноді може з'являтися у вигляді груші або яйця), червонуватого світіння, яка повільно рухається у повітряній течії і супроводжується свистячим або шиплячим звуком. Куля може існувати від декількох секунд до декількох днів. Але сам процес зародження блискавки ніхто не бачив, тому ми не можемо сказати справжній вік блискавки. У момент зникнення куля часто вибухає, спричиняючи великі руйнування і залишаючи по собі хмарку, яка має гострий запах сірки. Куля може проходити через вузькі отвори та уникати перепони, тому вона може з легкістю проникнути в будинок.

Чоткова блискавка. Один з найменш вивчених типів блискавки. Являє собою різновид лінійної блискавки, проте частина імпульсів не проявляється та між проявленням кожного нового існує проміжок у часі та просторі. Виглядає як пунктирна лінійна блискавка.

Висновок. Поглиблене вивчення електричних розрядів, які виникають в атмосфері, дає можливість ефективно розробляти системи захисту від руйнівної дії блискавки на житлові споруди, а також захищати життя і здоров'я людей.

20.2. Higher mathematics

**Chairperson– professor Mykhailo Martynenko
Secretary – associate professor Tetiana Zinchenko**

20.2. Вища математика

**Голова – професор Михайло Мартиненко
Секретар – доцент Тетяна Зінченко**

1. Повернення незламного патріота України професора В. Можара до своєї кафедри

Михайло Мартиненко, Володимир Турецький
Національний університет харчових технологій

2 липня 2015 року доленосним рішенням Вченої ради НУХТ кафедрі вищої математики присвоєно ім'я професора Можара Володимира Івановича.

Цій надзвичайно обдарованій, патріотичній особистості присвячена ця доповідь.

Можар Володимир Іванович народився 6.04.1901 р. в с. Березівка, Коростишівського р-ну на Житомирщині в селянській заможній українській сім'ї. Середню освіту здобув у м. Житомирі, де отримав глибокі і фундаментальні знання з усіх предметів, а особливо добре вивчив і вільно володів п'ятьма іноземними мовами. В 1925 р. успішно закінчив Житомирський педінститут і після цього отримав спеціальну математичну підготовку в Київському інституті народної освіти.

В період 1927-30р.р. Можар В.І проходив аспірантський стаж на науково-дослідній кафедрі математики ВУАН під керівництвом М.Кравчука і М.Крилова. Ось як характеризував акад. ВУАН Д.Граве напрямок наукової діяльності В.І. Можара: *«он основательно изучил теорию упругости и занимался решением дифференциальных и интегральных уравнений этой теории, применяя преимущественно методы теории функций комплексного переменного (конформное отображение)»*. Цій тематиці наукових досліджень були присвячені і подальші його роботи.

Аналізуючи тільки ті роботи, які на цей час знайдені, приходиш до висновку, що кафедра вищої математики з першого дня працювала надзвичайно активно, результативно і на високому науково-методичному рівні. Так за період 1930-1934р.р. кафедра підготувала і видала посібники:

1. М. Кравчук, П. Касяненко, С. Кулик, В. Можар, О. Смогоржевський. Вища математика. Посібник для студентів і самоосвіти. У трьох частинах. – К.: Вид-во ВУАН, 1934. – ч.1 – 407с.
2. М. Кравчук, В. Можар. Диференціальні рівняння та їх застосування в природознавстві і техніці. – К. Вид-во ВУАН, 1934 – 184с.

Вони написані педагогами кафедри вищої математики КІЦП, з якою академік ВУАН М.Кравчук тісно співпрацював. Вони вийшли в світ завдяки наполегливій героїчній праці авторів посібників.

Необхідно відмітити, що на той час видавництво ВУАН було найвагомішим і найвпливовішим в науковому світі України. Протягом року воно видавало досить обмежену кількість книг, а тому не кожний ВНЗ мав можливість опублікувати хоча б одну працю за п'ятирічку. Кожна видана ВУАН праця ставала визначною подією, вона ставала класичним науковим еталоном, а її автори – відомими і авторитетними у вітчизняних науково-педагогічних колах. Окрім цього, за тогочасними канонами педагогічну літературу централізовано розсилали по всіх без виключення «вишах» України і вона обов'язково використовувалася в навчальному процесі.

Такий шлях пройшли і книги «Вища математика» і «Диференціальні рівняння...» і ця неординарна подія досить позитивно сприяла росту наукового авторитету молодого КІЦП в Україні. Це була подія Всеукраїнського масштабу.

До речі, за інформацією кафедри, в період з 1931р. по 1934р. єдиними посібниками, виданими КІЦП були названі вище праці і це були україномовні роботи, які вилетіли з методичного гнізда КІЦП на Всеукраїнський педагогічно-студентський простір. Вони,

без сумніву, претендують на визнання їх першими навчальними посібниками, які підготовлені і видані нашим ВНЗ у вказаний період.

Як свідчать архівні документи (статті, доповіді, спогади, слідчі справи) могутнім, невичерпним джерелом титанічного натхнення авторів названих вище робіт були не премії, не нагороди, а їх Світогляд, який нерозривно був переплетений з глибинними духовними прагненнями українського студентства. Їх основною суттю життя і основною метою було забезпечення студентів україномовною математичною літературою, яка на той час була відсутня. Вони постійно і активно творили українську наукову математичну термінологію, впроваджували українську мову в навчальний процес, наполегливо боролися за стабільне функціонування у ВНЗ україномовного середовища. В 33 роки (1934р.) Можар В.І. став професором. Поки що він залишається наймолодшим професором в історії нашого ВНЗ. Успіхи кафедри на всіх напрямках науково-методичної, педагогічної роботи були вражаючими. Але в цей період в Україні почалася активна і жорстока битва «імперської машини» з «українським націоналізмом» і вихід у світ прийнятих до друку праць було припинено.

Критика написаних «націоналістичних» посібників з різних сторін була смертельно нищівною. В цей процес цькування були залучені преса, колективи, громадські організації і інші. Закінчилося тим, що були арештовані ряд математиків, серед яких і всесвітньо відомий акад. М.Кравчук, проф. Можар В.І. В яких умовах знаходився акад. ВУАН і його побратими свідчать сторінки архіву в СБУ. Ось частина звернення відносно перегляду справи: *«...розбитий фізично нічними допитами, зокрема повним позбавленням сну протягом 11 діб, загостренням хвороби серця, заходами прямої фізичної дії; морально на мене діяли криками, стогонами катованих у сусідніх кімнатах. Зламали мене остаточно погрози – у випадку заперечення та відмови взяти на себе нездійснені злочини – заарештувати та знищити мою сім'ю. Заради врятування сім'ї я вирішив обмовити себе, тим паче, як було цілком очевидно, мої обвинувачі самі не вірячи своїм звинуваченням, мали цілковито конкретну мету – зробити з мене злочинця».*

Саме після такого жакливого морального і фізичного гніту, один із перших авторів в Україні посібника курсу «Вища математика» для технологічних інститутів, всесвітньо відомий математик М. Кравчук у своїх протокольних свідченнях слідчим писав: *«Моя тенденція к «самобытности» математической украинской терминологии вела к отрыву украинского научного языка от братского русского...*

Вредительства в эти книги я не вкладывал, и принимаю их вредными по совести не могу. Принимаю их во многих местах мало удовлетворительными, а их язык и терминологию – недостаточно отдаленными от националистических тенденций».

Звернімо ще раз увагу на виправдальні ключові слова академіка: *«Вредительства в эти книги я не вкладывал...»* Але слідча машина кваліфікувала написання україномовних математичних книг, як прояв буржуазного націоналізму, а їх авторам був приліплений ярлик «буржуазних націоналістів». За це передбачалося нажорстокіше покарання.

Хотілось би, щоб ці фрагменти слідчого протоколу пройшли через свідомість нинішнього покоління студентів (і не тільки) і назавжди залишилися в їх пам'яті і свідомості. Вони свідчать про звирячі методи русифікації українського народу державною «імперською машиною». Ці методи були спрямовані на повне фізичне знищення свідомої національної еліти і як свідчення цьому – розстріл проф. В.І. Можара, смерть акад. ВУАН М. Кравчука і інших.

Досить багато фактичного матеріалу знаходиться в слідчій справі В.І. Можара. Наведемо декілька протокольних фрагментів:

– *«Ви обвиняетесь в враждебных действиях против Советской Власти*

– *Враждебных взглядов у меня никогда к Советской власти не было, но иногда возникали сомнения и неудовлетворения, по которым я делал критические замечания в части отдельных вопросов политики партии и их практического осуществления. Я считал, что в пищевом институте им. Микояна, где я работаю, украинизация проводится недостаточно, а темпы коллективизации на селе преувеличены.*

– *Вы являетесь учеником известного националиста М. Кравчука?*

– *Учеником Кравчука я был, но своих националистических взглядов он мне не высказывал.»*

У справі є ряд доносів такого змісту:

– *«На заседании кафедры математики в 1933 году рассматривался вопрос о плохой успеваемости студентов. По предложению Можара была принята резолюция, что одной из причин плохой успеваемости студентов есть плохое их питания.»*

– *«На совете ВТУЗа в 1935 г., где обсуждался вопрос о итогах испытания студентов по русскому и украинскому языкам В.И. Можар сделал националистическое выступление в котором утверждал, что студенты не знают украинского языка, потому что мы не создали украинского окружения, в настоящем смысле этого слова и что надо такое окружение создать.»*

Хотілось би глибше проникнути в суть досить символічного першого фрагменту доносу відповідно до політичної ситуації того часу. Відомо, що навіть найжорстокіший тиран усіх часів і народів Сталін визнав, що Україна в жадливому 1933 р. втратила майже третину населення. Але нікому в той час органи, партія і жорстока цензура не дозволяла не те що в офіційних резолюціях, а навіть у приватних розмовах згадувати про явище голодомору. Всі знали, що любе слово, сказане глашатаєм в підтримку визнання голокосту вело його тільки за міцні двері буцегарні. І ці два речення з доносу «колег» свідчать сьогодні, що чесна, мужня, патріотична позиція Можара В.І. була спрямована на підтримку студентів, захист цінностей українського народу і саме це стало основою для того, щоб накинути на світлу голову професора смертоносний зашморг. 09.11.1937 р. проф. В.І. Можар був розстріляний, а інші автори отримали різні покарання.

Після такої повної фізичної і моральної руйнації колективу кафедри в штат прийшли нові співробітники з іншим світоглядом і творча праця колективу, в силу названих і інших обставин, була приречена на занепад.

На ім'я проф. В. Можара було накладено табу, а в газеті «Центрифуга» від 15 жовтня 1937 року (№ 21) з'явилося прокляття: *«Тричі прокляті наймити фашистів: Кухаренко, Можар та інші викриті органами НКВС, які приклали свою підлу руку, щоб зірвати підготовку високоякісних більшовицьких фахівців. Нарбут».* Це прокляття майже 80 років блукало по коридорах нашого університету і лише зараз, завдяки рішенню ректорату, воно було викурено патріотичним кадилом з нашої хати, а мраморний портрет незламного борця за вільну, щасливу долю українського студентства і народу назавжди зайняв почесне місце на його кафедрі вищої математики.

При відкритті пам'ятної дошки, кафедра вищої математики зустріла свого завідувача «Славнем», де звучали на його честь слова: **«Кафедра! Кафедра! Кафедра! Можара Дух не згаса! Кафедра! Кафедра! Кафедра! Втілення Дум Кравчука!».**

2. Задача про екстремальні значення швидкості та прискорення поршня.

Іван Глущенко, Михайло Мартиненко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Задача про аналіз кінематичних характеристик поршня з надзвичайно навантаженою для оцінки режиму його роботи. В даній роботі досліджуються швидкості і прискорення поршня і встановлюються відповідні зусилля.

Матеріал і методи. На першому етапі знаходиться параметричний закон руху поршня, який виражається через геометричні параметри кривошипно-шатунного механізму у вигляді:

$$\begin{cases} r \cos \alpha + l \cos \beta = x_c; \\ r \sin \alpha - l \sin \beta = b, \end{cases} \quad (1)$$

де r – радіус кривошипа; l – довжина шатуна; x_c – центр поршня; α, β – кут кривошипа і шатуна з горизонтальною віссю.

Зв'язок між змінними α і β встановлено рівністю:

$$\beta = \arcsin \left[\frac{r}{l} \left(\sin \alpha - \frac{b}{2} \right) \right] \quad (2)$$

Підставивши знайдене значення β в рівність для v_c , отримаємо:

$$v_c = -\frac{r\omega_1 \sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \quad (3)$$

В інженерній практиці досліджується швидкість центру поршня в залежності від кута α , яка встановлена у вигляді:

$$v_c = -r\omega_1 \left(\sin \alpha + \frac{\lambda \cos \alpha \left(\sin \alpha - \frac{b}{2} \right)}{\sqrt{1 - \lambda^2 \left(\sin \alpha - \frac{b}{2} \right)^2}} \right) \quad (4)$$

де $\lambda = \frac{r}{l}$.

Прискорення центру поршня знаходиться шляхом диференціювання по часу:

$$w_c = -r\omega_1^2 \left(\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha + \frac{\lambda b}{2} \sin \alpha \right) \quad (5)$$

Шляхом дослідження v_c, w_c методами диференціального числення знаходимо їх екстремальне значення:

$$\max v_c = -r\omega_1 \sin \alpha_0 (1 + \lambda \cos \alpha_0); \quad (6)$$

$$\alpha_0 = \arccos \left(\frac{1}{4\lambda} (\sqrt{1 + 8\lambda^2} - 1) \right) \quad (7)$$

Висновок. В роботі встановлено закон руху поршня, а також його швидкість і прискорення в довільний момент часу. Знайдено їх екстремальне значення.

3. Z- Перетворення і різницеві рівняння другого порядку

Владислав Черняк, Іван Юрик

Національний університет харчових технологій

Вступ. В багатьох областях техніки велике значення мають преривні процеси. При таких процесах проявляють себе тільки деякі дискретні значення функції часу, а не вся її поведінка в цілому. Тому замість функцій потрібно розглядати послідовності, тобто решітчасті функції.

Для дослідження цих процесів використовують Z-перетворення. Це перетворення відіграє для дискретних сигналів і систем таку ж роль, як перетворення Лапласа – для аналогових. В даній роботі ми розглянули різницеві рівняння другого порядку, для якого знайшли загальний розв'язок і побудували розв'язки, які задовольняють ненульовим початковим і крайовим умовам.

Матеріали і методи. На основі теореми про згортку оригіналів знаходимо [1,2] :

$$y_n = \sum_{k=0}^n q_{k-1} f(n-k) + y_0(q_{n+1} + C_1 q_n) + y_1 q_n$$

і у випадку $\alpha_1 \neq \alpha_2$ використовуючи розв'язок (2) отримаємо

$$y_n = \frac{1}{sh\tau} \left(\sum_{k=2}^n a^{k-2} sh\tau(k-1) f(n-k) + y_0 a^n sh\tau(n-1) + y_1 a^{n-1} sh\tau n \right)$$

При застосуваннях, часто буває, що значення невідомої функції $y(n)$, яка визначається різницеvim рівнянням, потрібні не для всіх n , а тільки для скінченного числа індексів $0 \leq n \leq N$. В таких випадках задають значення y_0 і y_N , тобто граничні умови. Внаслідок чого потрібно розв'язати крайову задачу. Отримані розв'язки дають можливість успішно розв'язувати такі задачі.

Результати. Нехай задані граничні значення y_0 і y_N , тоді виразивши y_1 через y_0 і y_N : одержимо точний розв'язок:

$$y_n = \frac{1}{\alpha_1 - \alpha_2} \sum_{k=2}^n (\alpha_1^{k-1} - \alpha_2^{k-1}) f_{n-k} - \frac{1}{\alpha_1 - \alpha_2} \cdot \frac{\alpha_1^n - \alpha_2^n}{\alpha_1^N - \alpha_2^N} \sum_{k=2}^n (\alpha_1^{k-1} - \alpha_2^{k-1}) f_{N-k} + \frac{1}{\alpha_1^N - \alpha_2^N} (y_0 (\alpha_1^N \alpha_2^n - \alpha_1^n \alpha_2^N) + y_N (\alpha_1^n - \alpha_2^N)).$$

Висновки. Одержаний розв'язок має зміст тільки в тому випадку, коли $\alpha_1^N - \alpha_2^N \neq 0$, і для всіх n , для яких $2 \leq n \leq N$. Правильний результат отримаємо також для $n=0$ і $n=1$, якщо тільки першу суму для $n=0$ і $n=1$ замінити нулем. Якщо дана довжина проміжку N так зв'язана з сталими, які входять в різницеve рівняння, що $\alpha_1^N - \alpha_2^N = 0$, то крайова задача взагалі не має розв'язку. В цьому випадку виникають власні числа і власні розв'язки, які також важливі для практики, але ми не маємо можливості на них зупинятися.

Література.

1. М.А. Мартиненко, І.І. Юрик. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення. – К.: Видавничий Дім "Слово", 2014. – 296 с.
2. А.О. Повзик, І.І. Юрик *Дискретне перетворення Лапласа і різницеві рівняння Ukrainian Food Journal*, v.1, №1, 2012, с.91-93.

4. Визначення траєкторії руху електрона в електромагнітному полі

Пам'яті професора В.Можара

Владислав Жадоренко, Микола Медведєв
Національний університет харчових технологій

Вступ. При русі електрона в електромагнітному полі на нього діють сили як зі сторони електричного, так і магнітного полів, які визначаються рівняннями класичної фізики.

Матеріали і методи. Розглядається рух електрона, що летить без початкової швидкості у рівномірному електричному полі, коли нормально до цього поля діє рівномірне магнітне поле. Для визначення траєкторії руху електрона застосовується система диференціальних рівнянь другого порядку.

Результати. Якщо в однорідному магнітному полі напруги H міститься провідник завдовжки l , по якому тече струм i , то на цей провідник діє з боку поля механічне зусилля $F = iHl \sin \varphi$, де φ - кут між віссю провідника та напрямом силових ліній магнітного поля.

Позначивши через v швидкість електрона, будемо мати $i \cdot l = \frac{l}{t} \cdot e = e \cdot v$. Враховуючи це, будемо мати силу, яка діє на електрон в магнітному полі $F = Hev \sin \varphi$. Спрямуємо вісь Ox у напрямку дії електричного поля E . Вісь Oz - у напрямі магнітного поля H і розглянемо рух електрона, що міститься в момент $t = 0$ в початку координат. Проекції електричної напруги E на координатні осі будуть: $E_x = E, E_y = E_z = 0$, а проекції сили, що діє на електрон з боку електричного поля e : $E_x \cdot e = E \cdot e, E_y \cdot e = E_z \cdot e = 0$. Проекції магнітної напруги поля H на координатні осі будуть $H_x = H_y = 0, H_z = H$, а проекції механічної сили, що діє на електрон e

$$F_x = eH \cdot \frac{dy}{dt},$$
$$F_y = -eH \cdot \frac{dx}{dt}, F_z = 0.$$

Диференціальні рівняння руху електрона матимуть вигляд:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = e \cdot E + eH \frac{dy}{dt};$$
$$m \frac{d^2y}{dt^2} = -eH \frac{dx}{dt}.$$

Розв'язуючи цю систему із врахуванням початкових умов, матимемо

$$x = \frac{mE}{eH^2} \left(1 - \cos \frac{eH}{m} t \right);$$
$$y = \frac{mE}{eH^2} \left(\frac{eH}{mt} - \sin \frac{eH}{m} t \right).$$

Висновок. Траєкторія руху електрона в електромагнітному полі, що розглядається, є циклоїда.

Література.

М. Кравчук, В. Можар Диференціальні рівняння та їх застосування в природознавстві та техніці. Вид-во Всеукраїнської академії наук., 1934 р.

5. Задача про капіталовкладення

Андрій Куник, Володимир Сафонов

Національний університет харчових технологій

Вступ. При розв'язанні виробничих задач широко використовуються як класичні, так і сучасні математичні методи. При цьому теорія матричних ігор являє собою математичний апарат, застосування якого в багатьох випадках є досить ефективним.

Матеріали і методи. Часто розглядаються скінченні ігри, тобто у кожного гравця є лише скінченна множина стратегій. Тоді значення функції виграшів є елементами деякої матриці, яку називають платіжною матрицею, а таку гру-матричною грою. Якщо точний розв'язок матричної гри виявляється громіздким, то можна обмежитися наближеним розв'язком. Для цього доцільно використати метод ітерацій.

В основі метода ітерацій лежить припущення, що гра складається з великої кількості партій та гравці вибирають свої чисті стратегії в наступній партії, керуючись накопиченим досвідом вже зіграних партій, причому обґрунтовано розуміють, що партнер і надалі буде здійснювати так, як він здійснював до цього моменту. Якщо кожний гравець має єдину оптимальну мішану стратегію, то при необмеженому збільшенні числа партій наближені мішані стратегії прямують до оптимальних стратегій гравців, а середній виграш-до ціни гри.

Результати. Керуючись методами теорії матричних ігор, знайдемо наближений розв'язок однієї практичної задачі-задачі про капіталовкладення.

Отже нехай дві галузі виробництва здійснюють капіталовкладення в чотири об'єкти. Враховуючи різні особливості вкладень та місцевих умов прибуток першої галузі в залежності від обсягу фінансування виражається елементами матриці:

$$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 4 & -1 & 2 \\ -1 & 1 & 4 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Для спрощення ситуації вважатимемо, що прибуток першої галузі дорівнює збитку другої галузі. Потрібно знайти оптимальні стратегії цих галузей. Щоб уникнути громіздкості точного розв'язку задана задача зведена до матричної гри і після цього розв'язана наближено методом ітерацій Брауна-Робінсона.

Після двадцяти ітерацій підраховано, скільки разів гравці використовували кожен із своїх чистих стратегій та визначено ймовірності використання гравцями цих стратегій.

Таким чином, наближеними оптимальними мішаними стратегіями гравців будуть: $p^* \approx (0,6; 0,1; 0,3)$ та $q^* \approx (0,3; 0,4; 0,3)$.

Наближене значення ціни гри таке: $v \approx v_{20}^{cp} \cdot (v'_{20} + v''_{20}) = \frac{49}{20} = 2,45$.

Висновки. Остаточно, для задачі, що розглядається, маємо: $p^* \approx (0,6; 0,1; 0,3; 0)$, $q^* \approx (0,3; 0,4; 0,3; 0)$, $v \approx 1,45$.

6. Застосування диференціальних рівнянь в економічних моделях

Денис Рабошук, Олена Радзієвська

Національний університет харчових технологій

Вступ. Неможливо уявити собі сучасну науку без широкого застосування математичного моделювання. Сутність цієї методології полягає в заміні вихідного об'єкта його «образом» - математичною моделлю.

Матеріали і методи. Методологія математичного моделювання бурхливо розвивається, охоплюючи все нові сфери - від розробки технічних систем і управління ними до аналізу найскладніших технологічних, економічних і соціальних процесів. Важливим елементом більшості математичних моделей є диференціальні рівняння. Розглянемо застосування диференціальних рівнянь в економіко-математичному моделюванні.

Результати . Зростання суспільного добробуту. Модель Золотаса. Відомий грецький економіст К. Золотас висловив гіпотезу, згідно якої виробництво більшої кількості товару не обов'язково веде до покращення життя. Він розглядає два фактори, які діють з більшою або меншою відносною інтенсивністю в залежності від вже досягнутого рівня суспільного добробуту. Перший фактор є стимулюючим розвиток, другий – стримуючим. Якщо позначити рівень суспільного добробуту в цілому через W , а через A – критичну точку, то стримуючим фактором буде $(A-W)$, а стимулюючим фактором: KW ($K>0$). При такому підході динаміка рівня суспільного

добробуту визначається диференціальним рівнянням виду: $\frac{dW}{dY} = KW(A-W)$, де $Y = Y(t)$ – прибуток на душу населення. Це диференціальне рівняння трактується як модель Золотаса.

Модель «витоку розуму».

Нехай $y(t)$ - чисельність спеціалістів в якій-небудь галузі. Швидкість зростання чисельності спеціалістів визначається наступними факторами: по-перше, самою чисельністю цих спеціалістів, по-друге, чим більше спеціалістів, тим складніше їм знайти гарну роботу, а по-третє – частина спеціалістів може змінювати область. Враховуючи ці фактори можна отримати диференціальне рівняння:

$\frac{dy}{dt} = ay(1-y) - Q$, де величина Q характеризує масштаб «витоку розуму». Задача

полягає в знаходженні динаміки чисельності спеціалістів в галузі, яка розглядається.

Модель мобілізації. Під терміном «політична» або «соціальна мобілізація» розуміють втягнення людей в політичну партію або ряди її прибічників, участь в якому-небудь суспільному русі, збільшення кількості вкладників якої-небудь фінансової піраміди, розповсюдження епідемії тощо. Враховуючи те, що поточний рівень мобілізації тісно пов'язаний з минулим рівнем, а приріст кількості втягнутих залежить від сьогоденних успіхів компанії, отримуємо наступне диференціальне

рівняння: $\frac{dy}{dt} = \alpha(1-y) - \beta y$, $\alpha, \beta > 0$, де y - частка втягнутих (від усього населення), α - коефіцієнт успішності агітаційної компанії, β - коефіцієнт вибуття

(розчарованих). Задача полягає в знаходженні $y(t)$.

Висновки. Математичні моделі дозволяють розв'язувати багато складних задач практичного спрямування.

7. Застосування диференціальних рівнянь в дослідженні різноманітних процесів

Анна Литвин, Анатолій Богатирчук

Національний університет харчових технологій. Київ, Україна

Вступ. У різних сферах діяльності людини виникає багато задач, які зводяться до розв'язування диференціальних рівнянь. А саме, деякий процес — фізичний, хімічний, біологічний, економічний описується за допомогою математичної моделі у вигляді диференціального рівняння в тому розумінні, що воно описує перебіг цього процесу.

Матеріали та методи. В середовищі Mathcad є набір вбудованих програм, за допомогою яких легко розв'язуються певні типи диференціальних рівнянь. Але іноді виникає потреба мати аналітичний розв'язок диференціального рівняння, яке описує даний процес.

Результати та обговорення. Ми розв'язуємо лінійне диференціальне рівняння другого порядку зі спеціальною правою частиною.

Нехай деякий процес описується диференціальним рівнянням (1) з заданими початковими умовами (2)

$$ay'' + by' + cy = f(x), \quad (1)$$

$$y(x_0) = y_0, y'(x_0) = y_1, \quad (2)$$

де a, b, c – задані константи, $f(x)$ – задана функція, (x_0, y_0) – задана точка, y_1 – початкове значення y' .

Спочатку за допомогою програмного блоку Mathcad знаходимо загальний розв'язок $\overline{y(x)}$ однорідного диференціального рівняння, яке відповідає неоднорідному диференціальному рівнянню (1).

Далі, стандартними методами, але з використанням Mathcad, в залежності від виду правої частини рівняння (1) знаходимо частинний розв'язок $y^*(x)$ неоднорідного рівняння (1). Отже, загальний розв'язок рівняння (1) в аналітичному вигляді буде сумою знайдених розв'язків.

Приклад. Розв'яжемо диференціальне рівняння

$$y'' + 4y' - 5y = x^3 + 2x^2 - 3x - 4 \quad (3)$$

з початковими умовами

$$y(0) = 5, y'(0) = 4. \quad (4)$$

За допомогою програмного блоку Mathcad знаходимо загальний розв'язок $\overline{y(x)}$ однорідного диференціального рівняння, яке відповідає неоднорідному диференціальному рівнянню (3) тобто,

$$\overline{y(x)} = C_1 e^x + C_2 e^{-5x}. \quad (5)$$

Далі, виконавши послідовність вказаних кроків, отримуємо частинний розв'язок в аналітичному вигляді

$$y(x) = 16e^x/3 + 107e^{-5x}/1875 - x^3/5 - 22x^2/25 - 131x/125 - 244/625 \quad (6)$$

Висновок. Результати доцільно використовувати при дослідженні реальних технологічних процесів. Таким чином, в деяких випадках ми маємо можливість отримати аналітичний розв'язок даного диференціального рівняння.

8. Один із можливих підходів до знаходження найбільшого і найменшого значень функції

Лаура Овакімян, Олексій Зінкевич

Національний університет харчових технологій

Вступ. Традиційна схема знаходження найбільшого і найменшого значень функції може ускладнитися уже при знаходженні похідної. Цю складність можна обійти, якщо застосувати інші підходи. Наведемо один з них.

Матеріали і методи. Використані поняття вектора на площині, скалярного добутку двох векторів.

Результати. Відомо, що скалярний добуток векторів $\vec{r}_1 = (\alpha_1; \beta_1)$ і $\vec{r}_2 = (\alpha_2; \beta_2)$ визначається за формулою: $\vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = |\vec{r}_1| |\vec{r}_2| \cos \varphi$, де φ – кут між векторами.

Так як $-1 \leq \cos \varphi \leq 1$, то справедлива подвійна нерівність

$$-|\vec{r}_1| |\vec{r}_2| \leq \vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 \leq |\vec{r}_1| |\vec{r}_2|.$$

Знак рівності досягається, якщо вектори колінеарні, причому $\vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = |\vec{r}_1| |\vec{r}_2|$, якщо вектори співнапрямлені, і $\vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 = -|\vec{r}_1| |\vec{r}_2|$, якщо вони протилежно напрямлені.

У координатній формі ми отримаємо наступну подвійну нерівність:

$$-\sqrt{\alpha_1^2 + \beta_1^2} \sqrt{\alpha_2^2 + \beta_2^2} \leq \alpha_1 \alpha_2 + \beta_1 \beta_2 \leq \sqrt{\alpha_1^2 + \beta_1^2} \sqrt{\alpha_2^2 + \beta_2^2}$$

Відомо також, що колінеарні вектори пов'язані співвідношенням $\vec{r}_1 = \lambda \vec{r}_2$ або у вигляді координат

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2}.$$

Скористаємося цими фактами для знаходження найбільшого значення функції

$$y = \sqrt{5-x} + \sqrt{x+8}.$$

Очевидно, ця функція визначена і неперервна на відрізку $[-8; 5]$, отже, вона досягає на ньому свого найбільшого і найменшого значень. Введемо в розгляд вектори $\vec{r}_1 = (\sqrt{5-x}; \sqrt{x+8})$; $\vec{r}_2 = (1; 1)$.

$$\begin{aligned} \text{Тоді} \quad |\vec{r}_1| &= \sqrt{5-x+x+8} = \sqrt{13}; \quad |\vec{r}_2| = \sqrt{1+1} = \sqrt{2}; \\ \vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 &= \sqrt{5-x} + \sqrt{x+8} \leq |\vec{r}_1| |\vec{r}_2| = \sqrt{26}. \end{aligned}$$

Знак рівності досягається, коли вектори \vec{r}_1 і \vec{r}_2 колінеарні і співнапрямлені. Це можливо, якщо $\frac{\sqrt{5-x}}{1} = \frac{\sqrt{x+8}}{1}$; $5-x = x+8$, $x = -\frac{3}{2}$.

$$\text{Отже,} \quad y_{\text{найб.}} = y(-3/2) = \sqrt{26}.$$

$$\text{Знайдемо найменше значення} \quad y_{\text{найм.}} = y(-8) = y(5) = \sqrt{13}.$$

Висновок. Знайдено найбільше значення функції без знаходження похідної функції.

9. Проблеми застосовності методу найшвидшого спуску для багатовимірної оптимізації

Юлія Сухом'ясова, Тетяна Зінченко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Для знаходження оптимального розв'язку багатовимірної функції часто застосовують метод найшвидшого спуску. Наприклад, для аналізу функцій багатofакторної регресії при центральному композиційному плануванні експерименту.

Методи. В загальному випадку розглядається задача безумовної оптимізації функції:

$$f^* = \min_{\vec{x} \in R^n} f(\vec{x}), \quad \vec{x}^* = \operatorname{argmin}_{\vec{x} \in R^n} f(\vec{x}),$$

де $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ – n – вимірна точка простору R^n .

Метод найшвидшого спуску є ітераційним. На кожній ітерації крок зміни вектора $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ вибирається за правилом пропорційності антиградієнту:

$$\vec{x}^{(i+1)} = \vec{x}^{(i)} + \alpha_i \cdot \vec{d}^{(i)}, \quad i = \overline{0, n},$$

$$\vec{d}^{(i)} = -\nabla f(\vec{x}^{(i)}) \quad \text{або} \quad \vec{d}^{(i)} = -\frac{\nabla f(\vec{x}^{(i)})}{\|\nabla f(\vec{x}^{(i)})\|},$$

$$\nabla f(\vec{x}) = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}; \frac{\partial f}{\partial x_2}; \dots; \frac{\partial f}{\partial x^n} \right) - \text{градієнт функції } f(\vec{x}),$$

α_i – коефіцієнти, що вибираються за певними правилами.

Результати. Метод найшвидшого спуску гарантує збіжність до точки локального екстремуму для суттєво вгнутих (опуклих) функцій. Знайдену точку екстремуму варто проаналізувати, чи є насправді функція в деякому ε – околі цієї точки строго вгнутою (опуклою).

Якщо функція не має єдиного чітко вираженого локального екстремуму, і швидкість зміни функції в різних напрямках істотно розрізняється, то кажуть, що функція має яружний характер.

Методи градієнтного спуску є дуже повільними в яружних умовах, що суттєво сповільнює збіжність. В таких випадках важливо правильно сформулювати критерій визначення яружного напрямку. При цьому на деяких ітераціях є доцільною зміна напрямку найшвидшого спуску на напрямок яружності. Щоб розв'язати цю проблему, можна, наприклад, дві ітерації виконувати за правилом антиградієнта, а потім, отримавши три точки, третю ітерацію виконати в напрямку вектора, що з'єднує першу і третю точку, вздовж яружності.

Крім того, наявність яружного характеру функцій необхідно враховувати при визначенні критерію зупинки алгоритму пошуку оптимальної точки.

Досліджуються і пропонуються певні способи визначення таких ситуацій для коригування алгоритмів пошуку оптимальних рішень.

Висновок. Застосовуючи ітераційні методи знаходження оптимального розв'язку багатовимірної задачі, необхідно з'ясувати наявність яружних ситуацій і враховувати це в алгоритмах оптимізації.

10. Диференціальні моделі в економіці. Модель Харрода – Домара.

Анастасія Грибчук, Аліна Демиденко, Ольга Островська
Національний університет харчових технологій

Вступ. Диференціальне рівняння, одержане у процесі дослідження деякого реального явища або процесу, називають диференціальною моделлю цього явища, процесу.

Матеріали і методи. Модель Харрода – Домара. Модель описує динаміку доходу $Y(t)$, що розглядається як сума споживання $C(t)$ та інвестицій $I(t)$. Економіка вважається закритою, тому чистий експорт дорівнює нулю, а державні витрати в моделі окремо не виділяються. Основна складова моделі зростання економічного потенціалу – формула взаємозв'язку між інвестиціями та швидкістю зростання доходу, яка покладається пропорційною інвестиціям: $I(t) = B \times \frac{dY(t)}{dt}$, де B – коефіцієнт капіталоємності приросту доходу, або приростної капіталоємності (зворотна йому величина $1/B$ називається приростною капіталовіддачею).

Тим самим у модель фактично включаються такі передумови: інвестиційний лаг дорівнює нулю; інвестиції миттєво переходять у приріст капіталу. Формально це означає, що $\Delta K(t) = I(t)$, де $K(t)$ – неперервна функція приросту капіталу в часі, коли: вплив капіталу відсутній; виробнича функція в моделі лінійна, що впливає з пропорційності приросту доходу приростові капіталу: $dY(t) = \frac{1}{B} K(t) dt$

Лінійна виробнича функція: $Y(t) = \alpha L(t) + bK(t)$, де $b = \frac{1}{B}$ має цю властивість у тому випадку, коли або $\alpha = 0$, або $L(t) = const$.

Найпростіший варіант моделі виходить, якщо вважати $C(t) = 0$. Цей випадок абсолютно нереалістичний з практичної точки зору, проте в ньому все ресурси спрямовуються на інвестиції, в результаті чого можуть бути визначені максимальні технічно можливі темпи зростання. В цьому випадку отримуємо:

$$Y(t) = C(t) + I(t) = 0 + \frac{BdY}{dt} = BY'(t),$$

де $Y(t)$ - динаміка доходу, $C(t)$ – сума споживання, $I(t)$ – інвестиції.

Це лінійне однорідне диференціальне рівняння, і його розв'язок має вигляд $Y(t) = Y(0)e^{\frac{t}{B}}$. Неперервний темп приросту тут дорівнює $1/B$ і є максимально можливим (технологічним).

Висновок. Таким чином, в модель фактично включаються такі передумови: інвестиційний лаг дорівнює нулю, так як інвестиції миттєво переходять в приріст капіталу; вибуття капіталу відсутнє; виробнича функція в моделі лінійна, що впливає з пропорційності приросту доходу приросту капіталу; витрати праці постійні в часі або випуск не залежить від витрат праці, оскільки праця не є дефіцитним ресурсом; технічний прогрес не приймається в розрахунок.

11. Джон Валліс - один із засновників математичного аналізу

Олена Балабушка, Володимир Листопад

Національний університет харчових технологій

Відомий англійський математик, один із засновників та перших членів Лондонського королівського товариства, народився 23-го листопада 1616-го року в Ешфордї (графство Кент) в родині священика. Початкову та середню освіту отримав у приватних школах. Закінчив богословський факультет Кембриджського університету, після закінчення якого був домашнім священиком в багатих дворянських сім'ях, спочатку в Кембриджі, а з 1643-го року в Лондоні. Математику почав вивчати самостійно в студентські роки та продовжував займатися нею в часи дозвілля.

З 1645-го року в Лондоні почали збиратися конференції вчених-природознавців. Валліс приймав участь в цих конференціях як математик. В 1660-му році з гуртка вчених, в якому приймав участь Валліс, утворилося Лондонське Королівське товариство.

В 1649-му році Валліс був запрошений в Оксфорд очолити кафедру геометрії. Цю посаду він займав до кінця свого життя, виконував також почесні обов'язки хранителя Оксфордського університетського архіву.

Валліс - перший англійський математик, який почав займатися аналізом нескінченно малих. Його головна наукова праця – «Арифметика нескінченних» (1656) - зіграла важливу роль в розвитку інтегрального числення. В ній Валліс незалежно від французьких математиків П. Ферма та Ж. Роберваля фактично обчислив визначені інтеграли від степенів з будь-якими раціональними показниками та деяких інших алгебраїчних функцій. Він першим з математиків 17-го століття розглядав визначений інтеграл як границя відношення числових послідовностей незалежно від поняття площі.

В 1655-му році вчений отримав формулу для знаходження числа π :

$$\frac{\pi}{2} = \prod_{n=1}^{\infty} \frac{(2n)^2}{(2n-1)(2n+1)}$$

Ця формула носить його ім'я, вона мала значення як один із перших прикладів нескінченних добутків.

В «Трактаті з алгебри» (1685) міститься ідея геометричного представлення комплексних чисел, викладені важливі властивості періодичних дробів, окремі розділи присвячені наближеним обчисленням, логарифмам, біному Ньютона.

В «Міркуваннях про з'єднання» (1685) Валліс знайшов суму та число дільників даного натурального числа; вперше відзначив, що так званий логарифмічний ряд можна застосовувати лише при $|x| < 1$.

В своїх дослідженнях Валліс не дає повних доведень, справедливості всіх його багаточисленних та найважливіших результатів була строго доведена пізніше.

Помер Джон Валліс 28 жовтня 1703 року в Оксфордї, похований там же в церкві Святої Марії.

Прижиттєве зібрання творів вченого вийшло в 1693-1699 рр.

12. Метод вирівнювання для вибору емпіричної формули та обробки статистичних даних

Ольга Мазяр, Оксана Мулява

Національний університет харчових технологій

Вступ. При обробці статистичних даних $(x_i; y_i)$, $(i=1, \dots, n)$ якщо не відомий зв'язок між змінними y та x , виникає практично важлива задача побудови емпіричної формули $\bar{y} = \bar{f}(x)$, значення якої при $x = x_i$ якомога мало б відрізнялося від дослідних даних y_i . Перевага віддається простим формулам, які мають достатню точність.

Методи. Побудова емпіричної формули складається з двох етапів:

- 1) з'ясування загального виду цієї формули;
- 2) вибір найкращих її параметрів.

При цьому використовуються методи інтерполяції, апроксимації та перетворення системи координат.

Результати. Нехай статистичні дані такі, що точки $M(x_i; y_i)$, $(i=1, \dots, n)$ розташовуються на прямій лінії, тоді, вводячи нові змінні

$$X = \phi(x; y); Y = \psi(x; y), \quad (1)$$

можна добитися того, що перетворені точки $N_i(X_i; Y_i)$, де $X_i = \phi(x_i; y_i)$ і $Y_i = \psi(x_i; y_i)$ знаходилися б на деякій прямій лінії площини OXY . Обов'язковою вимогою при цьому методу вирівнювання є взаємна однозначність перетворення (1).

Наприклад, для нелінійної залежності виду

$$\psi(y) = a\phi(x) + b, \quad (2)$$

де a і b сталі, функції $\phi(x)$ і $\psi(y)$ повинні бути строго монотонними.

Вводячи нові змінні $X = \phi(x)$ і $Y = \psi(y)$, будемо мати $Y = aX + b$. І тому при наявності залежності (2), точки $N_i(\phi(x_i), \psi(y_i))$ на новій координатній площині OXY розташовуються на прямій лінії. І навпаки, якщо при побудові на площині OXY виявиться, що точки N_i практично лежать на прямій лінії, то між змінними Y та X має місце залежність (2).

Функції $\phi(x)$ та $\psi(y)$ зазвичай знаходяться методом спроб на основі виявлення схожості лінії (2) з відомими кривими або перевіркою виконання відповідних аналітичних критеріїв, які наводяться в роботі.

Висновок. Наведені прості необхідні аналітичні умови для існування емпіричних залежностей, які суттєво полегшують обробку та аналіз статистичних даних. Емпіричні формули не претендують на роль законів природи, а являються лише гіпотезами, які більш або менш узгоджуються з дослідними даними, що спостерігаються. Але значення їх особливо важливе; в історії науки відомі багаточисельні приклади того, коли отримання вдалої емпіричної формули приводило до великого наукового відкриття

Література. Б.П. Демидович, И.А. Барон. Основы вычислительной математики. Физматгиз, М. 1960 г.

13. Теорія чисел та криптографія

Артем Трущ, Оксана Ніколаєва

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Досить проблематично виконувати звичні дії з числами, які мають у своєму позначенні сотні цифр, порівняно з невеликими числами. Предметом вивчення теорії чисел є створення ефективних алгоритмів роботи з числами різного порядку. Практичного використання більшість теорем теорії чисел набули лише останні тридцять років. Багато в чому це відбулося завдяки бурхливому розвитку інформаційних технологій, сучасній криптографії та криптоаналізу. Криптографія – це наука, яка вивчає методи перетворення інформації з метою її захисту від тих, кому ця інформація не призначена.

Матеріали і методи. Використані такі поняття, як НСД двох чисел, функція Ейлера, лінійне представлення НСД, поняття теорії конгруенцій.

Результати. В сучасних умовах у багатьох випадках користуються кодами з назвою «система шифрування з відкритим ключем». Такі системи були введені в 1976 р. ученими Стенфордського та (незалежно) Каліфорнійського університетів. З них широко використовують найбільш відому систему RSA (1978 р., Rivest, Shamir, Adleman), яка базується на теорії простих чисел. В її основі лежать операції, які легко виконуються в одному напрямку і складно – у зворотному. Наприклад, легко знайти, що $17 \cdot 19 = 323$. Визначити ж, що число 323 має множниками лише числа 17 і 19 значно складніше.

Отже, для реалізації системи RSA необхідно мати два великих простих числа p та q : для кодування повідомлень за допомогою RSA користуються числом $n = pq$, а для декодування шифровки RSA потрібно знати числа p та q . На практиці числа p та q це випадкові прості великі числа, які знищуються після формування числа $n = p \cdot q$ та чисел l та d , які є відповідно відкритим та секретним ключем. Далі обчислюємо Функцію Ейлера $\phi(n) = (p-1)(q-1)$. Візьмемо довільне $1 \leq l < \phi(n)$ таке, що $\text{НСД}(l, \phi(n)) = 1$. За розширеним алгоритмом Евкліда існує єдине $1 \leq d < \phi(n)$ таке, що $d \cdot l + y\phi(n) = 1$.

Шифрування повідомлення x здійснюється за формулою $RSA(x) = x^l \pmod{n} = c$, тобто знаходять остачі від ділення x^l на n . Для розшифрування використовують секретний ключ шифру d та формулу $x = c^d \pmod{n}$.

Висновки. Криптосистема RSA є асиметричною системою, що використовує відкритий та закритий ключі. Ця система використовується для цифрового підпису, коли велика кількість суб'єктів (N) повинна спілкуватися за схемою усі-з-усіма. У разі симетричної схеми шифрування кожен із суб'єктів якимось чином повинен доставити свої ключі всім іншим учасникам обміну, при цьому сумарне число ключів, що використовуються, буде досить велике при великому значенні N . Застосування асиметричного алгоритму вимагає лише розсилки відкритих ключів усім учасниками, сумарне число ключів одне N .

Література.

1. А.Й. Стрельченко, Н.Н. Стрельченко. Цілі числа: Навчальний посібник. – Харків: НТУ "ХП", 2012. –140 с.
2. Н. Коблиц. Курс теории чисел и криптографии. – М. Научное изд-во ТВП, 2001. - 254 с.

14. Математика і музика

Анастасія Царенко, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Музика і математика тісно пов'язані. Музика прямо вважалася частиною математики, а ще точніше, розділом теорії чисел. Багато відомих математиків намагалися висловити красу музики за допомогою чисел.

Матеріали і методи. Дослідженню музики присвячували свої роботи багато відомих математиків: Рене Декарт, Готфрід Лейбніц, Християн Гольдбах, Жан Д'Аламбер, Леонард Ейлер, Данило Бернуллі. Перша праця Рене Декарта - "Compendium Musicae" ("Трактат про музику"), перша велика робота Леонарда Ейлера – «Дисертація про звук». Ця робота 1727 року починалася словами: «Моєю кінцевою метою в цій праці було те, що я прагнув представити музику як частину математики і вивести в належному порядку з правильних підстав все, що може зробити приємним об'єднанням і змішуванням звуків». Лейбніц в листі Гольдбаху пише: «Музика є прихована арифметична вправа душі, що не вміє рахувати». І Гольдбах йому відповідає: «Музика - це прояв прихованої математики». **Результати.** Першим, хто спробував висловити красу музики за допомогою чисел, був Піфагор. В XVII столітті французький філософ, фізик, математик Марен Мерсен в трактаті «Істина наук проти скептиків або піроніків» також розглядав музику як галузь математики. Піфагор був не лише математиком і філософом, а й теоретиком музики. Він займався пошуками музичної гармонії, оскільки вірив у те, що така музика необхідна для очищення душі і лікування тіла і здатна допомогти розгадати будь-яку таємницю. За допомогою чаші з водою і однострунної арфи він вивчив взаємозв'язок між рівнем води і довжиною струни і виявив, що половина довжини струни піднімає ноту на одну октаву вгору.

В основі музичної гамми лежить винахід, за який належить Піфагору. Існує припущення, що Піфагорів лад - його гаму - удосконалив Архит, але і в античній Греції, і в епоху Відродження гаму з восьми звуків називали Піфагора діатонічною гамою.

Піфагорова теорія музики досягла навіть небес. Піфагор поділяв уявлення про сферичності світобудови і при цьому першим назвав Всесвіт «космосом». Пізніше він захопився ідеєю «музики сфер», прагнучи пов'язати консонантні (гармонійні) звуки з планетарними сферами. Він виходив з того, що інтервал в просторі між планетами - той же, що і шкала висоти музичного звуку. Кожна планета, рухаючись з постійною швидкістю, проходить певну відстань, створюючи звук. У міру того як відстань планет від центру збільшується, а обертання планет прискорюється, звук стає вище. Саме так Піфагор уявляв собі музику, яка звучить по всьому Всесвіті.

Піфагор стверджував, що «музика дуже благотворно діє на здоров'я. Якщо займатися нею належним чином». Філософ не тільки відкрив цілий ряд музичних ефектів, але і знайшов їм практичне застосування в навчанні та медицині.

Висновок. Дослідження зв'язку музики та математики почалось дуже давно але до сьогодні існує дослідження в цьому напрямку не закінченні і мають великі перспективи на майбутнє.

15. Застосування можливостей оригамі для вирішення геометричних задач на побудову

Наталія Ярош, Вікторія Романенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Одним із розділів математики є геометрія. З геометричними фігурами різної форми та розмірів ми стикаємося кожного дня. Оригамі знайомить з усіма геометричними об'єктами і полегшує вивчення курсу геометрії. Вивчення перетворень квадратного аркуша паперу, можливо, один із найбільш цікавих шляхів створення образів плоских і об'ємних фігур.

Матеріали і методи. До вивчення геометрії потрібно підходити з хорошою базою знань. Вміти читати креслення, знати основні геометричні фігури. Як мені здається - найскладнішою проблемою у розумінні геометрії залишається проблема просторового мислення, яка пов'язана з практичною діяльністю і застосуванням принципу наочності. В геометрії багато схожого з художнім сприйняттям. Саме оригамі дозволяє створити образну наочну модель евклідової геометрії. Тут об'єктом безпосередніх перетворень є реальна ситуація. Крім цього, даний метод є корисним заняттям.

Результати. На наш погляд, використовувати технології оригамі для вирішення завдань конструктивної геометрії можливо. Це допомагає реалізувати принцип наочності в навчанні, сприяє розширенню кругозору, прищеплює любов до предмету, формує навички дослідницької діяльності. А також дає можливість знайти рішення легендарних задач на побудову, ще не розв'язаних за допомогою циркуля і лінійки, підкреслює широту можливостей оригамі, значущість використовуваних нею методів.

Оригамі знайомить з усіма геометричними об'єктами і полегшує вивчення курсу геометрії.

На підставі всіх даних дослідження можна зробити висновок: оригаметрія виконує роль ілюстрації рішень геометричних задач. Оригаметрія - це поєднання оригамі та геометрії, яке містить у собі оригінальність іншого підходу до геометричних задач: задачі розв'язуються тільки методом перегину паперу.

1. Основні поняття: точка, перегин, аркуш, який не має меж. У літературі можна зустріти, що до основних понять відносять квадратний аркуш паперу. Однак зауважимо, що в ідеалі можна розглядати аркуш паперу нескінченним (як і площина), а перегини дозволяють нам побудувати як квадрат, так багато інших фігур.

2. Роль точок відіграють вершини кутів аркуша паперу й точки перетину слідів (ліній) перегину між собою та з краями аркуша.

3. Роль прямих відіграють краї аркуша паперу та сліди (складки, ліфі) перегинів, які утворюються його складанням.

Висновок. Таким чином, використовувати технології оригамі для вирішення завдань конструктивної геометрії можливо. Це допоможе реалізувати принцип наочності в навчанні, сприятиме розширенню кругозору, прищеплювання любові до предмету, формувати навички дослідницької діяльності, а значить, буде забезпечувати підвищення якості освіти. Можливість знайти рішення легендарних задач на побудову, ще не розв'язаних за допомогою циркуля і лінійки, підкреслює широту можливостей оригамі, значущість використовуваних нею методів. Дана дослідницька робота ставить перед собою перспективу розробити проект, за допомогою якого можна буде застосовувати оригамі на дисциплінах з математики.

16. Штучний інтелект

Розалія Постолатій, Світлана Гузенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Найвідоміші вчені минулого та сьогодення досліджують проблему штучного інтелекту під різними назвами, проте всі їхні праці об'єднало одне: довести істинність знання, та описати розумову діяльність людини за допомогою алгоритмів математики та логіки.

Матеріали і методи. Уперше термін штучний інтелект (artificial intelligence) був застосований 1956 р. на семінарі з аналогічною назвою в Дартмутському коледжі. Даний семінар був присвячений розв'язанню логічних задач.

Засновником штучного інтелекту вважають Алана Тьюрінга – англійського математика, логіка, роботи якого відчутно вплинули на розвиток інформатики. Логічне виведення – центральний принцип, який реалізовано в системах штучного інтелекту. Аксиоматичний метод – початок логічного виведення. Свій розвиток даний метод отримав у роботах Д.Гільберта. Вчений та його учні працювали над обґрунтуванням точним математичним способом несуперечливості математики, і таким чином виникло поняття формальної системи. Що дозволило у майбутньому подати неформалізовані математичні теорії як точні математичні об'єкти та побудувати теорію цих об'єктів.

Великий внесок до створення формальної мови для опису мислення вніс Дж. Буль. Найвідомішим його відкриттям стала формалізація законів математичної логіки. Система Буля започаткувала двійкову арифметику та показала, що надзвичайно проста формальна система може реалізувати силу логіки.

Засновником сучасного напрямку штучного інтелекту, так званого індуктивного навчання, у світі вважають українського вченого, академіка Олексія Григоровича Івахненка. Метод автоматичної побудови моделей за експериментальними даними, в якому застосовуються принципи автоматичної генерації варіантів, нестаточних розв'язків і послідовної селекції набув широкої популярності як в Україні, так і за кордоном як надійний спосіб розв'язання прикладних задач.

Результати. Моделювання розумової та творчої діяльності людини, побудови її міркувань та логічних висновків, і, як наслідок, прийняття рішень, все це можна відобразити шляхом виконання комп'ютерних програм. Саме цієї проблемою займаються вчені, які пов'язані зі штучним інтелектом.

Висновки. Дослідження з математичної логіки створили інтелектуальні передумови для вивчення штучного інтелекту. Проте, все це стало реальною науковою дисципліною лише з появою комп'ютерів, оскільки з'явилась практична можливість реалізувати формальні системи міркувань і дослідити їх. Суттєвою складовою штучного інтелекту є комп'ютер, який розглядається як засіб створення та перевірки теорій.

Література.

1. Гузенко, С.В. Возникновение теории искусственного интеллекта / Гузенко С.В., Цыганкова А.А. // Журнал «Педагогика, психология и соционика образования». – 2015 – №4. – с.52-54.

17. Застосування варіаційного числення в геометричній оптиці

Андрій Анісімов, Володимир Шоха
Національний університет харчових технологій

Вступ. Згідно принципу Ферма, шлях світла між двома точками в однорідному середовищі є відрізком прямої. Оскільки швидкість світла в однорідному середовищі стала, то цей принцип можна виразити словами : шлях світла між двома точками в однорідному середовищі надає найменше значення часу руху. В неоднорідних середовищах цей принцип вимагає мінімум для функціоналу часу

$$t = J(y(x)) = \int_a^b \frac{\sqrt{1+(y')^2}}{y} dx \text{ при початкових умовах } y(a) = A, y(b) = B .$$

Методи і матеріали. Як відомо, функція $y(x)$ повинна задовольняти рівняння Ейлера :

$$F_{y'} - \frac{d}{dx} F_{y''} = 0 .$$

Оскільки підінтегральна функція Лагранжа

$$F = \frac{\sqrt{1+(y')^2}}{y}$$

не залежить явно від x , то перший інтеграл рівняння Ейлера має вигляд :

$$F - y' \times F_{y'} = C_1$$

Звідси маємо :

$$\frac{\sqrt{1+(y')^2}}{y} - y' \times \frac{y'}{y\sqrt{1+(y')^2}} = C_1$$

Після спрощення отримаємо :

$$y\sqrt{1+(y')^2} = \bar{C}_1, \text{ де } \bar{C}_1 = \frac{1}{C_1} . (1)$$

Результати. Інтегруючи останнє рівняння, отримаємо :

$(x + C_2)^2 + y^2 = \bar{C}_1^2$ – сімейство кіл, центри яких лежать на осі Ox . Шуканою буде та екстремаль, яка проходить через задані точки. Задача має єдиний розв'язок, оскільки через будь-які дві точки, які лежать в верхній півплощині, проходить одне і тільки одне коло з центром на осі Ox .

Слід відмітити, що з рівності (1) слідує відомий закон заломлення світла: $\frac{\sin \alpha}{v_1} = \frac{\sin \gamma}{v_2}$, де α – кут падіння, γ – кут заломлення, v_1 і v_2 – швидкості світла в першому та другому середовищах. Дійсно, в кожному середовищі тангенс кута нахилу екстремалі ($\text{tg } \varphi = y'$), є сталою величиною, при цьому

$$\sin \alpha = \cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\text{tg}^2 \varphi}}, \text{ що веде до рівності } \frac{\sin \alpha}{v_1} = C_1 .$$

Висновки. Отже, в неоднорідному середовищі світлові промені рухаються по дугах кіл, центри яких лежать на осі Ox .

18. Варіаційний метод в теорії пружності

Євгеній Макаренко, Володимир Шоха

Національний університет харчових технологій

Постановка задачі. В теорії пружності розглядається задача про стан рівноваги вигнутої балки з закріпленими кінцями. Застосовуємо до даної задачі варіаційний метод.

Матеріали і методи. Дана задача зводиться до знаходження екстремалі функціоналу $V[y(x)] = \int_{-l}^l \left(\frac{1}{2} \mu (y'')^2 + \rho g y \right) dx$ при початкових умовах $y(-l) = y(l) = y'(-l) = y'(l) = 0$.

Балка має довжину $2l$; μ, ρ, g - додатні фізичні сталі. Підінтегральна функція $F(x; y; y'; y'') = \frac{1}{2} \mu (y'')^2 + \rho g y$ повинна задовольняти рівняння Ейлера-Пуассона:

$$F_{y''} - \frac{d}{dx} F_{y'} + \frac{d^2}{dx^2} F_y = 0, \quad \rho y + \frac{d^2}{dx^2} \left(\frac{1}{2} \mu \cdot 2y'' \right) = 0, \quad \text{звідси маємо: } y^{(4)} = -\frac{\rho g}{\mu} = \text{const.}$$

Після інтегрування останнього рівняння отримуємо:

$$y(x) = -\frac{\rho g}{24\mu} x^4 + C_1 x^3 + C_2 x^2 + C_3 x + C_4. \quad \text{Тоді } y'(x) = -\frac{\rho g}{6\mu} x^3 + 3C_1 x^2 + 2C_2 x + C_3.$$

Враховуючи початкові умови, отримуємо систему рівнянь для знаходження сталих C_1, C_2, C_3, C_4 :

$$\begin{cases} -\frac{\rho g}{24\mu} l^4 - C_1 l^3 + C_2 l^2 - C_3 l + C_4 = 0; \\ -\frac{\rho g}{24\mu} l^4 + C_1 l^3 + C_2 l^2 + C_3 l + C_4 = 0; \\ \frac{\rho g}{6\mu} l^3 + 3C_1 l^2 - 2C_2 l + C_3 = 0; \\ -\frac{\rho g}{6\mu} l^3 + 3C_1 l^2 + 2C_2 l + C_3 = 0. \end{cases}$$

Розв'язавши систему, отримуємо: $C_1 = C_3 = 0, C_2 = \frac{\rho g}{12\mu} l^2, C_4 = -\frac{\rho g}{24\mu} l^4$.

Підставимо значення отриманих сталих в загальний розв'язок:

$$y(x) = -\frac{\rho g}{24\mu} x^4 + \frac{\rho g l^2}{12\mu} x^2 - \frac{\rho g l^4}{24\mu}. \quad \text{Кінцевий результат: } y(x) = -\frac{\rho g}{24\mu} (l^2 - x^2)^2.$$

Результати. Отже, вигнута балка з закріпленими кінцями в стані рівноваги буде мати форму кривої $y(x) = -\frac{\rho g}{24\mu} (l^2 - x^2)^2$.

Висновки. Варіаційні методи широко використовуються в задачах механіки, геометрії, теорії пружності та інших математичних дисциплінах.

19. Використання можливостей МП MathCAD в задачах проектування

Діана Бабко, Ольга Сєдих

Національний університет харчових технологій

Вступ. Задачі оптимізації є одніми з найпоширенішими задачами в процесі проектування виробів. За своєю сутністю проектування це пошук технічних рішень, які відповідають технічним завданням і забезпечують оптимальні рішення.

Матеріали і методи. В роботі розглянуто використання математичного пакету MathCad для проектування виробів, а саме, розрахунку кута α вирізки, при якому обсяг канонічного відра буде максимальним.

Результати. Завдання було наступне: пожежне відро виготовляють за наступною технологією. З круглої бляшанки $R=1\text{м}$ вирізають сектор, отриману викрійку згортають в конус, і по лінії контакту заготовка зварюється. Потрібно знайти кут α вирізки, при якому об'єм відра буде максимальним.

Цільовою функцією, яку необхідно оптимізувати, є функція для розрахунку об'єму конічного відра

$$V = \frac{1}{3} \pi r h \quad (1)$$

де r - радіус відра a ; h - висота відра як функція від кута α і радіуса заготовки R .

Необхідно цільову функцію - об'єм конуса - записати як функцію від кута α і R , а для цього змінні r і h повинні бути виражені через параметри кута α і радіуса заготовки R .

Довжину кола L для відра V можна визначити:

з круга без дуги сектора як
$$L = 2\pi R - 2\pi R \frac{\alpha}{2\pi} \quad (2)$$

з конуса як
$$L = 2\pi r \quad (3)$$

Звідси :
$$r = R \left(1 - \frac{\alpha}{2\pi} \right) \quad (4)$$

Висота відра, враховуючи вираз (4), може бути визначена як функція від кута α і радіуса заготовки R :

$$h = \sqrt{R^2 - r^2} \quad (6)$$

Обмеження на параметр α : $0 < \alpha < 2\pi$.

Рішення даної задачі в MathCAD виконано чисельно, аналітично і графічно.

В результаті обчислень був знайдений оптимальний кут $\alpha=66,061^\circ$ при якому досягається максимальний обсяг відра $V_{\max}=0,403$.

Висновки. Наведений розв'язок даної задачі у середовищі MathCAD показує, що застосування інформаційних технологій в процесі проектування виробів прискорює процес обчислень та дає високу точність і наочність.

Література.

1. Очков В.Ф. Математичні пакети і мережеві інтерактивний довідник: проблеми та рішення // Теплоенергетика. 2006. № 6.

2. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методи оптимізації в прикладах и задачах: Навч. посібник. 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2005.

3. Александров А.А., Орлов К.А. Математичні пакети – нові підходи при розрахунках процесів термодинаміки та інших наукових дисциплін. // Новини вищих навчальних закладів. Проблеми енергетики. №11-12. 2005 г., С. 80-86

20. Методи використання пакету MathCAD при розв'язанні задач оптимізації

Надія Решітчик, Світлана Маковецька

Національний університет харчових технологій

Вступ. Вибір оптимізаційного критерію або цільової функції, оптимум якій необхідно визначити, є одним із головних питань при вирішенні задачі оптимізації.

Матеріали і методи. Необхідно оптимізувати співвідношення розмірів циліндричного бака, призначеного для зберігання певного обсягу води, тобто потрібно визначити оптимальне співвідношення між висотою h і діаметром основи d на підставі різних критеріїв оптимізації.

Бак представляє собою правильний циліндр з нижньою і верхньою кришками. При заданому значенню об'єму бака при різних умовах оптимізації співвідношення між діаметром основи і висотою буде різним. Для визначення приймемо необхідний об'єм бака рівним 100 м^3 [1].

Результати. Задачу оптимізації розв'яжемо шляхом виконання аналітичних розрахунків в математичному пакеті MathCAD з використанням символної математики [2].

Розв'язок задачі оптимізації аналітичним способом полягає в наступному:

- за допомогою команд символної математики пакету MathCAD проводиться диференціювання виразу для сумарної площі поверхні бака по діаметру бака;
- отриманий вираз розв'язується відносно діаметра бака (в точці мінімуму, як точці екстремуму, похідна функції дорівнює нулю);
- з трьох варіантів вибирається відповідний за фізичним змістом задачі (діаметр бака не може бути комплексним числом).

В результаті рішення даної задачі виявили, що оптимальне співвідношення діаметра основи бака до його висоти дорівнює одиниці. З цього можна зробити висновок, що дане співвідношення не залежить від об'єму бака

Розв'язуючи задачу оптимізації аналітичним способом в пакеті MathCAD можемо зробити висновки[3]:

- при отриманні результату у вигляді аналітичного виразу маємо більш широкі можливості його подальшого використання (наприклад, в якості формул);
- аналітичний спосіб не вимагає початкових наближень параметрів;
- числовий результат, отриманий у символному вигляді, більш зрозумілий ніж десятковий дріб, який отримали при використанні числових методів.

Висновок: Застосування математичного пакету MathCad при розв'язанні задач оптимізації дозволяє отримати точний розв'язок поставленої задачі з мінімальними витратами часу

Література.

1. Очков В.Ф. Математичні пакети і мережеві інтерактивний довідник: проблеми та рішення // Теплоенергетика. 2006. № 6.
2. Пантелеєв А.В., Летова Т.А. Методи оптимізації в прикладах и задачах: Навч. посібник. 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2005.
3. Александров А.А., Орлов К.А. Математичні пакети – нові підходи при розрахунках процесів термодинаміки та інших наукових дисциплін. // *Новини вищих навчальних закладів. Проблеми енергетики.* №11-12. 2005 г., С. 80-86.

20.3.
**General and inorganic
chemistry**

Chairperson – professor O. M. Polumbryk
Secretary – associate professor V. M. Ishchenko

20.3
**Загальна і неорганічна
хімія**

Голова – проф. О. М. Полумбрик
Секретар – доц. В. М. Іщенко

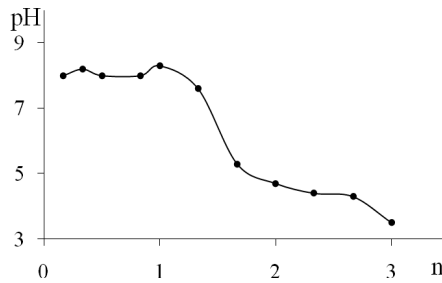
1. Дослідження реакцій взаємодії дефекату та фосфатної кислоти

Тетяна Петренко, Олександр Перепелиця, Людмила Якименко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Мета даного дослідження — вивчення реакцій кальційкарбонатного осаду цукрового виробництва для розширення напрямків його використання.

Матеріали та методи. Вивчена взаємодія фосфатної кислоти з дефекатом цукрового виробництва. Для цієї мети змінні об'єми H_3PO_4 ($c = 2,11 \cdot 10^3$ моль/м³) приливали до постійної маси дефекату ($m = 1 \cdot 10^{-3}$ кг) і прибавляли воду до об'єму $5 \cdot 10^{-3}$ м³. Задані співвідношення $[\text{PO}_4^{3-}]:[\text{Ca}^{2+}]$ в гетерогенній системі змінювались від 1,00:0,17 до 1,0:3,0. Суміші після відстоювання та перемішування протягом одного місяця фільтрували, у фільтраті визначали рН та концентрації Ca^{2+} і PO_4^{3-} . Осади піддавали рентгенофазовому та термогравіметричному аналізу.

Результати. На рис. показана залежність рН від заданого співвідношення $[\text{PO}_4^{3-}]:[\text{Ca}^{2+}]$. Реакція дефекату і H_3PO_4 супроводжується зміною рН від 8,1 до 4,4 і відповідає завданому співвідношенню $[\text{PO}_4^{3-}]:[\text{Ca}^{2+}]$ від 1,0:1,0 до 1,00:2,33.



Залежність рН у фільтраті системи карбонатний осад – H_3PO_4 – H_2O від заданого співвідношення $[\text{PO}_4^{3-}]:[\text{Ca}^{2+}]$, (n).

Рентгенофазовий аналіз осадів підтвердив утворення $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaHPO_4 та $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ при заданих співвідношеннях $[\text{PO}_4^{3-}]:[\text{Ca}^{2+}] = 1,5:1$; $1,0:1,0$ і $1,0:2,0$. Це можливо в тому випадку, коли відбуваються наступні реакції: $3\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{CO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}\uparrow$; $\text{CaCO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{CaHPO}_4 + 3\text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}\uparrow$; $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}\uparrow$; $\text{Ca}(\text{polygalactur.})_2 + 3x\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow [\text{Hpolygalactur.}] + (x-y)\text{CaHPO}_4 + y\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Polygalactur. — залишок полігалактуронової кислоти, [Hpolygalactur.] — полігалактуронова кислота. На основі цих досліджень були виготовлені фосфатні добрива і випробувані у впливі на ріст зерен пшениці (жита), спостерігався позитивний біологічний ефект.

Висновки. Досліджено реакції взаємодії дефекату та H_3PO_4 . Встановлені продукти реакцій, вони можуть бути використані при виробництві фосфатних добрив для сільського господарства.

2. Вплив природи розчинника на комплексоутворюючу та екстракційну здатність краун-етерів

Владислав Діденко, Олег Кроніковський
Національний університет харчових технологій

Вступ. Утворення катіонних комплексів металів з краун-етерами в водних розчинах ускладнено досить вираженою здатністю полярних молекул води сольватувати катіони. При комплексоутворенні центральний йон металу має бути хоча б частково дегідратованим для входження в порожнину краун-етеру. Зменшити конкуруючу з процесом комплексоутворення гідратацію можна шляхом заміни води малополярними розчинниками з низькою енергією сольватації. Як правило, при переході до неводних розчинників стійкість комплексів зростає. В деяких випадках природа розчинника впливає на селективність комплексоутворення.

Матеріали і методи. Розчин 18-краун-6 ("Aldrich"), вихідний розчин Pb^{2+} готували розчиненням точної наважки металічного свинцю (99,9 %) в нітратній кислоті кваліфікації "х.ч.". Розчин трихлорацетатної кислоти стандартизували рН-метричним титруванням. Вміст Плюмбуму в водній та органічній фазах визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі "Сатурн-3П-1" (довжина хвилі 283,3 нм, полум'я пропан-бутан – повітря). Реєстрацію аналітичного сигналу вели за допомогою програмного забезпечення виробництва НВО "Семі" (м. Суми). Кислотність розчинів контролювали на рН-метрі ЭВ-74 зі скляним електродом.

Результати. Як правило, при переході до неводних розчинників стійкість комплексів зростає. В деяких випадках природа розчинника впливає на селективність комплексоутворення. Так, для комплексів дибензо-18-краун-6 з лужними металами спостерігається К-вибірність і стійкість у воді, метанолі диметилсульфоксиді, диметилформаміді та пропілен карбонаті змінюється в ряду $K^+ > Na^+ > Rb^+ > Cs^+$. При переході до ацетонітрилу спостерігається Na-вибірність і константи стійкості змінюються в ряду $Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$. Досліджено вплив розчинника на значення констант екстракції комплексу $Pb18C6(TXA)_2$: різниця в K_{ex} для різних за природою розчинників ледве перевищує похибку експерименту. Величина $lg K_{ex}^{PI}$ зростає в ряду $C_2H_4Cl_2 < CHCl_3 < CH_2Cl_2$. Цей же ряд спостерігається для екстракції комплексів Плюмбуму з 18-краун-6 та поліетиленгліколями в присутності пікрат-аніонів чи органічних барвників. В той же час в випадку аніонів пікрату та метанілового жовтого при заміні $C_2H_4Cl_2$ на $CHCl_3$ і $CHCl_3$ на CH_2Cl_2 константа екстракції збільшується приблизно на порядок: в випадку з трихлорацетатом ці зміни значно менші. Варто відмітити, що для системи плюмбум нітрат – дициклогексил-18-краун-6 оптимальним розчинником виявився $CHCl_3$; інші хлорорганічні розчинники екстрагували Плюмбум значно гірше. Таким чином, Плюмбум трихлорацетат займає проміжне положення між нітратом і піратом як в ряду абсолютних значень констант, так і по закономірності зміни констант екстракції при заміні розчинника.

Висновки. Розраховано термодинамічні константи екстракції комплексів Плюмбуму з циклічними поліетерами 18-краун-6 та дибензо-18-краун-6 за участі протийонів різної природи рядом органічних розчинників. Оскільки використання органічних розчинників веде до збільшення стійкості комплексів та селективності комплексоутворення, це робить найбільш перспективним використання краун-етерів для вибіркового екстракційного вилучення та розділення металів.

3. Комплексоутворююча здатність поліетиленгліколей

Євгеній Корч, Олег Кроніковський

Національний університет харчових технологій

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”) готували за точною наважкою. Вихідні розчини нітратів металів “х.ч.” стандартизували титриметрично. Кислотність розчинів контролювали на рН-метрі ЭВ-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. Так, для поліетиленгліколю при зв’язуванні солей спостерігається зменшення характеристичної в’язкості, збільшення цупкості ланцюга полімера, що свідчить про розширення клубка макромолекули ліганда при комплексоутворенні за рахунок електростатичного відштовхування між катіонами металу. З накопиченням заряду молекула полімера розгортається, стараючись прийняти конформацію витягнутого ланцюга з розміщеними на ньому крауноподібними комплексами. Дія сил електростатичного відштовхування частково компенсується екрануючим впливом протийонів, але вплив аніонного екранування при незначних концентраціях солі недостатній для зниження електростатичного потенціалу, який виникає при зв’язуванні катіонів, і катіони не можуть розміщуватися близько між собою в ланцюгу. Стехіометрія комплексів солей металів з поліподандами досить різноманітна. Наприклад, склад сполук ПЕГ з $HgCl_2$ відповідає молярному співвідношенню – сіль : ланка 1 : 1. Кількість же ланок, що припадають на одне місце зв’язування солей Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ в метанолі, складають відповідно 16,8; 12,3; 13,2; 14,5 і зростають при зменшенні концентрації солі. 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.

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. Стіійкість 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.

4. Дослідження екстракційних систем карбоксилатів Плюмбуму з поліптерами

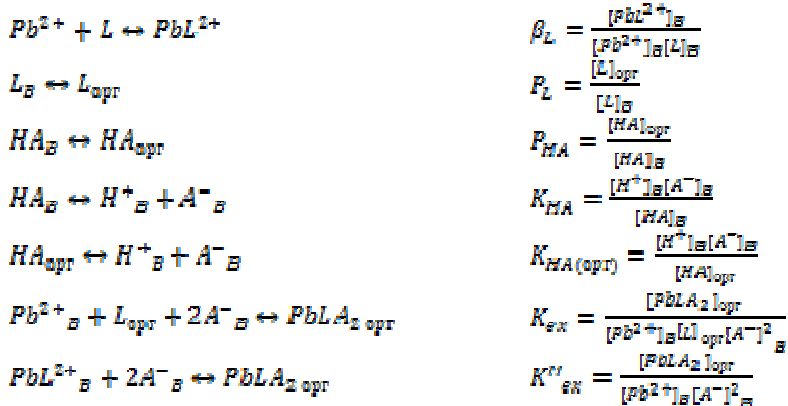
Катерина Котляр, Олег Кроніковський

Національний університет харчових технологій

Вступ. В присутності як циклічних так і ациклічних поліетерів карбоксилати Плюмбуму в різній мірі здатні екстрагуватися органічними розчинниками, утворюючи при цьому різнолігандні комплекси. Кількісне вилучення Плюмбуму в органічний розчинник в широкому інтервалі кислотності – від сильноокислих розчинів до нейтральних спостерігається в системі Плюмбум – 18-краун-6 – трихлорацетат-йон.

Матеріали і методи. Розчин 18-краун-6 (“Aldrich”), вихідний розчин Pb^{2+} готували розчиненням точної наважки металічного свинцю (99,9 %) в нітратній кислоті кваліфікації “х.ч.”. Розчин трихлорацетатної кислоти стандартизували рН-метричним титруванням. Вміст Плюмбуму в водній та органічній фазах визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі “Сатурн-3П-1” (довжина хвилі 283,3 нм, полум’я пропан-бутан – повітря). Реєстрацію аналітичного сигналу вели за допомогою програмного забезпечення виробництва НВО “Семі” (м. Суми). Кислотність розчинів контролювали на рН-метрі ЭВ-74 зі скляним електродом.

Результати. Як методом молярних відношень, так і логарифмічним методом було доведено, що в екстрагованому комплексі Плюмбум координує одну молекулу 18-краун-6 та два трихлорацетат-йони. Таким чином з урахуванням комплексоутворення в водній фазі та розподілення лігандів між органічним розчинником і водою в системі протікають наступні процеси:



$$lgK'_{ex} = lgK_{ex} + lg\beta_L - lgR_L$$

В умовах експерименту з урахуванням константи димеризації трихлорацетатної кислоти утворенням димерів можна знехтувати. Аналогічно в розбавлених розчинах можна знехтувати міжлігандною взаємодією, яка є причиною пониження екстракції при високих концентраціях кислот

Висновки. Встановлено склад комплексів Плюмбуму з 18-краун-6 та карбоксилат-йонами. Досліджена екстракція даних різнолігандних комплексів органічними розчинниками. Запропоновано схему процесів, які протікають в екстракційній системі; розраховано термодинамічні константи екстракції комплексу $Pb18C6(CCl_3COO)_2$ рядом органічних розчинників.

5. Неорганічні речовини як харчові добавки

Олена Бондар, Ольга Чугай, Віра Іщенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Історія застосування харчових добавок нараховує декілька тисячоліть. Проте, тільки у 20 столітті, зокрема, у другій половині, харчові добавки заволоділи масовою увагою та зайняли стійке положення у харчовій промисловості як найважливіші харчові мікроінгредієнти. Харчові добавки — це природні сполуки або хімічні речовини, які самостійно, зазвичай, не споживаються, але у обмежених кількостях спеціально вводяться до складу інших продуктів харчування. У різних країнах у виробництві продуктів харчування використовується понад 500 харчових добавок.

Матеріали і методи. Харчові добавки поділяють на кілька груп: речовини, які покращують зовнішній вигляд продуктів; речовини, які змінюють консистенцію; ароматизатори; підсоложуючі речовини; речовини, які підвищують термін зберігання харчових продуктів. Переважна більшість харчових добавок – це органічні речовини, проте і серед неорганічних речовин є сполуки, які займають важливе місце серед харчових добавок. Перш за все це консерванти та речовини, які регулюють колір харчових продуктів.

Результати. Одним із найбільш поширених консервантів є сульфур (IV) оксид. Застосовуються і солі сульфітної кислоти: натрій сульфит Na_2SO_3 і натрій гідрогенсульфіт NaHSO_3 . Сульфур (IV) оксид добре розчиняється у воді і з водою взаємодіє, в результаті чого утворюється сульфітна кислота H_2SO_3 . Солі сульфітної кислоти і SO_2 пригнічують ріст плісняви, деяких бактерій. Тому їх використовують для зберігання виноматеріалів (сульфітування вина), соків, плодоовочевих пюре, повидла і т. д. До неорганічних консервантів можна віднести і ортофосфатну кислоту H_3PO_4 , яка окрім того ще й надає присмний, різкуватий смак газованим напоям типу «Кока-кола», «Спрайт», «Фанта». До речовин, які змінюють забарвлення продуктів, відносяться калій нітрит KNO_2 і калій нітрат KNO_3 . Ці солі застосовують при обробці м'яса і м'ясних продуктів для збереження червоного кольору. Калій бромат KBrO_3 і калій йодат KJO_3 використовують для відбілювання борошна. Це так звані добавки окисного дії. Але ці речовини є шкідливими для людини, їх застосування може призвести до руйнування вітамінів В1 і РР тому зараз багато країн відмовляються від використанні цих сполук у харчових технологіях. До харчових добавок можна віднести і таку поширену неорганічну сполуку як натрій хлорид (кухонна сіль), яку використовують в дуже багатьох харчових виробництвах для надання смаку продуктам і як консервант. А випікання хлібобулочних виробів не можна уявити без таких розпушувачів тіста як натрій гідрогенкарбонат та амоній гідрогенкарбонат NH_4HCO_3 . Натрій гідрогенкарбонат (харчова сода NaHCO_3 ,) використовується також у виробництві безалкогольних напоїв. Ще одна харчова добавка – вуглекислий газ CO_2 використовують для газування напоїв, для заморозки і охолодження продуктів.

Висновки. Будь-яка хімічна сполука може бути при певних умовах токсична. Рекомендувати сполуку як харчову добавку можна лише після її ретельного тестування і тільки в тому випадку, якщо вона, навіть при тривалому використанні, не загрожує здоров'ю людини.

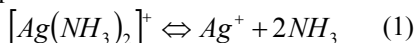
6. Розрахунок рівноважної концентрації йонів в системі метал - ліганд з використанням математичного пакету MathCAD.

Лаура Овакімян, Віра Іщенко, Ольга Сєдих, Світлана Маковецька
Національний університет харчових технологій

Вступ. Математичні методи дослідження завжди мали велике значення в хімії. Математика дає змогу будувати логічні моделі для дослідження будь-якого хімічного явища, що допомагає краще зрозуміти хімічні процеси, знайти якісні та кількісні співвідношення між ними. Більшість хімічних розрахунків можна провести, використовуючи математичну систему MathCad, яка є одним із найкращих і найпопулярніших програмних продуктів для науково-технічних обчислень.

Матеріали і методи. На MathCad використовується жива мова математики: усі одержані вирази мають такий вигляд, начебто використовується тільки папір та олівець. В роботі розглянуто використання математичного пакету MathCad для проведення розрахунку рівноважної концентрації йонів в системі метал – ліганд. Як приклад комплексу взято амоніачний комплекс Аргентуму з концентрацією сполуки 0,01 моль/л.

Результати. Завдання було наступне: розрахувати концентрацію йонів Ag^+ в 0,01 М розчині амоніачного комплексу $[Ag(NH_3)_2]^+$, який характеризується константою нестійкості $K=6,8 \cdot 10^{-8}$. В результаті дисоціації комплексу $[Ag(NH_3)_2]^+$ в розчині встановлюється рівновага:



В цьому випадку константа нестійкості комплексу K виразиться таким чином:

$$K = \frac{[Ag^+][NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2]^+} \quad (2)$$

Позначивши через x концентрацію йонів Аргентуму, отримаємо:

$$\frac{x \cdot (2x)^2}{0,01 - x} = 6,8 \cdot 10^{-8} \quad (3)$$

Співвідношення (3) може бути зведене до нелінійного рівняння:

$$4x^3 + 6,8 \cdot 10^{-8}x - 6,8 \cdot 10^{-10} = 0 \quad (4)$$

Процес наближеного знаходження дійсних коренів складається з двох етапів:

1. Відокремлення, тобто знаходження досить малих відрізків, на кожному з яких міститься один і тільки один дійсний корінь;

2. Уточнення коренів – знаходження кореня рівняння з наперед заданою точністю.

Знаходження кореня нелінійного рівняння (4) будемо виконувати в середовищі математичного пакету MathCAD.

Корінь рівняння (4) $x=5,441 \cdot 10^{-4}$ знайдений з точністю 10^{-6} .

Висновки. Наведений розв'язок даної задачі у середовищі MathCAD показує, що застосування обчислювальних систем при вирішенні задач з хімії прискорює процес обчислень та дає високу точність.

7. Фальсифікація молока та способи її визначення

Надія Суходольська, Оксана Кочубей-Литвиненко, Віра Іщенко
Національний університет харчових технологій

Вступ. Молоко та молочні продукти відносяться до найбільш цінних харчових продуктів у всі періоди життя людини. Особливо важливе значення вони мають в харчуванні дітей і людей похилого віку, а також в харчуванні хворих. Ці продукти відрізняються від усіх інших харчових продуктів тим, що в їх складі представлені всі необхідні для організму харчові та біологічно активні речовини в збалансованому стані. Тому особливе занепокоєння суспільства викликає інформація про можливу фальсифікацію молочної продукції.

Матеріали і методи. Ідентифікація харчових продуктів повинна здійснюватись відповідно до ДСТУ 22000:2007 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга», який узгоджений із стандартом ISO, і є частиною системи забезпечення якості харчової продукції. Продукти, які не відповідають заявленому найменуванню, відносяться до фальсифікованих.

Результати. Серед найбільш поширених видів фальсифікації молока виділяють: асортиментну фальсифікацію, інформаційну та фальсифікацію якості. Асортиментна фальсифікація молока та молочних продуктів може здійснюватись підміною одного виду молока іншим та підміною незбираного молока нормалізованим або знежиреним. Є інформація про те, що інколи проводять заміну молочного жиру жиром рослинного походження. При фальсифікації якості до молока вводять речовини, які не передбачені технічним регламентом.

Інформаційна фальсифікація є також досить поширеною при реалізації молока: неточна інформація про продукт може бути вказана у його маркуванні.

Надійний контроль якості молока передбачає виконання великої кількості досліджень з використанням хімічних та фізико-хімічних методів аналізу. В останні роки особливо широко для цього почали використовувати хроматографічний аналіз, різні спектроскопічні методи, а також сенсорні системи, такі як «електронний ніс» та «електронний язик». Ці методи потребують сучасного аналітичного обладнання, підготовлених спеціалістів і є досить дорогими. Крім того, результатом досліджень із застосуванням цих методів є, як правило, масив числових даних. Наскільки надійні ці дані? Як отримати найбільш повну інформацію із них? Відповідь на це питання може дати один із нових напрямів аналітичної хімії - хемометрика. Відповідно до найбільш поширеного визначення хемометрика – «це хімічна дисципліна, яка використовує математичні, статистичні та інші методи, які ґрунтуються на формальній логіці, для побудови та відбору оптимальних методів вимірювання та планів експерименту, а також одержання найбільш важливої інформації при аналізі експериментальних даних».

Висновки. Визначення якості молока і молочних продуктів, є важливим питанням для виробників, товарознавців, науковців та споживачів, які мають бути впевнені, що продукти, які вони придбали, безпечні. Існує потреба у пошуку надійних, швидких і недорогих методів визначення автентичності та виявлення можливої фальсифікації молока і молочних продуктів.

8. Дослідження властивостей комплексу β -циклодекстрину з йодом

Христина Омельченко

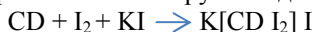
Національний університет харчових технологій

Вступ. Унікальна молекулярна структура циклодекстринів дозволяє формувати сполуки де в центрі кільця є відносно неполярна порожнина, де можуть розміститись невеликі молекули, тобто вона дозволяє прийняти молекули гостя з утворенням клатрату, наприклад йоду. В залежності від кількості глюкопіранозних ланок (6, 7 чи 8) у кільці, розрізняють α , β і γ -циклодекстрини.

Матеріали та методи. У дослідженні були використані вихідні речовини по методиках та методи перевірки наявності йоду у речовинах. Такими методами були: хроматографія, йодометрія, якісне визначення йоду крохмалем. Також проведено кислотний гідроліз.

Результати. Циклодекстрини володіють яскраво вираженими комплексуючими властивостями і здатні зв'язувати широкий ряд молекул гостей - як невеликих за розміром, так і складних об'ємних молекул різних органічних і неорганічних сполук. У даному експерименті було інкапсульовано йод.

Комплекс β -циклодекстрину з йодом було одержано шляхом безпосередньої взаємодії β -циклодекстрину з йодом при певній температурі та чітко визначеному рН 5. і промивання розчином KI. Синтезований продукт це порошкоподібна речовина коричневого кольору. Вихід кінцевого продукту становив 80 %.



На виявлення вмісту йоду у отриманому комплексі було проведено йодометрію і обчислено, що 18 % молекул йоду осіли на β -циклодекстрині. Хроматографія для якісного порівняння кількості йоду у дийодтирозині та отриманому комплексі β -циклодекстрину з йодом показала присутність інкапсульованого йоду у комплексі. Також була проведена якісна реакція з крохмалем на вміст йоду у отриманому комплексі. Результат позитивний, розчин досить помітно забарвлювався у синій колір. Далі отриману речовину використали у якості добавки до м'ясного продукту, який готується з подрібненого вареного м'яса птиці. Проведено кислотний гідроліз ковбасного виробу, який також показав вміст йоду. Було визначено, що в 100 г м'ясного продукту потрібно вносити близько 150 мг отриманого комплексу β -циклодекстрину з йодом, щоб задовільнити добову потребу цього мікроелемента.

Основними властивостями β - циклодекстрину є: збереженні необхідного рівня в'язкості і консистенції продуктів харчування. Властивості циклодекстрину обумовлені складом і способом його отримання – виробляють речовину з крохмалю за допомогою процесу ферментації.

Комплекси з включеннями, у воді дисоціюють на циклодекстрин і вихідну речовину, виявляючи основні властивості останнього. При нагріванні вище 50-60 °C комплекси зазвичай розпадаються повністю і відновлюють свою структуру при охолодженні. $[CD I_2] \rightleftharpoons CD + I_2$

Висновки. Оскільки основними джерелами йоду є вода і їжа, а також сіль. Тому є сенс включати нові речовини у раціон людей, які мають йододефіцит, щоб забезпечити організм людини добовою потребою йоду. Саме ось такі речовини типу комплексу β -циклодекстрину з йодом можуть вирішити проблему йододефіциту у дітей різного віку, дорослих та вагітних жінок у яких виникає особлива потреба у йоді.

9. Дослідження хімічного складу бішофіту

Анатолій Самчук, Тетяна Петренко, Олександр Перепелиця, Людмила Якименко

1 – *Інститут геохімії, мінералогії і рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України*

2 – *Національний університет харчових технологій*

Вступ. Бішофіт — природний мінерал, детальний хімічний склад природного розчину бішофіту різного походження та взаємодія його розчину з фосфатною кислотою у присутності амоніаку у широкому інтервалі заданих співвідношень реагуючих компонентів не вивчалась, тому мета цієї роботи полягала у з'ясуванні цих питань.

Матеріали та методи. Вміст лужних металів, кальцію та магнію у складі бішофіту визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115-М-1, а решту елементів, в т.ч. і селен, масспектральним методом за допомогою ІРС-MS-аналізатора Element-2 (Німеччина) з похибкою < 3 %, у приготованих робочих розчинах магній визначали також трилонометрично. Для дослідження взаємодії бішофіту з фосфатною кислотою використовували розчин бішофіту (м. Прилуки), фосфатна кислота та розчин амоніаку мали кваліфікацію “ч.д.а.”, концентрацію фосфатної кислоти для вивчення серії дослідів визначали ваговим методом.

Серію дослідів з використанням розчину бішофіту, амоніаку та фосфатної кислоти готували наступним способом. До постійного об'єму (0,003 л, $c = 1,86 \cdot 10^3$ моль/м³) розчину бішофіту у різних колбах серії приливали змінні об'єми розчину фосфатної кислоти з концентрацією $2,09 \cdot 10^3$ моль/м³ з таким розрахунком, щоб задане співвідношення $[\text{PO}_4^{3-}]:[\text{Mg}^{2+}]$ змінювалось від 0,19 до 5,25. Так як осад після цього не випадав, то до кожної проби прозорого розчину сумішей речовин приливали воду до загального об'єму 0,05 л, а тоді — по 0,0078 л $2,18 \cdot 10^3$ моль/м³ розчину амоніаку. Після цього у пробках випадав осад. Після відстоювання сумішей протягом 14 днів, осади відфільтровували і у розчинах вимірювали рН (прилад рН-150 МИ), для калібрування рН-метра використовували буферні розчини з рН = 1,68; 6,86 та 9,18.

Результати. За даними хімічного аналізу мінерал бішофіт (м. Прилуки) містить, %: магнію — 11,12; мангану — < 0,001; кальцію — < 0,05; натрію — 1,01; калію — 0,75; води у вигляді ОН-груп — 3,38; хлорид-йону — 33,47; сульфат-йону — 1,76. Співвідношення $[\text{Mg}^{2+}]:[\text{Cl}^-]$ у мінералі дорівнює 1,00:1,96, що відповідає формулі MgCl_2 . Мінерал містить домішки калію (0,75 %) та мангану (< 0,01 %), які є складовими елементами багатьох мікродобрив та лікувальних засобів. За результатами аналітичного дослідження бішофіт Полтавського родовища відповідає ТУ У 24.1–33346498–004:2008. Методом рН-метрії отримані дані, які свідчать про взаємодії різного характеру: при рН $\approx 6,0$ – $9,0$ і завданому співвідношенні $[\text{PO}_4^{3-}]:[\text{Mg}^{2+}]$ від 1:1 до 1:2 утворюється осад фосфату, а при рН < 5 і заданому співвідношенні $[\text{PO}_4^{3-}]:[\text{Mg}^{2+}] > 3$ система — гомогенна.

Висновки. Встановлено хімічний склад природного бішофіту з різних свердловин методом рН-метрії, визначені інтервали рН та заданих співвідношень іонів Mg^{2+} і PO_4^{3-} , при яких утворюється осад фосфату. Одержані результати використані для приготування біологічно активної суміші, що покращує ріст пшениці.

10. Кисень як фактор стресу організму людини

Олександр Коваленко, Веніамін Фоменко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Як не парадоксально, але такий важливий для життя людини елемент як кисень, одночасно є одним з найсильніших стресорів. Він дуже токсичний елемент і живі істоти в чистому вигляді можуть жити дуже недовго, тому в атмосфері якою ми дихаємо його кількість становить близько 21%.

Матеріали і методи. Електронний парамагнітний резонанс, хімічний аналіз, біохімічний аналіз, ферменти, хроматографічний аналіз.

Результати. Атмосферний кисень представлений двоатомними молекулами O₂ але на відміну від інших молекул, де зв'язки утворенні спільними парами електронів з антипаралельними спінами у молекулі O₂ є пара електронів з паралельними спінами. Ця особливість забороняє кисню вступати в реакції з одночасною участю одразу обох електронів. Виявилось, що кисень є рівноважною системою O₂ ↔ ·O – O· і в реакції він вступає власне як бірадикал. Внаслідок цього більшість реакцій кисню з органічними сполуками характеризується виділенням великої енергії та великою швидкістю, що часто призводить до вибуху.

В живих організмах реакції з участю кисню контролюються ферментами і переважно є джерелами продукування енергії.

Крім того, окиснення, що контролюється пероксидазами, супроводжується утворенням пероксиду гідрогену, який активно використовується лейкоцитами для знезараження інфекційних токсинів та бактерій.

Так само легко кисень може поглинатися мембранами клітин, у складі яких є похідні ненасичених жирних кислот. В результаті можуть утворюватися невластиві організму речовини (ксенобіотики), вільні радикали, пероксиди тощо. Найбільш вірогідним ланцюгом утворення вільних радикалів з гідропероксидів може бути реакція з участю йону металу змінної валентності (Fe, Cu, Co, Ni, Mn).



Особливо небезпечні для здоров'я йони цих металів при певних авітамінозах. Надмір заліза зокрема викликає паралічі, м'язову дистрофію. Ліпідне окиснення в живому організмі спонтанно виникає під час радикального ініціювання чи при надмірному поглинанні кисню, який «спалює» біомолекули клітинних мембран. Окисільні радикали, які виникають при цьому, атакують біомолекули, змінюючи їх функцію та структуру, що призводить до істотних порушень гармонії регуляторних механізмів та відмиранню клітин.

Здається, що бірадикальна структура основного стану молекули кисню відповідає максимальній реакційній здатності але це не зовсім так.

Стан O=O із замкнутою системою електронів більш активний у випадку двоелектронних реакцій. Такий стан молекули називається синглетним. Утворенню синглетного стану відповідають певні умови: наявність світла, сенсibiliзуючої речовини, або реакції іон-радикала O₂^{·-} на звороті H₂O₂



Висновок. Встановлено роль кисню у реакціях одноелектронної та двоелектронної взаємодії з молекулами біологічних структур та визначені шляхи захисту цих структур від стресотворної дії кисню.

20.4.
**Synthesis and study of
organic compounds**

Chairperson – associate professor Serhii Shulha
Secretary – Nataliia Zinchenko

20.4.
**Синтез та дослідження
органічних речовин**

Голова секції – доц. Сергій Шульга
Секретар – ст. викл. Наталія Зінченко

1. Нафтімідазоли

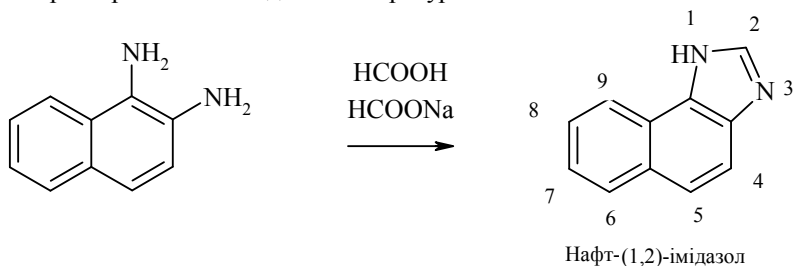
Андрій Прус

Національний університет харчових технологій

Вступ. Імідазольний цикл входить до складу незамінної амінокислоти гістидину, ряду пуринових основ, а також до багатьох лікарських засобів. Достатньо широко вивчені його конденсовані похідні – бензімідазоли. На відміну від них, нафтімідазоли вивчені ще недостатньо. Опубліковано порівняно мало робіт, присвячених хімічним властивостям цих сполук.

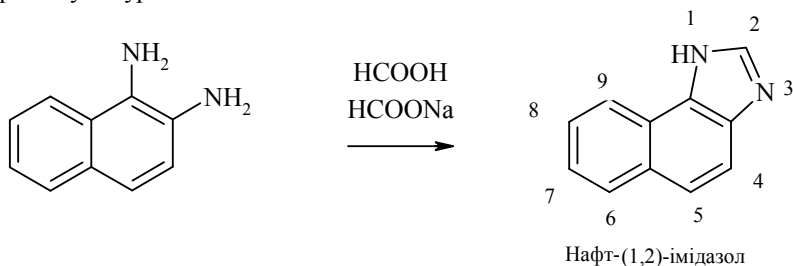
Матеріали та методи. Аналіз літературних джерел у сучасній науковій періодиці та лабораторний синтез деяких сполук класу нафтімідазолів. Ідентифікація одержаних речовин здійснювалась за допомогою ЯМР¹H, ІЧ-спектроскопії, а їх склад – елементним аналізом.

Результати. В літературі описані переважно нафт-(1,2)-імідазоли, які вперше були синтезовані нагріванням 1,2-діамінонафталіну з мурашиною кислотою та форміатом натрію протягом 10 год. за температури 130° – 130°C:



Нафт-(1,2)-імідазоли за фізичними та хімічними властивостями багато в чому схожі з бензімідазолами. Це кристалічні, високоплавкі речовини. Введення замісників до 1(3)-атома Нітрогену суттєво знижує температуру плавлення, що свідчить про асоціацію молекул нафтімідазолів, які не мають замісників біля атомів Нітрогену. При окисненні нафт-(1,2)-імідазолу хромовою кислотою утворюється бензімідазол-6,7(4,5)-дикарбонова кислота, відновлення металічним натрієм в аміловому спирті призводить до утворення 6,7,8,9-тетрагідронафт-(1,2)-імідазолу.

Нафт-(2,3)-імідазол (лінійний нафтімідазол) був добутий кип'ятінням 2,3-діамінонафталіну з мурашиною кислотою:



Висновки. Нафтімідазоли є важливим класом конденсованих гетероциклічних систем. Найбільш вживаним методом одержання їх одержання є конденсація відповідних ароматичних діамінів з карбоновими кислотами та їх похідними. Нами були досліджені нафт-(1,2)-імідазоли, 2-алкілнафт-(1,2)-імідазоли, нафт-(2,3)-імідазоли, 2-алкілнафт-(2,3)-імідазоли.

2. Гідантоїни. Будова, синтез, властивості.

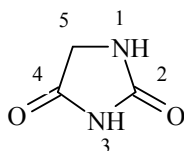
Марія Суярко

Національний університет харчових технологій

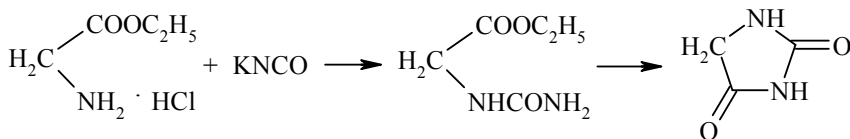
Вступ. Гідантоїни це – 2,4-дикетотетрагідроімідазоли. Гідантоїни незаміщені в положенні 3, являють собою достатньо сильні кислоти, тому легко вступають в реакції N-N заміщення. На сьогоднішній день похідні гідантоїну досить добре вивчені.

Матеріали та методи. Огляд та аналіз сучасних наукових джерел, присвячених синтезу похідних гідантоїну, дослідженню їх фізико-хімічних властивостей та практичному застосуванню.

Результати. Для самого гідантоїну в літературі наводиться константа дисоціації $7,59 \cdot 10^{-10}$. Головним носієм кислотних властивостей молекули є група NH в положенні 3, яка знаходиться під впливом двох сусідніх карбонільних груп, які відтягують електрони.



Гідантоїни легко синтезуються з α -амінокислот або їх етилових естерів:



Деякі похідні гідантоїнів використовуються в медицині. Так, 5,5-дизаміщені гідантоїни подібно барбітуратам володіють снодійним впливом. Їх використання в якості снодійних засобів не завжди можливе, оскільки вони у певної групи людей викликають висипання на шкірі та інші алергічні реакції. 5,5-Дифенілгідантоїн і його натрієва сіль використовується як протисудомні засоби, для лікування епілепсії. Було встановлено, що для того щоб сполука володіла належною активністю, вона повинна мати в положенні 5 арильний замісник. Також гідантоїн використовують в якості антисептика, інсектициду, стабілізатора у виробництві полівінілхлориду, як загущувач для пластичних масил. Найважливішою похідною гідантоїну є аланоїн. Він міститься у зародках та листі рослин, в ембріонах та сечі більшості тварин. Одержують його окисненням сечової кислоти.

Висновки. Гідантоїни – реакційно-здатний клас органічних сполук з високою NH-кислотністю. На основі похідних гідантоїну одержано велику кількість сполук, що відзначаються значною біологічною активністю.

3. Синтез нових похідних 5-аміно-ізохіноліну

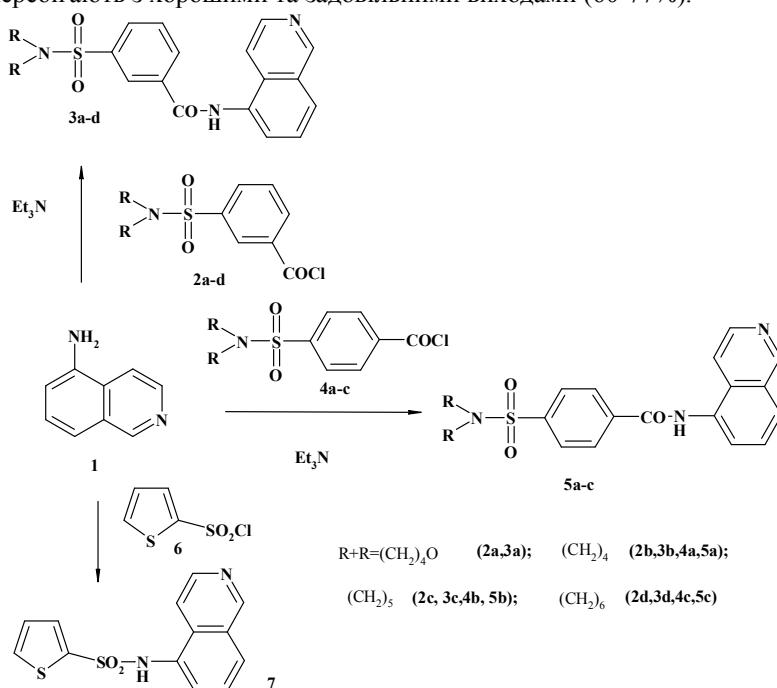
Марія Хільченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Гетероциклічні сполуки з ізохіноліновим ядром складають важливий клас біологічно активних сполук з широким спектром фармакологічної дії. Похідні ізохіноліну широко розповсюджені у природі, вони входять до складу ряду фізіологічно активних сполук, зокрема алкалоїдів, сполук стероїдного типу. Тому синтез нових похідних ізохіноліну з потенційною біологічною активністю є актуальним напрямком сучасної органічної хімії.

Матеріали та методи. В роботі застосовані методи лабораторного синтезу нових органічних сполук. Хлорангідриди **2a-d**, **4a-c** були одержані нами з відповідних кислот при кип'ятінні з хлористим тіонілом.

Результати. Нами проведено конденсацію 5-аміно-ізохіноліну **1** з гетерилвмісними хлорангідридами **2a-d**, **4a-c** та тіофенсульфонілхлоридом **6**. Реакції перебігають з хорошими та задовільними виходами (60-77%).



Будова синтезованих 5-амідо- та 5-(сульфонамідо)ізохінолінів підтверджена спектрами ЯМР 1H , а склад – даними елементного аналізу.

Висновки. У результаті проведених досліджень нами одержані нові, невідомі раніше похідні 5-амідо- та 5-(сульфонамідо)ізохіноліни, оптимізовано умови їх синтезу. Отримані сполуки містять потенційно фармакоформні фрагменти – гетерильні, амідні та сульфонамідні групи, тому вони є цікавими об'єктами для подальших медико-біологічних досліджень.

4. Похідні адамантану в якості сучасних противірусних засобів

Марія Корж

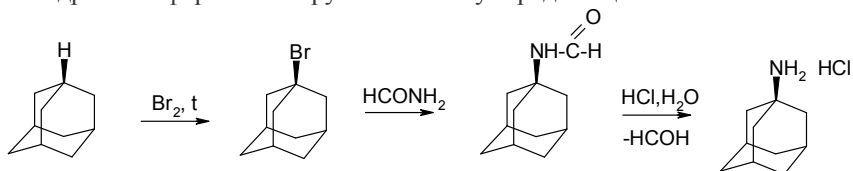
Національний університет харчових технологій

Вступ. Адамантан (трициклодекан $C_{10}H_{16}$) – стійка каркасна сполука, всі кільця якого знаходяться в конформації крісло. Біологічна активність похідних адамантану обумовлена симетрією і об'ємністю просторової будови, значною ліпофільністю його жорсткого каркасу, що дозволяє легко проникати через ліпідний шар біомембран.

Матеріали та методи. В тезах використовувався метод аналізу та узагальнення наукової інформації, яка міститься в роботах вітчизняних та закордонних вчених, опублікованих в періодичних виданнях.

Результати. Основним механізмом антивірусної дії більшості похідних адамантану вважається їх здатність перешкоджати проникненню вірусу в клітину. Препарати блокують репродукцію вірусу на початкових етапах, різко пригнічуючи протеїназу С, що обмежує можливість синтезу вірусспецифічних РНК.

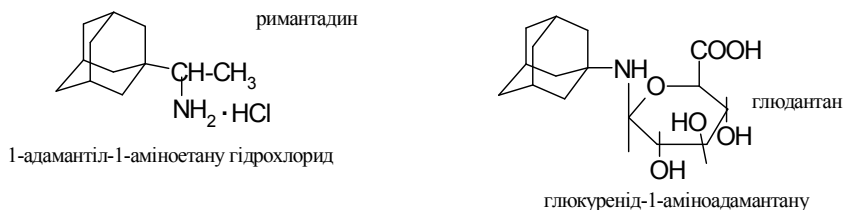
Мідантан (амантадин) – перший синтетичний антигрипозний засіб у світі. Його почали застосовувати у 1967 році, пізніше було відкрито його антипаркінсонічний ефект. Механізм дії включає стимуляцію виділення дофаміну з нейрональних депо, підвищення чутливості дофамінових рецептів до дії медіатора. Синтезують мідантан в три стадії: бромовання адамантану, нуклеофільне заміщення броду формамідом і наступний гідроліз N-формільної групи в кислому середовищі:



Ще один препарат на основі адамантану – римантадин – ефективний проти вірусу грипу типу А, простого герпесу, кліщового енцефаліту, а також має протитоксичну та імуномодельюючу дію. На відміну від леводопи (класичного антипаркінсоніка), амантадин діє швидше та має мінімальні побічні ефекти. За рахунок високої ліпофільності його молекула легко долає гематоенцефалічний бар'єр.

Глюдантан – приклад хімічної модифікації структури лікарського засобу з метою зниження токсичності та поліпшення фармакокінетичних властивостей. Механізм його дії подібний до мідантану, але введення залишку глюконової кислоти зменшує токсичність препарату і поліпшує проходження крізь гематоенцефалічний бар'єр.

На сьогоднішній день кількість похідних адамантану, введених в медичну практику суттєво збільшилась.



Висновки. Похідні адамантану - унікальні противірусні препарати, які здатні контролювати функціональну активність нервової та імунної систем, регулювати гомеостаз, посилювати опірність організму до вірусних і бактеріальних інфекцій.

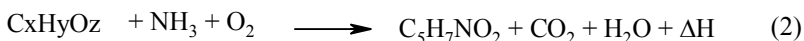
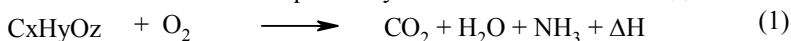
5. Біоорганічні методи очищення газоподібних викидів

Вікторія Когут

Національний університет харчових технологій

Вступ. На сьогоднішній день проблема забруднення атмосферного повітря постала особливо гостро, адже постійно зростає кількість промислових підприємств, які є головними постачальниками забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Тому захист повітря від забруднення має вирішальне значення для запобігання деградації навколишнього середовища, і останнім часом серед методів очищення атмосфери набувають великої популярності саме біологічні методи очищення.

Матеріали і методи. Біологічні способи очищення базуються на вилученні компонентів забруднення газоподібних викидів в ході біодеградації під дією мікроорганізмів. Технологія очищення газоподібних викидів ґрунтується на розкладанні мікроорганізмами шкідливих речовин, що містяться в газоповітряній суміші - бактерії окиснюють органічні сполуки до вуглекислого газу і води. Сумарні реакції біохімічного окиснення в аеробних умовах схематично виглядають так [1]:



де $C_xH_yO_zN$ - всі органічні речовини;

$C_5H_7NO_2$ - умовна формула клітинної речовини бактерій;

ΔH - енергія.

Реакція (1) показує характер окиснення речовини для задоволення енергетичних потреб клітки (катаболічний процес), реакція (2) – для синтезу клітинної речовини (анаболічний процес). Витрати кисню на ці реакції складають БПК_{повне}. На даний час технологія біологічного очищення газоподібних викидів представлена біореакторами, відомими як біофільтри, крапельними біофільтрами, біоскруберами та мембранними біореакторами [2].

Результати. Використання біотехнологічних методів для охорони навколишнього середовища, зокрема атмосфери, є перспективним напрямком в сучасній екологічній біотехнології. Залежно від виду мікроорганізмів, які можливо використовувати у процесі очищення викидів, на одному і тому ж обладнанні можна здійснити очищення різноманітних компонентів забруднень газоповітряного потоку

Висновки. Біологічні способи очищення відпрацьованих газів є конкурентоспроможними, мають низькі капітальні та експлуатаційні витрати, але недоліком виступає повільний запуск до експлуатації і обмежена надійність, наприклад, в результаті зміни умов навколишнього середовища. Тому перспективним напрямком розвитку даного способу очищення має бути розвиток реакторів з регульованою мікробною біомасою, онлайн контроль за процесом очищення.

Література.

1. Кричковська, Л. В. Процеси та апарати біологічної очистки та дезодорації газоповітряних викидів. Монографія / Л. В. Кричковська, О. В. Шестопапов, Г. Ю. Бахарєва, К. В. Слісь. – Харків: НТУ «ХП», 2013. – 200 с.
2. Herrygers, Herman Van Langenhove, and Willy Verstraete // Process Engineering of Biological Waste Gas Purification. – Biotechnology Set, Second Edition – 2008. – P. 258 – 274.
- 3.

6. Дослідження фізико-хімічних та мікробіологічних показників антибіотиків

Соломія Миколів

Національний університет харчових технологій

Вступ. Антибіотики — органічні речовини, які синтезуються мікроорганізмами в природі для захисту від інтервенції інших видів мікроорганізмів. Як правило, антибіотики виділяють з живих бактерій або грибів. На сьогодні одержано також значну кількість синтетичних антибіотиків, які відрізняються модифікаціями функціональних груп природних антибіотиків та є більш ефективними. Характерною особливістю антибіотиків є їх здатність порушувати певні ланки обміну речовин мікроорганізмів або дію деяких ферментів.

Матеріали та методи. Реакція з ферум(III) хлоридом (1 мл 1 М розчину натрій гідроксид, кислота хлоридна розведена і 0,1 мл розчин ферум(III) хлорид), реакція на хлорид-іони з α -нафтолом (1 мл 1 М розчину кислоти хлоридної, 2 мл розчину 5 г/л α -нафтолу у 1 М розчині натрій гідроксиду), реакція з реактивом Несслера (0,5 мл реактиву Несслера), реакція на сульфати (1 мл кислоти хлоридної розведеної і 1 мл розчину барій хлориду), мальтольна проба (0,5 М розчин натрій гідроксиду, розчин ферум (III) хлориду), реакція на сульфати (0,1 мл сульфатної кислоти), реакція на хлориди (0,1 мл хлористоводневої кислоти), реакція на лактамне кільце (розчин формальдегіду в сірчаній кислоті), метод паперових дисків (виращування на підсушеному м'ясо-пептонному агарі, тест-культура – *Staphylococcus aureus*), антибіотики стрептоміцин, тетрациклін, ністатин, бензилпеніцилін.

Результати. Стрептоміцин ідентифікують за утворенням фіолетово-червоного забарвлення при додаванні до розчину субстанції α -нафтолу і натрій гідроксиду в лужному середовищі. Також розчин цього антибіотика дає характерну реакцію на сульфат-іони (поява білого осаду). При нагріванні препарату з 0,5 М розчином натрій гідроксиду виділяється амоніак та утворюється мальтол (α -метил- β -окси- γ -пірон), який утворює фіолетове забарвлення з розчином ферум (III) хлориду в кислому середовищі (мальтольна проба). Стрептоміцин при додаванні реактиву Несслера змінюється з білого кольору на бурий. Коли до розчину даного антибіотика додати розчин натрій гідроксиду, нагріти додати невеликий надлишок кислоти хлоридної розведеної та розчин ферум (III) хлориду з'являється фіолетове забарвлення. Слабко-жовте забарвлення з'являється при додаванні розчину кислоти хлоридної, α -нафтолу у 1 М розчині натрій гідроксиду і подальшому нагріванні. Пігулка ністатину з 0,1 мл розчину хлористоводневої кислоти дає коричневе забарвлення, яке з часом переходить у фіолетове. При додаванні сульфатної кислоти, порошок тетрацикліну став фіолетовим, а при додаванні води до цієї суміші стає жовтим. У реакції на лактамне кільце з розчином формальдегіду в сірчаній кислоті у пеніцилінової субстанції з'явилось червоно-коричневе забарвлення. Золотистий стафілокок (тест-культура *S.aureus*) є високочутливою культурою до стрептоміцину та еритроміцину, малочутливий до бензилпеніциліну, чутливий до ністатину та тетрацикліну.

Висновки. Досліджено методи визначення антибіотиків різних класів. Стрептоміцин можна виявити у реакціях з ферум (III) хлорид, з α -нафтолом, з реактивом Несслера, мальтольнім пробі, а пеніцилін – за реакціями лактамного кільця.

7. Використання полі-N-вінілпіролідону в медицині

Дмитро Куц, Владислав Гончаренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Полі-N-вінілпіролідон (ПВП) широко використовується в медицині та фармакохімічній технології [1]. Наявність піролідонового циклу в структурі матеріалу на основі ПВП обумовлює його біологічну спорідненість з живими клітинами. Амідні групи в бічному ланцюзі ПВП стійкі до теплової обробки в водному розчині до 110 – 130°C. Цей факт дозволяє використовувати ПВП для виготовлення твердих дисперсій, таблеток, ін'єкційних препаратів, які стерилізуються тепловою обробкою.

Матеріали і методи. В роботі проведений огляд сучасної наукової літератури, яка стосується застосування полі-N-вінілпіролідону в медицині. Об'єктами досліджень були композиції на основі ПВП, що застосовуються для створення нових, зокрема пролонгованих лікарських форм.

Результати. Макромолекули ПВП в водному розчині мають високу здатність до комплексоутворення (з йодом, з азобарвниками, фенолами, амінокислотами, поверхнево-активними сполуками, полімерами, білками і ін.). Цю властивість ПВП широко застосовують в медицині для створення дезінтоксикаційного препарату відомого як «Гемодез» (водно-солевий розчин ПВП з ММ 10000-12000 містить 6% ПВП), який має ще й властивості протишокового кровозамінника.

Здатність ПВП до комплексоутворення використовується також для пролонгації дії лікарських речовин (ЛР), для чого застосовуються їх розчини в цих полімерах. У таких розчинах зростає вдвічі-втричі і більше тривалість дії лікарського препарату при одночасному зниженні токсичності. Наприклад, комплекс ПВП + морфін (морфілонг) [1].

ПВП та його кополімери в більшості випадків знижують токсичність низькомолекулярних біологічно активних речовин, які знаходяться в комплексі з полімером. Наприклад, комплекс ПВП – I₃⁻, в якому токсичність йоду суттєво знижена (йод не опікає тканини і не сублимується) [2].

На основі кополімера N-вінілпіролідону з кротоновою кислотою та катаміна АБ (диметилбензилалкіламоній хлорид, у якому алкільний замісник містить від 8 до 17 атомів Карбону) створено антисептичний лікарський препарат «Катапол», який дозволено використовувати на підприємствах харчової промисловості. Комплекс з полімером дозволяє значно знизити токсичність лікарського засобу.

Досліджено вплив ПВП на динаміку вивільнення протизапального лікарського препарату амізон у фізіологічний розчин. Показано, що підвищення гідрофільності ПУ матриці сприяє більшому виходу лікарської речовини до модельного середовища.

Висновки. Макромолекули ПВП завдяки своїм фізико-хімічним властивостям можуть суттєво впливати на біологічну активність лікарських препаратів та сприяти пролонгації терміну їх дії на організм людини.

Література.

1. Кирш, Ю.Э. Поли-N-винилпирролидон и другие поли-N-виниламиды: Синтез и физико-химические свойства / Ю.Э. Кирш. – М.: Наука, 1998. – 252 с.
2. Кудыкин, М.Н. Поливидон-йод в основе лечения инфекционных ран / М.Н. Кудыкин // Русский медицинский журнал. – 2013. – № 34. – С. 1755 – 1757.

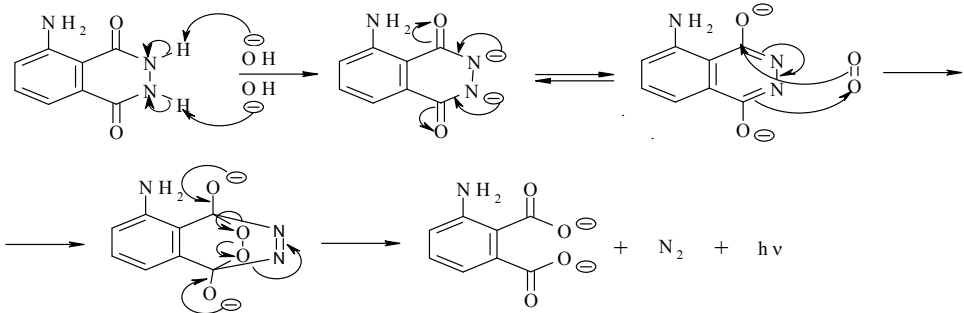
8. Хемілюмінесценція люмінолу

Катерина Севертока, Вероніка Калабська
Національний університет харчових технологій

Вступ. Хемілюмінесценція – випромінювання світла під час перебігу хімічної реакції (підвищення температури при цьому не спостерігається). Лише невелика група органічних та неорганічних сполук здатна до яскравого «холодного сяйва». Відбувається окиснення цих органічних сполук під дією H_2O_2 або O_2 . Безумовно, з вивченням явища хемілюмінесценції пов'язане вирішення багатьох питань різних галузей науки.

Матеріали і методи. Люмінол – 5-аміно-2,3-дигідро-1,4-фталазидіон або гідразид 3-амінофталевої кислоти. Приготували лужний розчин люмінолу: 2 г люмінолу розчинили в 300 мл дистильованої води з додаванням 0,8 г NaOH . До 100 мл цього розчину прилили 100 мл 3 % розчину H_2O_2 . Як каталізатор використовували калію гексаціаноферат (III). В роботі проведений огляд сучасної наукової літератури, яка стосується галузей застосування люмінолу.

Результати. Хемілюмінесценція люмінолу спостерігається тільки в лужному середовищі, для створення якого використовують NaOH , $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NaOH}$, Na_2CO_3 . Реакція люмінолу в лужному середовищі з киснем має вигляд:



Продуктом реакції є азот та молекули 3-амінофталевої кислоти в збудженому електронному стані. При поверненні із збудженого до основного електронного стану виділяється фотон. Колір світіння – блакитний. Дослідили, що оптимальний рівень $\text{pH} = 9 - 12$. В якості каталізаторів використовують солі Ферруму, Купруму, Кобальту. Дослідили, що в присутності каталізатора $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ з підвищенням температури інтенсивність світіння зменшується. За низьких температур світіння триваліше.

Висновки. Люмінол — хемілюмінесцентний індикатор при кислотно-основному, окисно-відновному, комплексонометричному титруванні. Люмінол реагує з залізом, що входять до складу гемоглобіну крові, тому має широке застосування у судовій експертизі при виявленні слідів крові. Люмінол використовується також при проведенні різних біологічних досліджень [1]. Натрієва сіль люмінолу відома як лікарський препарат «Галавіт» з протизапальної та імуномодельючої дії, яка зумовлена здатністю впливати на функціонально-метаболічну активність макрофагів.

Література.

1. Владимиров, Ю.А. Активированная хемилуминесценция и биолуминесценция как инструмент в медико-биологических исследованиях / Ю.А. Владимиров // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т.7, №1. – С.16-23.

9. Таксол – сполука «лідер» серед сучасних протиракових лікарських засобів

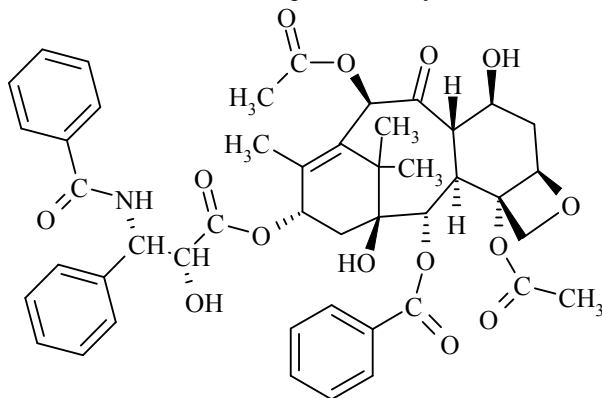
Наталія Петренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Таксол, сполука природного походження з унікальною протипухлинною активністю, тривалий час не знаходив широкого застосування через складну технологію виділення та низький вміст діючої речовини у сировині. На сьогоднішній день розроблений повний синтез цієї сполуки, проте він має 40 стадій, а вихід цільової речовини не перевищує 4%. Тому актуальною є проблема пошуку як нових сировинних джерел, так і нових методів синтезу таксолу.

Матеріали і методи. На основі огляду літературних даних у сучасних наукових джерелах проаналізовано найважливіші нові методи синтезу таксолу, а також аналогів, що не поступаються таксолу в біологічній активності.

Результати. Одним з найперспективніших протипухлинних препаратів на сьогоднішній день є таксол – терпеноїд, який був виділений з ялівця *Taxus brevifolia*. Як показали клінічні дослідження, таксол має дуже сильну цитотоксичну дію. Під впливом таксолу органели клітини, що приймають участь у поділі клітин, припиняють функціонування, і пухлина зупиняється у рості. Оскільки лише для одної терапевтичної дози у 300 мг потрібно екстрагувати 3 кг кори ялівця, гостро стала проблема синтезу цієї сполуки. Проте молекула таксолу має складну будову, до того ж містить 11 асиметричних атомів Карбону, тобто 2048 оптичних ізомерів, з яких лише один є аналогом природної сполуки. Складність молекули та її незвичайна будова завжди були потужними стимулами для постановки завдання хімікам синтетикам. Інтенсивні дослідження дозволили у 1994 р. розробити повну синтетичну схему одержання таксолу. Згодом, було з'ясовано, що таксол можна одержати напівсинтетичним шляхом, хімічною трансформацією більш доступної природної сполуки, що містить основний каркас таксолу.



Молекула таксолу

Висновки. Експериментальний матеріал, проаналізований у роботі свідчить, що у живій природі існують речовини, що здатні лікувати навіть онкологічні захворювання. Проте одержання таких сполук є складною експериментальною задачею, яка вимагає значних зусиль та коштів.

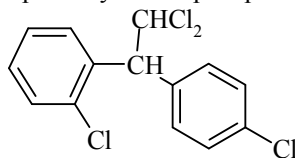
10. Створення нової лікарської форми хлодитану

Владислав Лазебник, Анастасія Скороход
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Мета роботи. Створення нової лікарської форми інгібітора гормонування *o,n'*-ДДД – 1-(*o*-хлорфеніл)-1-(*n'*-хлорфеніл)-2,2-діхлоретану (комерційні назви: хлодитан, міготан, лізодрен).

Методи і матеріали. Застосовувались традиційні методи органічного синтезу; фізико-хімічні методи дослідження (ІЧ-, УФ-, ПМР-спектроскопія, газова хроматографія). Обладнання – набір лабораторної скляної посуду, прилади для нагрівання, магнітні мішалки, спектрофотометри UR-20, Varian VXR-300, Shimadzu UV-3100, газовий хроматограф “Хром-5”.

Результати. Розвиток фармацевтичної науки відбувається не тільки в напрямку пошуку нових лікарських засобів, але й шляхом створення нових лікарських форм. Так, для лікування хвороби Іценка-Кушинга та злоякісних пухлин кори надниркових залоз з метою усунення гіперпродукції гормонів і позбавлення хворого від пухлинного процесу широко використовується препарат *o,n'*-ДДД:



З метою підвищення ефективності *o,n'*-ДДД, зменшення дози та побічних ускладнень при його застосуванні нами запропонована ін'єкційна форма препарату.

Нами оптимізовано трьохстадійну схему синтезу *o,n'*-ДДД і відпрацьовані оптимальні умови для її здійснення, що дозволило підвищити вихід цільового продукту. Для створення ін'єкційної форми *o,n'*-ДДД були досліджені більше 150 комбінацій з 14 дозволених ДФУ розчинників. Встановлено, що найефективнішим є 5 % розчин в суміші розчинників (70 % пропіленгліколю, 20 % етанолу, 10 % N,N-диметилацетаміду). Ця суміш не викликає емболії у піддослідних тварин при внутрішньовенному введенні, вона не гідролізується, не окиснюється протягом тривалого часу. LD₅₀ 5 % розчину для ін'єкції становить 460 мг/кг, тобто він є безпечним при терапевтичному застосуванні.

Досліджені деякі параметри (кольоровість, ідентифікація, механічні включення, об'єм, що витягується, кількісне визначення, термін придатності) для створення нормативно аналітичної документації на ін'єкційну форму *o,n'*-ДДД.

В даний час проводяться доклінічні дослідження для встановлення хронічної токсичності.

Висновки. Створена парентеральна лікарська форма інгібітора функції кори надниркових залоз *o,n'*-ДДД. Проведені її дослідження для створення аналітично нормативної документації на препарат, що включали 13 показників відповідно вимогам ДФУ.

Література.

1. Бальон, Я.Г. Дослідження гострої токсичності парентеральної форми *o,n'*-ДДД (хлодитану) / Я.Г. Бальон, В.А. Ховака, О.В. СімуровЮ.А. // Фармакол. лік. – 2012. – №3 (16). – С.12-16.

11. Хімічні складові настрою

Анна Мартинюк

Національний Університет Харчових Технологій

Вступ. Їжа – це не лише паливо для організму. Від неї також залежить здоров'я людини та її настрої. Вживання певних груп продуктів дозволяє отримати насолоду або відчути емоційний вибух. Певні хімічні речовини відповідають за дію продукту на організм людини.

Матеріали і методи. В тезах використовувався контент-аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел.

Результати. Досить часто буває, що з деяких причин улюблений продукт протипоказаний людині, проте бажання його з'їсти – величезне. Дієтологи пропонують не відмовлятися з'їсти невеликий шматок смаколика. Це не нашкодить здоров'ю, проте надасть неймовірне задоволення та покращить настрої.

Що ж це за такі чудодійні продукти та які речовини вони містять?

1. Банани містять багато серотоніну – амінокислоти, що поліпшує контакт між нервовими волокнами та нервовими клітинами. Його також називають гормоном радості. Ще однією складовою бананів є триптофан. Під дією цих речовин й з'являється гарний настрій.

2. Шоколад містить збуджуючі речовини теобромін і метилксантин, від яких підвищується сексуальність. Шоколад допомагає мозку виробляти в достатній кількості триптофан та серотонін. Крім того, в шоколаді міститься багато простих вуглеводів, що необхідні для оперативної роботи мозку.

3. Хліб та цукор. Глюкоза – головне джерело енергії для мозку. Проте чистий цукор миттєво потрапляє в кров і його вплив на роботу головного мозку швидко проходить, хоч на якусь мить ми стаємо розумнішими, добрішими та щасливішими. Також усі вуглеводи можна розглядати як прекрасне джерело триптофану.

4. Оливкова та інші рослинні олії містять вітамін F, який складається з поліненасичених жирних кислот. Цей вітамін важливий для серцево-судинної системи: він перешкоджає розвитку атеросклерозу та покращує кровообіг. Поліненасичені жирні кислоти зменшують запальні процеси в організмі, покращують живлення тканин.

5. Півні дріжджі, мука грубого помолу несуть бадьорість та гарний настрій завдяки вітамінам B₁, B₆ і ніацину. Недостатня кількість цих вітамінів погіршує самопочуття, викликає подразливість, знижує концентрацію уваги. Через їх дефіцит з'являється безсоння та серцево-судинні захворювання. Без ніацину нервова система не може нормально працювати – з'являється швидка втомлюваність, зникає апетит, втрачається вага.

6. Риба та м'ясо є джерелом вітаміну B₆, який прискорює білковий обмін та кровотворення. Його дефіцит призводить до депресії, втрати апетиту, анемії та інших суттєвих порушення в організмі. Намагайтесь не забувати регулярно вживати ці продукти – тоді гарний настрій забезпечений.

Висновки. Здоров'я, самопочуття та гарний настрій людини значною мірою залежать від складових продуктів, якими вона харчується.

12. Амінопохідні п'ятичленних гетероциклів в синтезі анельованих піридинів

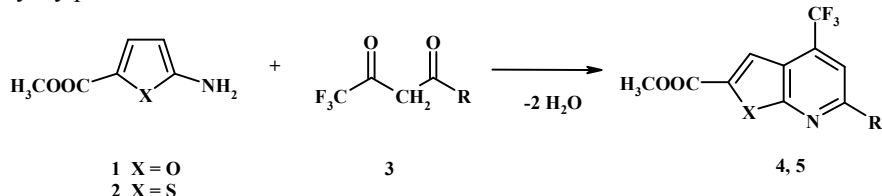
Гнат Данилевич

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Амінопохідні електронозбагачених гетероциклів вивчалися в реакціях гетероциклізації з 4,4,4-трифлуоро-3-оксобутанолами з метою синтезу анельованих похідних піридину.

Матеріали і методи: заміщені амінопохідні тіофену і фурану, 4,4,4-трифлуоро-3-оксобутанон, методи органічного синтезу і досліджень будови органічних сполук (ЯМР ^1H і ^{13}C).

Результати. Електроноакцепторний вплив трифлуорометильної групи сприяє підвищенню часткового позитивного заряду на С-атомі карбонільної групи у C^3 -положенні diketону. З іншого боку, потужний електронодонорний ефект аміногрупи, замісника першого роду, біля C^2 -атома гетероциклу підвищує реакційну здатність C^3 -атома по відношенню до електрофільних реагентів. Встановлено, що амінопохідні C^5 -заміщених тіофену і фурану реагують з 4,4,4-трифлуоро-3-оксобутанолами з утворенням конденсованих систем фуранопіридину і тіофенопіридину. Реакції відбуваються при нагріванні відповідних реагентів у середовищі оцтової кислоти. За перебігом процесу спостерігали, застосовуючи методи хроматографії. Вихід продукту реакції становить 75 - 95%.



Одержані речовини є стійкими і виявляють ароматичний характер, про що свідчать дані спектроскопії ЯМР ^1H і ^{13}C .

Висновки. Запропонований метод синтезу анельованих піридинів є простим, одностадійним і базується на використанні доступних реагентів. Відомо, що багато заміщених похідних піридину виявляють біологічну активність, тому розробка і вивчення нових методів їх синтезу є актуальними.

Література.

1. Ковалёва С. А., Чубарук Н. Г., Толмачев А. А., Пинчук А. М., (2001), 1,2-Дигидропиразоло(тиено)-1λ⁵-[2,4,1]-дизафосфинины, *Химия гетероциклических соединений*, № 9, с. 1287-1289
2. Volochnyuk D. M., Pushechnikov A. O., D. G. Krotko, D. A. Sibgatulin, S. A. Kovalyova, A. A. Tolmachev, (2003), Electron-Rich Amino Heterocycles for Regiospecific Synthesis of Trifluoromethyl-Containing Fused Pyridines, *Synthesis*, No. 10, pp.1531–1540.

13. В'язкість водних розчинів інуліну

Анна Сусь

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Сучасні технології виробництва функціональних харчових продуктів ґрунтуються на модифікації їх складу та збагаченні корисними інгредієнтами. Перспективним інгредієнтом у виробництві дієтичних та функціональних продуктів харчування є інулін, який позитивно впливає на їх реологічні та органолептичні властивості.

Для того, щоб забезпечити продукту збалансований харчовий профіль, необхідно досконально вивчити фізико-хімічні властивості складових, зокрема їх в'язкість у різних умовах.

Матеріали та методи. В роботі було досліджено водні розчини інуліну, виділеного з клубенів топінамбуру з концентрацією від 1% до 5% в інтервалі температур від 20 до 60°C. Кінетичну, відносну і питому в'язкість визначали за допомогою віскозиметра ВПЖ-2 (діаметр капіляру 0,73 мм).

Результати. Розведені розчини високомолекулярних сполук слід розглядати як термодинамічно стійкі (однофазні) системи, що представляють собою справжні розчини речовин з великою молекулярною вагою. Розведеними розчинами зазвичай вважають розчини таких концентрацій, при яких молекули розчиненої речовини практично не взаємодіють одна з одною. Беручи до уваги величезний розмір макромолекул полімеру, зрозуміло, що ця концентрація повинна бути дуже малою, і вона тим менше, чим більше молекулярна маса полімеру. Такі розчини мають дві основні ознаки, що відрізняють їх від розчинів низькомолекулярних речовин:

- 1) сильна дія невеликих домішок на розчинність і в'язкість;
- 2) мала швидкість процесів, що включають агрегацію і диспергування агрегатів молекул.

Відомо, що в'язкість розчинів полісахаридів знаходиться в прямій залежності від ступеня їх полімеризації або розгалуженості. Тому вимір в'язкості таких розчинів дозволяє судити про величину молекули, тобто визначити молекулярну вагу ланцюгових полімерів, якщо відомі константи цієї системи. Вимірювання в'язкості дає можливість точного спостереження змін молекулярної маси, наприклад, в процесі розщеплення або, навпаки, зростання макромолекули. Для цієї мети служить віскозиметричний метод, який набув широкого застосування в зв'язку з простотою експерименту, малою тривалістю вимірювань, можливістю проводити вимірювання при різних температурах і використанням різних розчинників. У роботі ми безпосередньо вимірювали в'язкість водних розчинів інуліну.

Висновки. В результаті проведених досліджень було виявлено залежність в'язкості досліджуваних розчинів інуліну від температури та концентрації. Одержані експериментальні дані свідчать про низьку молекулярну масу інуліну, виділеного з клубенів топінамбуру.

14. Синтез і дослідження краун-етерів як полідентатних лігандів

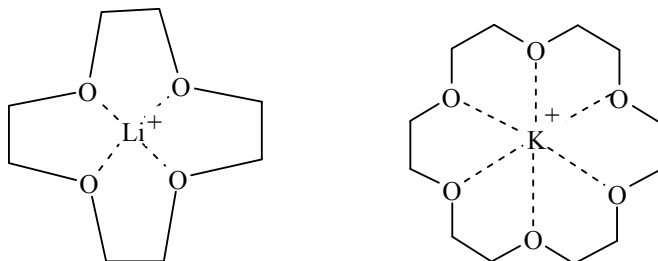
Марина Ярош

Національний університет харчових технологій

Вступ. Краун-етери – органічні макрогетероциклічні сполуки, що містять ендоциклічні атоми Оксигену, Нітрогену або Сульфуру. Краун-етери є полідентатними лігандами і здатні утворювати відносно стійкі комплексні сполуки з катіонами металів. Перспективним є дослідження вибіркової взаємодії різноманітних краун-етерів з катіонами металів.

Матеріали і методи. Огляд наукових літературних джерел. Поліфункціональні похідні ациклічних органічних сполук, методи органічного синтезу.

Результати. Краун-етери є циклічними молекулами, які побудовані з етиленових містків, що чергуються з атомами Оксигену (інколи Сульфуру або Нітрогену). Форма таких молекул нагадує корону, звідси пішла і їх назва (*англ.* crown – корона). Здатність краун-етерів утворювати міцні комплекси з катіонами зумовлена просторовою будовою макромолекули і наявністю вільних електронних пар гетероатомів, орієнтованих всередину макроциклу. Міцність утвореного комплексу з катіоном певного металу визначається розміром молекулярної «порожнини», а також кількістю і природою гетероатомів і функціональних груп. Найбільш стійкими є комплекси з катіонами, розміри яких відповідають розмірам «порожнини» макромолекули.



Краун-етери здатні утворювати комплексні сполуки різноманітної будови. Якщо розмір «порожнини» гетероциклу менший за катіон, можливе утворення «сандвіч-структури». У випадку, коли розмір «порожнини» переважає над розміром катіону, одна макромолекула здатна утримувати два катіона.

Висновки. Доступність різноманітних функціоналізованих краун-етерів, їхня вибіркова взаємодія з катіонами металів, здатність розчинятися у воді і органічних рідинах забезпечують перспективність використання цих сполук у різноманітних сферах, наприклад, у якості міжфазних каталізаторів, у медицині, а також для очищення природних вод від катіонів важких металів, знезараження ядерних відходів виробництв (стронцій-90, цезій-137, технецій-99) та ін.

20.5.
Physical and colloid
chemistry

Chairperson – professor Georgii Sokolskyi
Secretary – Igor Fesych

Підсекція 20.5.
Фізична, колоїдна хімія та
хімічна технологія

Голова – професор Георгій Сокольський
Секретар – ст. викладач Ігор Фесич

1. Технологія виробництва інуліну

Людмила Гриц, Олена Подобій
Національний університет харчових технологій

Вступ. Інунін – це резервний вуглевод, що входить до складу багатьох рослин. Промислово його отримують з цикорію шляхом екстракції гарячою водою.

Інунін це полідисперсний лінійний вуглевод, що складається головним чином (але не виключно) з фруктозних фрагментів, з'єднаних $\beta(2\rightarrow1)$ -зв'язками. У топінамбурі міститься близько 14-19% інуліну.

Матеріали і методи. На основі аналізу літературних джерел досліджено технологію отримання інуліну з бульб топінамбуру.

Результати та обговорення. Основними процесами отримання інуліну, які впливають на якість кінцевого продукту є подрібнення, екстракція, фільтрація та сушка готового продукту.

При виробництві інуліну з топінамбуру для подрібнення бульб використовують картоплерізки, у даній роботі запропоновано заміна їх на бурякорізки. Вибір бурякорізок замість терток для картопляних бульб обумовлений тим, що у процесі стирання рослинної тканини відбувається механічне руйнування біополімерного ланцюга інуліну на дрібніші ланки. При нарізанні топінамбуру на бурякорізці таке руйнування менш виразне.

Бульби топінамбуру промивають, подрібнюють на бурякорізках і змішують з водою при гідромодулі суміші 1:8. Суміш направляють в екстрактор роторно-кавітаційного типу, в якому проводять її нагрівання до температури 40°C. При цій температурі суміш піддають кавітаційному впливу протягом 20 хв при числі кавітації 0,28.

Отриману пульпу скеровують для відділення соку, який проходить грубе, а потім тонке очищення перед ультрафільтрацією. Ультрафільтрацію проведуть на установці типу AP-2 на порожнистих волокнах з діаметром пор $1,8 \cdot 10^{-6}$ м. Процес здійснюють при швидкості потоку 0,3 м/с і тиску 0,18 Па до вмісту в ньому сухих речовин 15%.

Очищений від високомолекулярних сполук сік надходить на установку типу фільтр-прес з мембранами типу AP-6 з розміром пор $0,4 \cdot 10^{-6}$ м, де проводять його концентрування до вмісту сухих речовин 21%. Процес ведуть при тиску 0,6 Па і швидкості потоку 0,6 м/с.

Отриманий концентрат подають на іонообмінні колонки з аніонітом АВ-17 і катіонітом КУ-2-6, де здійснюють його очищення від солей і низькомолекулярних сполук.

Очищений і освітлений концентрат із вмістом інуліну 20% і сухих речовин 23% направляють на сушку, яку проводять при 70°C в псевдокиплячому шарі шляхом розпилення концентрату на наповнювач, виконаний з інертного матеріалу.

Отриманий порошокподібний продукт має вологість не більше 10%. Порошок інуліну білого кольору, але допускається сіруватий відтінок. Порошок інуліну містить, золи не більше 0,8, моносахаридів – 0,2; дисахаридів – 0,3; трисахаридів – 0,2.

Висновки. Запропоноване технічне рішення дозволяє збільшити вихід інуліну з інуліновмісної сировини, підвищити ефективність його очищення і знизити його втрати в процесі технологічної обробки.

2. Технологія отримання кавового масла зі шלאму кави

Олена Кичата, Олександр Макаренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Кавове масло - м'яка маса світло-коричневого кольору, з характерним запахом кави, має не високу температуру плавлення.

Ліпідна фракція кави складається в основному з триацилгліцеролів, стеролів і токоферолів □ типових складових більшості рослинних олій. Крім того, масло кави містить дитерпени сімейства каранів в пропорції до 20% від загального числа ліпідів.

Матеріали і методи. На основі аналізу літературних джерел досліджено технологію отримання кавового масла із шלאму кави та зроблені відповідні висновки.

Результати та обговорення. Для виділення олії кави з метою використання в якості матеріалу для детального вивчення його хімічного складу, необхідна екстракція прямими розчинниками без обробки кислотами, в лабораторних умовах з використанням апарата Сокслета. Деякі дослідники використовували діетиловий ефір, петролейний ефір з різним діапазоном точки кипіння, н-гексан і суміш діетилового ефіру і н-гексану.

Відомим промисловим методом, є вилучення кавового масла із кавового шלאму та відходів виробництва кави.

Кавовий шлам – це порошкоподібна маса вологістю 79-82%, темно-коричневого кольору, з вираженим ароматом кави. Найбільш цінними компонентами шלאму, перспективними для подальшої переробки є: олія кави (7 – 17%).

Лінія для отримання кавового масла з кавового шלאму та відходів виробництва кави містить дві послідовно встановлені установки аналогічного виконання для обробки сировини спиртом і екстракції вуглеводневим розчинником. Кожна з установок включає горизонтальний шнековий протиточний екстрактор, збірник екстракту, фільтрування, центрифугу, необігріваним провітрювати барабан і конденсатор пари, причому між першим і другим екстрактором встановлена дробарка молоткового або дискового типу. Лінія забезпечує умови для повного витягання масла шляхом насичення сировини спиртом і відведення ароматичного екстракту, що містить кофеол перед основною екстракцією.

Висновки. Отримане кавове масло має вологість не більше 15% при цьому допускається невелике відхилення. Готове кавове масло має виражений аромат та смак кави, інтенсивний темно-коричневий колір, в'язкої консистенції.

Таким чином, запропоноване технічна лінія дозволяє збільшити вихід масла кави з шלאму кави, підвищити ефективність його очищення від кефеолу і знизити його втрати в процесі технологічної обробки.

Масло кави містить речовини з антиоксидантними і антимуагенними властивостями, зменшує алергічні прояви на шкірі, заспокоює подразнення (за відсутності алергічної реакції на каву). Встановлено, що масло кави зменшує вікові зміни шкіри, розгладжує зморшки, діє як ультрафіолетовий фільтр.

3. Перспективи застосування рослинних екстрактів, котрі містять протоберберинові алкалоїди, в косметичних засобах

Вячеслав Длужевський, Світлана Бондаренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. З року в рік у світі зростає потреба у лікувальних та косметичних засобах, котрі б зміцнювали здоров'я та подовжували красу людини. Важливу роль у розробці таких засобів відіграють природні біологічно активні сполуки, а серед них і алкалоїди. Виходячи з цього, метою роботи був огляд літературних джерел щодо перспективи застосування протоберберинових алкалоїдів у лікувальній косметичці.

Результати та обговорення. Серед протоберберинових алкалоїдів, в основі структури яких лежить тетрациклічна система, відома як бербін, найбільш розповсюдженим є берберин (рис. 1). Він міститься у рослинах різних родин, зокрема Барбарисових, Лютикових, Макових, Рутових, як наприклад, в *Berberis vulgaris*, *Berberis aquifolium*, *Argemone mexicana*, *Chelidonium majus* та ін.

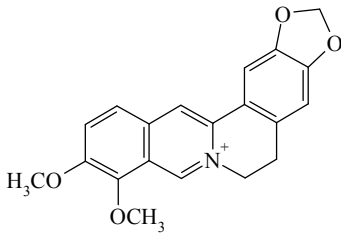


Рис. 1. Берберин

Класичні методи вилучення берберину ґрунтуються на екстрагуванні спиртом в нейтральному середовищі чи з додаванням оцтової кислоти з наступним видаленням супутніх речовин та виділенням алкалоїду у вигляді хлориду чи йодиду. Модифіковані варіанти вилучення

включають мікрохвильове опромінення або екстрагування під тиском [1].

Берберин виявляє широкий спектр біологічної дії, зокрема протизапальну, антибактеріальну, антимікробну, протиракову активність [1, 2]. Виходячи з цього, застосування рослинних екстрактів, які містять берберин, в лікувальній косметичці має широкі перспективи.

Для забезпечення стабільності, збереження біологічної активності й підвищення біодоступності активних інгредієнтів лікувальних засобів застосовують різні технології їх інкапсулювання. У випадку введення в косметичні засоби рослинних екстрактів, що містять протоберберинові алкалоїди, доцільним є дослідження можливості їх інкапсулювання на крохмалях, пектинах та інших біополімерах, які широко застосовуються як згущувачі.

Висновки. Показано, що фармакологічні властивості протоберберинових алкалоїдів зумовлюють можливість їх застосування в косметичних засобах з лікувальною дією. Доцільним є дослідження особливостей інкапсулювання цих сполук на гідрофільних біополімерах.

Література.

1. Nechepurenko, I. V. Berberine: Chemistry and Biological Activity / I. V. Nechepurenko, N. F. Salakhutdinov, G. A. Tolstikov // Chemistry for Sustainable Development -2010. - Vol. 18. - P. 1-23.

2. Advances in structural modifications and biological activities of berberine: an active compound in traditional Chinese medicine / Z.-J. Huang, Y. Zeng, P. Lan, P.-H. Sun *et al.* // Mini Rev. Med. Chem. -2011. - Vol. 11. - P. 1122-1129.

4. Порівняльна оцінка замороженої й сухої сировини для отримання антоціанових барвників

Алла Таволжан, Світлана Бондаренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Представниками природних барвників гетероциклічної будови є антоціани, які не лише володіють фарбувальною здатністю, а й виявляють антиоксидантну, протизапальну, антиканцерогенну активність, відіграють важливу роль у профілактиці серцево-судинних захворювань, ожиріння та діабету [1].

Матеріали та методи. В роботі використані плоди чорниці та чорної смородини. Частину плодів заморожували в морозильній камері, де і зберігали до дослідження, іншу частину – сушили при 40 – 45 °С, а потім досушували при 55 – 60 °С. Для якісного аналізу сировини використовували тонкошарову хроматографію (ТШХ) на пластинках “Сорбфіл ПТСХ-АФ-А-УФ”. Кількісний аналіз екстрактів проводили методом спектрофотометрії в УФ-області за допомогою “ULAB 102”.

Результати та обговорення. Виходячи з того, що антоціани можуть легко руйнуватись під впливом світла, температури, при високих значеннях рН, метою дослідження була порівняльна оцінка замороженої та сухої рослинної сировини для одержання антоціанових барвників на прикладі плодів чорниці та чорної смородини.

Екстрагування антоціанів з заморожених плодів й вичавків, а також із сухих плодів чорниці та чорної смородини проводили 96 %-вим етанолом, який містив 1 % хлоридної кислоти, при співвідношенні сировина – екстрагент 1 : 50 на киплячій водяній бані протягом 0.5 год.

Якісний аналіз вмісту антоціанів в отриманих екстрактах проводили методом ТШХ в системі *n*-бутанол – оцтова кислота – вода (4 : 1 : 2). В усіх випадках домінуючим антоціаном був ціанідин-3-О-глюкозид (R_f 0.36). Крім того, в екстрактах чорниці виявлений антоціан з R_f 0.51, який не змінює свій колір при додаванні розчину $AlCl_3$, що свідчить про відсутність в молекулі пірокатехінового фрагменту і характерно для похідних мальвідину.

Кількісний вміст антоціанів у вилученнях визначали спектрофотометрично за величиною оптичної густини у максимумі поглинання при 546 нм. Вміст суми антоціанів у заморожених плодах та вичавках, а також в сухих плодах чорниці та чорної смородини у відсотках в перерахунку на ціанідин-3-О-глюкозид обчислювали з врахуванням питомого показника поглинання цього антоціану при 546 нм в 96 %-вому етанолі, що містить 1 % HCl [2]. Як виявилось, вміст суми антоціанів в заморожених плодах чорниці й чорної смородини складав 8.69 % і 2.34 % відповідно. В свою чергу екстракт сухих плодів чорниці містив 1.54 % антоціанів, чорної смородини – 1.06 % антоціанів у перерахунку на ціанідин-3-О-глюкозид. Варто зазначити, що вміст антоціанів у заморожених вичавках чорниці й чорної смородини складав 10.15 % і 2.69 % відповідно.

Висновок. Результати дослідження показали перевагу замороженої сировини над сухою для отримання антоціанових барвників. Крім того, обґрунтована доцільність використання заморожених вичавків як джерела антоціанів.

Література.

1. He, J. Anthocyanins: Natural Colorants with Health-Promoting Properties / J. He, M. M. Giusti // Annual Rev. Food Sci. Technol. - 2010. - Vol. 1. - P. 163 - 187.
2. Francis, F. J. Analysis of anthocyanins / Anthocyanins as food colors / F. J. Francis. - London: Academic Press, 1982. - P. 181 - 207.

5. Вибір раціонального харчування та введення харчових добавок в раціон харчування людей, схильних до діабету 2-го типу.

Віталіна Шамардак, Олександр Макаренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Захворювання на цукровий діабет є однією із нагальних проблем сучасного людства. Лише в Україні на кінець 2013 року було зареєстровано більше 1300000 хворих, і ця цифра щороку збільшується на 5-7 % [1]. Тому вибір раціонального харчування в профілактиці цукрового діабету є нагальною проблемою.

Матеріали та методи. Використовувались продукти харчування, доступні на ринку України, рівень цукру в крові вимірювали портативним глюкометром «Assuchek Active».

Результати та обговорення. Продукти харчування людини складають собою, в основному, збалансований комплекс білків, жирів та вуглеводів. Звичайно, вони містять і інші необхідні біологічно активні речовини та мінерали. Але для хворих на цукровий діабет особливо важливо знати, чим вони харчуються. Цукровий діабет, як відомо, ділиться на два типи: інсуліно- та не інсулінозалежний. Причина діабету 2-го типу полягає в зниженні чутливості інсулінозалежних клітин до інсуліну. Це, звичайно, може бути викликано наявністю надлишкової ваги та малорухомого способу життя. Попередити хворобу або значно полегшити її протікання може бути правильно вибрана дієта та лікувальна фізкультура. Стан хворих на діабет контролюють за рівнем цукру в крові, який складає: в крові натще: 70-99 мг/дл (3.9-5.5 ммоль/л), в крові через 2 години після їжі: 70-145 мг/дл (3.9-8.1 ммоль/л), у будь-який час: 70-125 мг/дл (3.9-6.9 ммоль/л). У випадку, який ми розглядаємо, підозра на цукровий діабет була діагностована, коли рівень цукру в крові натще складала близько 10 і на протязі дня піднімалась вище 15 разом із іншими ознаками.

Хворим на цукровий діабет вкрай важливо контролювати рівень вуглеводів, які вони споживають. При цьому вкрай важливо відмовитись від вживання цукру та жирних продуктів. Кількість вуглеводів контролюють за так званими «хлібними одиницями» (ХО). За 1ХО приймається кількість продукту, що містить 10 - 12 г вуглеводів. Одна некомпенсована інсуліном ХО підвищує рівень цукру у крові на 1,5 - 1,9 ммоль/л. Також важливо знати глікемічний індекс (ГІ) харчового продукту.

У розглянутому випадку підозрюваний на цукровий діабет, окрім цукру, повністю відмовився від споживання жирної та високовуглеводної їжі. З раціону була повністю виключена картопля, рис, окрім пропареного), веркове масло, обмежене споживання рослинної олії. В раціоні почали використовуватись такі крупи, як гречка, перлова крупа, ячнева крупа, сочевиця, спаржа, зелений горошок, не жирне м'ясо і риба. На протязі двох місяців, без використання цукрознижуючих препаратів рівень глюкози плавно знижувався до середньо добових нормативів. Вага зменшилась на 10 кг. Як харчові добавки використовували висівки житні та клітковину з насіння льону разом із сиром та кефіром.

Висновок. Своєчасна терапія з дієтою та лікувальною фізкультурою може допомогти уникнути або полегшити протікання цукрового діабету.

Література

1. Проект « Концепція Державної цільової програм «Цукровий діабет на період до 2018 року», http://www.moz.gov.ua/docfiles/pp5023_2013_dod1.pdf (03.03.2016)

6. Перспективи та шляхи використання карагінанів

Марина Ладонько

Національний університет харчових технологій

Вступ. Гідроколоїди, вироблені з водоростей, широко застосовують в харчовій промисловості при створенні м'ясних, молочних, рибних та желеподібних продуктів із заданими структурами та властивостями. Розвиток харчової промисловості призводить до зростання необхідності природних колоїдів. Крім створення харчових продуктів заданої структури, вони надають продуктам певного смаку та лікувально-профілактичні властивості. У зв'язку з цим у світі активно розробляються та вдосконалюються технології промислового виробництва гідроколоїдів із сировини рослинного походження.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури та аналіз шляхів використання харчової добавки у різних галузях промисловості. Найбільш розповсюджено використання карагінану у харчовій промисловості, перспективним є застосування у косметичній галузі.

Результати та обговорення. Причиною широкого використання карагінану є його здатність загущувати практично будь-які харчові продукти, утворюючи прозорий гель. Якість цього гелю можна істотно змінювати з допомогою інших полісахаридів, а особливо камеді рожкового дерева. У сучасних харчових продуктах карагінан відіграє важливу роль, надаючи їм необхідну текстуру, структуру і фізичну стабільність, підвищуючи якість і вихід шинки, сосисок і продукції з м'яса птиці. Для приготування гелів на водній основі і глазури для тортів і тістечок вже давно використовують швидкожелуючий карагінан. Карагінан входить до складу соусів, підлив, загущуючи їх і стабілізуючи емульсію. Обґрунтовано його застосування також у виробництві питного молока та молочних десертів. Завдяки взаємодії з білками невелика кількість карагінану стабілізує какао і покращує «відчуття в роті». У присутності карагінану підвищується стабільність збитих вершків і топінгів. Запобігаючи відділення сироватки і утворення кристалів льоду в заморожених молочних продуктах, у тому числі морозиві, карагінан підвищує їх стабільність. Звичайне дозування – 5-10 г/кг продукту. У медицині каппа-карагінан використовують як замітник агару при проведенні вірусологічних та імунологічних досліджень, в якості антипухлинного, антизапального агенту. Він є основою поживних середовищ, а також застосовується для приготування таблеток і капсул. Відомо, що карагінан уповільнює згортання крові, інгібує пухлинні метастази. Крім харчової та медичної галузей карагінан використовують як стабілізатор при виготовленні косметичних засобів: лосьйонів, кремів та шампунів. Карагінан надає шкірі м'якість і бархатистість, а волоссю - блиск і шовковистість. Карагінани використовують для збільшення в'язкості зубних паст. Відомо застосування карагінану і в текстильній промисловості.

Висновки. Карагінани мають великий спектр використання у різних галузях народного господарства. Основним їх призначенням є утворення гелів, тому карагінани широко використовуються в якості емульгаторів, стабілізаторів, загусників. Також, вони приймають участь у регулюванні гомеостазу, мають імуностимулюючу і антикоагулянтну властивості, перспективним є їх використання у харчових та косметичних продуктах функціонального призначення.

7. Антибактеріальні властивості флавоноїдних сполук

Вікторія Сліпньова, Світлана Бондаренко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Практичному застосуванню флавоноїдів все частіше приділяють належну увагу, адже ці сполуки мають безліч цінних властивостей та широкий спектр фармакологічної дії. Метою даного дослідження є пошук та систематизація літературних даних щодо антибактеріальної дії флавоноїдів, що буде корисним для подальшої розробки рецептур косметичних засобів чи технології біологічно активних добавок.

Матеріали та методи. У роботі були використані аналіз, порівняння та узагальнення, тобто теоретичні загальнонаукові методи. В ролі інформаційних джерел використовувались наукові роботи закордонних вчених, опубліковані в періодичних виданнях.

Результати та обговорення. Флавоноїдні сполуки проявляють різнопланову біологічну дію. Протягом багатьох століть препарати, що містять флавоноїди, використовувались в народній медицині, як антибактеріальні засоби. Так, флавоно апігенін, акацетин, хризин та флавоном кверцетин входять до складу прополісу, який здавна відомий своїми цілющими властивостями. Завдяки вмісту флавонів байкалеїну та вогоніну, шоломниця байкальська понад тисячу років використовується в китайській медицині для лікування інфекцій порожнини рота [1].

Значний антибактеріальний потенціал, наряду з антиоксидантною та естрогенною дією, демонструють ізофлавоноїди, як наприклад дайдзеїн, геністеїн, біоханін А, формонетин, що зумовлює широкі перспективи їх застосування у засобах догляду за шкірою.

Серед флавонолів, для яких характерна антимікробна дія, варто відзначити кверцетин, кемпферол, морін та їх глікозиди [1]. Володіючи антиоксидантними властивостями, ці сполуки гальмують процес старіння клітин, виявляють регенеративну та протиалергічну дію.

Особливої уваги заслуговують катехіни, які виявляють антимікробну дію по відношенню до широкого спектру мікроорганізмів. Позитивні результати застосування цих флавоноїдів були отримані при різних інфекційних захворюваннях шкіри та очей. Крім того, катехіни, знижують ризик виникнення карієсу [2].

Варто зазначити, що флавоноїди з антибактеріальною дією, які, до того ж, є ще й антиоксидантами, можуть сприяти подовженню термінів зберігання харчових продуктів та косметичних засобів.

Висновки. Широкий діапазон терапевтичних можливостей флавоноїдів, наряду з низькою токсичністю, дає всі підстави для пошуку серед представників цього класу нових протимікробних засобів. Цінні фармакологічні властивості цих сполук зумовлюють доцільність їх введення в косметичні засоби та створення на їх основі біологічно активних добавок.

Література.

1. Cushnie, T. P. T. Antimicrobial activity of flavonoids / T. P. T. Cushnie, A. J. Lamb // *Int. J. Antimicrob. Agents.* -2005. - Vol. 26. - P. 343-356.
2. Cowan, M. M. Plant Products as Antimicrobial Agents / M. M. Cowan // *Clin. Microbiol. Rev.* -1999. - Vol. 12. - P. 564-582

8. Біологічна активність природних ауронів та їх аналогів

Владислав Данильченко, Антоніна Попова

1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 – Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України

Вступ. Аурони – похідні 2-бензиліденбензофуран-3(2H)-ону, які складають мінорний підклас флавоноїдів. Структурна подібність між ауронами, халконами та флавонами спонукає дослідників до пошуку в ряду ауронів сполук, які виявляють біологічну активність, властиву іншим підкласам флавоноїдів. Метою даної роботи є пошук та систематизація літературних даних щодо дослідження біологічних властивостей ауронів.

Матеріали та методи. У роботі були використані загальнонаукові і спеціальні методи. Зокрема, метод аналізу та синтезу, узагальнення та наукової абстракції. Інформаційною базою дослідження виступають роботи зарубіжних вчених, опубліковані в міжнародних періодичних виданнях.

Результати та обговорення. Одним з важливих напрямків вивчення біологічної активності ауронів є дослідження їх протипухлинної активності. Відомо, що природний аурон гамільтрон, деякі 5,6,7-триметоксіяурони, а також 6-алілокси-4'-трифторметилаурон є потенційними селективними цитотоксичними агентами по відношенню до різних ліній ракових клітин [1]. Показано також, що деякі похідні ауронів залучені до іншого механізму протипухлинної дії. Так, 7-(N-метил)-піпередінілаурони є інгібіторами циклінзалежних кіназ CDK1 та CDK2 [2], висока активність яких призводить до неконтрольованої проліферації ракових клітин.

Не менш важливою біологічною властивістю ауронів є їх антиоксидантна дія. Природні гідроксіяурони та їх синтетичні аналоги з пірогалольним та флороглюциновим фрагментами виявляють високу антиоксиданту активність в методах її оцінки, заснованих на здатності речовин захоплювати вільні радикали [1].

Аналогічно флавонам та ізофлавонам деякі аурони володіють антибактеріальними властивостями. Наприклад, 6,7-дигідроксіяурони пригнічують ріст патогенної бактерії *Streptococcus pneumoniae* [3], а гетероаурони, у яких кільце В представлено імідазольним або фурановим циклом, виявляють антибактеріальну дію по відношенню до *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Bacillus subtilis* [1].

Природні аурони сульфуретін та аурузидин володіють противірусною активністю, інгібуючи розвиток вірусів грипу А та гепатиту С відповідно [1]. Дослідження останніх років також показують високий потенціал ауронів та їх похідних як потенційних агентів для лікування хвороби Альцгеймера, розсіяного склерозу та діабету [1].

Висновки. Природні аурони та їх синтетичні аналоги володіють широким спектром біологічних властивостей. Отже, їх подальше дослідження сприятиме пошуку нових біологічних агентів з протираковою, антибактеріальною, противірусною та антиоксидантною дією.

Література.

1. R. Haudecoeur and A. Boumendjel, *Curr. Med. Chem.*, 2012, **19**, 2861-2875.
2. J. Schoepfer, H. Fretz, B. Chaudhuri, L. Muller, E. Seeber, L. Meijer, O. Lozach, E. Vangrevelinghe and P. Furet, *J. Med. Chem.*, 2002, **45**, 1741-1747.
3. M. G. Thomas, C. Lawson, N. M. Allanson, B. W. Leslie, J. R. Bottomley, A. McBride and O. A. Olusanya, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 2003, **13**, 423-426.

9. Технологічні властивості та шляхи використання ксантанової камеді (E415)

Ірина Лупеха, Ніна Райчук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Харчові стабілізатори, загусники та гелеутворювачі одержують з багатьох природних джерел, включаючи мікроорганізми, наземні і морські рослини. Ці інгредієнти впливають на вміст вологи, а також на структуру, плинність, стабільність і споживчі властивості харчових продуктів. Постійна увага вчених до цих речовин зумовлена важливістю гідроколідів для харчових технологій та косметичної галузі.

Матеріали і методи. В якості об'єктів дослідження нами була обрана камідь ксантану. **Ксантанова камідь E415 (ксантан, камедь кукурудзяного цукру, ксантанова смола, ксантановий віск, xanthan, xanthan gum)** – природний полісахарид; натуральна харчова добавка, яка використовується для виробництва продуктів харчування в якості стабілізатора, загусника, гелеутворювача, засобу для капсулювання, зволожуючого засобу в косметичній промисловості.

Результати та обговорення. Молекула ксантанової камеді має целюлозний каркас з боковими ланцюгами навколо, які його захищають і роблять камідь стабільною в широкому інтервалі значень рН, концентрацій солі, гліцерину та спирту. Цей жорсткий каркас сприяє також збереженню в'язкості при нагріванні. Слід відмітити, що завдяки високоупорядкованій сітці «клубків» жорстких молекул розчини ксантанової камеді володіють в'язкопружними властивостями слабого гелю.

Ксантанова камідь високостабільна під дією ферментів, так що її можна використовувати в присутності багатьох ферментів, що містяться в сировині, або внесені цілеспрямовано, в тому числі амілаз, протеаз, пектиназ і целюлаз.

У харчовій промисловості ксантанову камідь використовують дуже широко.. Ксантанова камідь стабілізує емульсії і суспендує часточки та спеції. Її додають в багато молочних продуктів: йогурти, коктейлі, сирки, м'які, плавлені сири, солодкі десерти, морозиво. Найчастіше ксантанову камідь використовують у виробництві салатних соусів. Псевдопластичність цієї камеді надає соусам гарні наливні властивості. Здатність ксантанової камеді до швидкої гідратації робить її ідеальним компонентом швидкорозчинних сухих концентрованих напоїв, супів та десертів. При виробництві кондитерських виробів ксантанова камідь виступає в якості закріплювача кремів, шоколадних паст і горіхових начинок для цукерок. В тісті при випіканні хліба, булочок і тістечок, тортів, вона дозволить надовго зберегти випічку пишною і свіжою. В косметичній промисловості камедь додають у креми і лосьйони, оскільки вона добре зволожує шкіру і допомагає активним речовинам проникнути в пори. Гелі та пінки для укладання волосся завдяки ксантановій камеді відмінно лягають, утримують форму і не стікають. E415 допомагає зубній пасті бути однорідною і щільною.

Висновки. Ксантанова камідь широко використовується в харчовій, медичній та косметичній промисловості. Її стабільність та реологічні властивості ідеально підходять як виробникам так і споживачам. Вона виступає в якості сильного згущувача, стабілізатора, гелеутворювача, зволожувача і засобу для капсулювання лікарських препаратів. Встановлено, що ксантанова камедь впливу на організм майже не має, оскільки вона не засвоюється в процесі травлення і не проникає в кров, що надає їй переваги над іншими гідроколідами.

10. Визначення ступеня етерифікації пектину титриметричним методом

Альона Кравченко, Наталія Сабадаш

Національний університет харчових технологій

Вступ. Пектин – "універсальна" харчова добавка Е-440, яка використовується в харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловості. Він є природним полісахаридом, який поєднує в собі властивості структуроутворювача та біологічно активної сполуки. Структуроутворення у продуктах із пектином проявляється у його здатності формувати міцні гелі, надавати стійкості емульсіям, загущувати харчові маси. Основна властивість пектину – виведення із організму людини солей важких металів, токсинів, радіонуклідів, що накопичуються, пестицидів та ін.

У косметичних кремах пектин додають як стабілізатор, структурний гелеутворювач та емульгатор природного походження. Пектин включають в рецептуру косметичних омолоджуючих, зволожуючих, стимулюючих, регенеруючих, загоюючих засобів.

Важливим показником якості пектину є ступінь етерифікації (СЕ), який характеризується співвідношенням метоксильних карбоксильних груп полігалактуранової кислоти. Високоетерифіковані пектини утворюють якісні драглі при рН 3.5, вмісті сухих речовин понад 55%, мають ступінь етерифікації (кількість етерифікованих карбоксильних груп на кожні 100 карбоксильних груп пектинової кислоти) більше 50%. Низькоетерифіковані пектини утворюють драглі лише в присутності іонів кальцію, їх драглеутворююча здатність не залежить від величини рН і вмісту сухих речовин, мають ступінь етерифікації нижче 50%.

Метою роботи було визначення ступеня етерифікації природного пектину отриманого з різних видів сировини за допомогою титриметричного методу аналізу.

Матеріали і методи. Для отримання пектину нами було обрано 3 види пектиновмісної сировини: яблука, цитрусові та картопля – одні з найпоширеніших видів сировини для виробництва пектину.

Дослідження проводилися з використанням стандартних методів аналізу. Визначали вміст пектину та його якісні показники (кількість вільних та етерифікованих карбоксильних груп, метоксильованих карбоксильних груп) титриметричним методом, який заснований на титруванні лугом попередньо виділених і підготовлених пектинових речовин до і після гідролізу.

Також було визначено: вміст баластних речовин у пектині, вміст пектину в промитому порошок та в товарному пектині.

Результати та обговорення. В результаті дослідження було встановлено, що найбільшу ступінь етерифікації мають пектин з яблучних та цитрусових вичавок – 69,8 % та 61,4 %, відповідно, які добре розчинні у воді; цитрусово-картопляний – 47,7 %, малорозчинний.

Висновки. Встановлено, що пектин з яблучних та цитрусових вичавок – високоетерифікований (СЕ 50% і більше), цитрусово-картопляний – низькоетерифікований (СЕ менше 50%).

Визначено, що залежно від походження, пектин має різну драглеутворюючу здатність та по-різному розчиняється у воді.

Отримані результати можуть бути використані в подальших дослідженнях з метою раціонального застосування пекту в косметичних засобах.

11. Обґрунтування доцільності виробництва харчової добавки - лецитину (Е322) з насіння соняшника

Вікторія Вержак, Тетяна Бойчук

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Однією з основних груп харчових добавок є емульгатори. До них належать речовини, які при додаванні до харчового продукту, забезпечують можливість утворення і зберігання однорідної дисперсії двох чи більше не змішуваних рідин. Найбільш затребувані в цій групі природні емульгатори - лецитини (Е 322), що не мають шкідливого впливу на здоров'я людини.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд літератури та аналіз шляхів отримання харчової добавки Е 322 з різних видів сировини.

Результати та обговорення. Лецитин - ефективний поверхнево активний агент з широким спектром застосування. У присутності двох не змішуваних рідких фаз лецитин знижує поверхневий натяг і діє як емульгатор. Коли необхідна взаємодія між твердою і рідкою фазою, лецитин діє як змочувальний і диспергуючий агент. При використанні між твердими фазами речовина виступає як мастильний агент і агент звільнення (не прилипання до форм). Завдяки цьому він знаходить широке застосування в харчовій промисловості. Широко застосовується лецитин в косметичній промисловості. Лецитин є джерелом фосфоліпідів. Це основний «будівельний» елемент клітинних мембран. У великій кількості лецитин міститься в мозку, нервовій системі, печінки та є діючою речовиною гепатопротекторів – препаратів, що захищають і відновлюють клітини печінки. У промисловості лецитин отримують з побічних продуктів виробництва рослинних олій, таких, як соєва, соняшникова, рапсова, оливкова. Даний спосіб є економічно та екологічно вигідним на сучасному етапі розвитку харчової промисловості України, коли надзвичайно актуальним є питання про безвідходне виробництво продукції. Основними процесами отримання лецитину, які впливають на якість кінцевого продукту, є екстракція ацетоном фосфатидного концентрату (система рідина – тверде тіло), фільтрація та сушка готового продукту.

Висновки. Україна володіє необмеженим сировинним джерелом отримання лецитину. Це, насамперед, фосфатидні концентрати соняшникових олій. За складом основних хімічних елементів фосфоліпідний комплекс соняшника і сої однакові. Однак у соєвих бобах поряд з корисними речовинами містяться і речовини, які негативно впливають на організм людини. Видалення цих речовин потребує додаткових витрат на технологічну обробку, що призводить до подорожчання продукту. В насінні соняшника немає шкідливих для організму сполук, які потрібно видаляти, тому технологія його переробки набагато простіша, а продукт не поступається за якістю і ефективністю кращим зразкам закордонних соєвих лецитинів. Порівняльний аналіз характеристик лецитину із соняшнику з його соєвим аналогом (проведений фірмою «Лукас Меер», ФРН) показав, що їх основні показники є подібними, а за деякими показниками соняшниковий лецитин переважає соєвий.

12. Методи вольтамперометричного визначення мальтолу в харчових продуктах

Анна Обламська, Георгій Сокольський

Національний університет харчових технологій

Вступ. Мальтол (Е 636, 3-гідроксо-2-метил-4-пірон та деякі його похідні) — підсилювачі смаку та аромату, широко використовуються в хлібопекарській, кондитерській промисловості, при виробництві солодових напоїв, пиві, молочно-шоколадних виробах. За деякими даними мальтол виявляє залежно від дози токсичність, що проявляється через апоптоз з МДК = 200 мг кг⁻¹. Тому розробити та застосувати зручний та недорогий метод надійного визначення мальтолу в харчових продуктах та косметичних засобах є актуальним завданням.

Матеріали і методи. Розроблено низку методик визначення мальтолу методами спектрофотометрії, рідкої хроматографії з амперометричним детектуванням, газової хроматографії, мас-спектрометрії, рідкої хроматографії високої роздільної здатності, проточно-інжекційного аналізу з хемілюмінісцентним детектуванням. Розробленню електрохімічних сенсорів на мальтол приділяється значна увага з причин простоти, швидкості виконання, високої чутливості та дешевизни. Для харчових напоїв не потребують спеціальних підготовчих процедур [Junwei Di et al, 2004]. Опубліковано вольтамперометричні методики (ВА) з використанням: вугільного пастового електроду [Jing Zhou et al, 2012], скловуглецевого електроду, модифікованого зольгель осадженням SiO₂ (SiO₂/GCE) [Junwei Di et al, 2004], поліамінокислотами: полі(L-триптофаном) (Ptry/GCE) [M Chao, 2014], полі(L-фенілаланіном) (PLPA/GCE) [Xinying Ma, 2013], ртутного електроду — полярометрична [M. F. Barroso, 2008].

Результати та обговорення. Проаналізовано наявні вольтамперометричні методики на предмет застосування для аналізу вмісту мальтолу та його похідних у харчових продуктах та косметичних засобах. Зазначається незворотній характер електрохімічного окиснення/відновлення мальтолу в усіх випадках з дифузійним контролем процесу, відтворюваність, а також застосованість до реальних зразків харчових продуктів.

Використання ртутного крапельного електроду є стандартним відповідно до полярометричних методик та, незважаючи на ряд переваг (легкість досягнення граничної густини струму; безперервне оновлення електродної поверхні, достатню стійкість-металевої ртуті в кислотах і лугах; високе перенапруження водню на ртуті) токсичність ртуті є головним недоліком щодо застосування. Лінійний діапазон спостерігався в межах $5,0 \times 10^{-8}$ до $3,5 \times 10^{-7}$ М мальтолу методом циклічної вольтамперометрії (ЦВА) для контрольованого відновлення мальтолу при -1,0 В відносно AgCl/Ag (в нас. KCl). Виконання вугільного пастового електроду включає корпус з наскрізним каналом в кінці якого розміщена електропровідна вугільна паста. Для GCE електроду аналіз вмісту мальтолу в напоях з попередньою ультрафільтрацією можливий в діапазоні 1×10^{-5} — 6×10^{-4} М. Для SiO₂/GCE скловуглецевого електроду лінійний діапазон складав 5×10^{-6} — 5×10^{-4} М для ЛВА експерименту. Найнижча межа визначення — 2 мкМ. Для Ptry/GCE електроду показано високу вибірковість щодо окиснення мальтолу в діапазоні $9,0 \times 10^{-5}$ — $3,8 \times 10^{-3}$; НМВ — $8,00 \times 10^{-6}$ М. Для PLPA/GCE електроду — $1,0 \times 10^{-7}$ — $4,0 \times 10^{-5}$; НМВ — $4,0 \times 10^{-8}$ М.

Висновки. ВА методи відрізняються простотою, швидкістю виконання, високою чутливістю тощо. Методи з використанням модифікованого скловуглецевого електроду (Ptry/GCE, PLPA/GCE, SiO₂/GCE) є чутливими електрохімічним методом з різними діапазонами концентрацій мальтолу в харчових продуктах.

13. Вольтамперометричне визначення аскорбінової кислоти на платиновому електроді

Ольга Тарасенко, Георгій Сокольський
Національний університет харчових технологій

Вступ. Аскорбінова кислота (E300)— харчова добавка з функцією антиоксиданта у харчових продуктах, косметиці тощо. Цікаво, що Л. Полінг — видатний хімік та Нобелівський лауреат активно пропагував вживання аскорбінової кислоти для боротьби з вільними радикалами й в організмі людини. Аскорбінову кислоту (АК) відрізняє повільна деградація під дією атмосферного кисню та ферментів. В натуральному вигляді вона зустрічається у фруктах, овочах тощо. Проблема контролю вмісту АК вимагає ретельного підбору аналітичних методик [1]. Серед інших методів вольтамперометрію (ВА) відрізняє експресність та простота виконання.

Матеріали та методи. Хроновольтамперограми реєстрували на універсальному потенціостаті-гальваностаті IPC-PRO з комп'ютерним інтерфейсом при швидкості зміни потенціалу 0,05–0,3 В/с. Поляризаційні дослідження виконували у стандартній триелектродній електрохімічній комірці. Потенціал вимірювали відносно стандартного хлоридсрібного електроду (ХСЕ) порівняння. Допоміжним електродом були платина (скловуглець).

Результати та обговорення. Приготовлено розчини аскорбінової кислоти в діапазоні концентрації (0,01—0,05 моль/л), в які було введено індиферентний електроліт. Нами було обрано калій хлорид (0,3 моль/л) як індиферентний електроліт. Проведено експеримент із визначення вікна потенціалів електроліту у нейтральному середовищі. Виявлено, що діапазон розгортки потенціалу може складати -1000 — 600 мВ (відносно ХСЕ). Вираженість максимумів ВА була

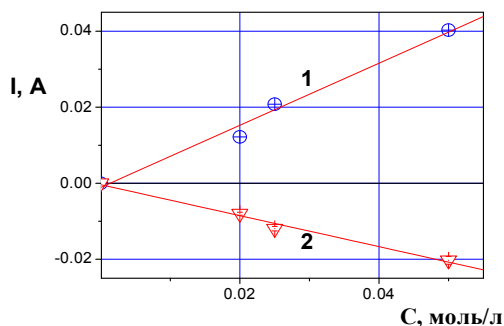


Рис. 1. Експериментальна залежність струму піків анодного окиснення(1) та катодного відновлення (2) від концентрації аскорбінової кислоти в 0,3М КСl на Pt електроді.

найкращою для швидкості сканування 100 мВ/с, тому саме цю криву для побудови калібрувального графіку залежності швидкості процесу (струму електрохімічного процесу) від концентрації було обрано. Нами показано наявність кореляції для піку відновлення з концентрацією аскорбінової кислоти (Рис. 1).

Висновок. ВА методика є простими та експресними та здатні до контролю вмісту аскорбінової кислоти в харчових продуктах.

Література.

A. M. Pisoschi, A. F. Danet, and S. Kalinowski. Ascorbic Acid Determination in Commercial Fruit Juice Samples by Cyclic Voltammetry // Journal of Automated Methods and Management in Chemistry 2008, 1—8.

14. Дослідження реологічних властивостей емульсійних кремів з добавками титан (IV) оксиду

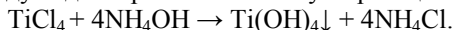
Олександр Кияшко, Ігор Фесич

Національний університет харчових технологій

Вступ. Емульсії є одним з найпоширеніших видів косметичної продукції. Реологічній поведінці косметичних емульсій приділяють велику увагу, оскільки саме реологічні властивості визначають такі характеристики як стабільність (агрегативна і седиментаційна стійкість) і споживчий вигляд (стан, зручний для практичного застосування).

Матеріали і методи. Як об'єкти дослідження були обрані аніонні та неіонні поверхнево-активні речовини (ПАР). Передбачалося, що досліджувана емульсія буде прямою (олія-вода), тому більшість використаних ПАР були водорозчинними. До складу олійної фази входив каприловий/каприновий тригліцерид, в якості регулятора в'язкості обрано цетеариловий спирт. Для приготування емульсійної бази косметичної композиції водну фазу додавали при ретельному перемішуванні до олійної при 70 °С. Отриману суміш охолоджували до 50 °С, не припиняючи при цьому перемішування та вносили титан (IV) оксид TiO₂. Вивчення структурно-механічних властивостей емульсій проводили на ротаційному віскозиметрі RHEOTEST 2.

Результати та обговорення. Гідрозолі TiO₂ одержували осадженням спиртового розчину титан (IV) хлориду водним розчином аміаку за реакцією:



Подальшу температурну обробку титан (IV) гідроксиду здійснювали за методикою, детально описаною в роботі [1].

Було встановлено, що найбільш вдалим стабілізатором емульсії є суміш ПАР при співвідношенні АПАР:НПАР = 5:1; така суміш дозволяє стабілізувати 6% мас. олійної фази; для надання необхідної в'язкості необхідний структуроутворювач у кількості 3-3,5% мас. Водна фаза була замінена на відповідні водні суспензії TiO₂.

Отримані композиції представляли собою однорідні, псевдопластичні системи. Присутність в композиції нанодисперсного TiO₂ призводить до помітного підвищення в'язкості, однак, це не заважає рівномірному розподілу композиції по шкірі і не погіршує його всмоктуваність.

Комплекс проведених досліджень дозволив розробити рецептуру косметичної емульсії, що може слугувати базою для отримання косметичних засобів певного цільового призначення. Запропоновано варіант отримання сонцезахисних кремів, в якості активних компонентів в яких виступатимуть наночастинки титан (IV) оксиду.

Висновки. В даній роботі досліджено реологічну поведінку косметичних емульсій з додаванням TiO₂. Показано, що композиції, що містять високодисперсний титан оксид, можуть представляти певний інтерес для виробників УФ – фільтрів на неорганічній основі.

Література.

1. Кузовкова, А.А. Влияние условий синтеза на свойства гидрозоля оксида цинка. / А.А. Кузовкова, А.П. Большаков, А.Г. Калмыков, О.В. Яровая, К.И. Киенская, Г.В. Авраменко, В.В. Назаров, А.В. Хорошилов // Химическая технология. – 2012.- №5. – с. 268 – 271.

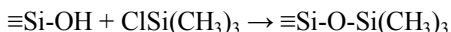
15. Отримання та застосування матеріалів з хімічно модифікованою поверхнею

Євген Д'ячук, Тетяна Колотуша
Національний університет харчових технологій

Вступ. Поверхнево модифіковані матеріали набувають все більшого значення в сучасних технологіях. Вони являють собою тверде тіло, на поверхні якого зафіксований дуже тонкий, практично мономолекулярний шар хімічних сполук. Фізичні властивості такого матеріалу визначаються властивостями твердого тіла, а хімічні в основному властивостями закріплених на поверхні сполук. В поєднанні утворюються матеріали з новими, іноді унікальними властивостями.

Матеріали та методи. В тезах аналізують матеріали численних вітчизняних та закордонних літературних джерел. В якості твердого тіла (матриці) розглядають в основному мінеральні (оксидні) системи. Останні вигідно відрізняються від органополімерних хімічною та термічною стійкістю, механічною міцністю, відсутністю набухання в органічних розчинниках та високою швидкістю масообміною. Вони містять хімічно активні поверхневі групи –ОН, здатні до реакцій з органічними та кремнійорганічними сполуками. В результаті таких реакцій на поверхні твердого тіла утворюється мономолекулярний шар органічних сполук, що різко змінюють в першу чергу адсорбційні властивості таких матеріалів.

Результати та обговорення. Ще в 1950-их роках стало ясно, що хімічне модифікування може бути використане для направленої зміни хімічних властивостей поверхні, в першу чергу її гідрофобності та гідрофільності. При використанні похідних органосиланів типу $R_nSiX_{(4-n)}$, останні утворюють з поверхневими силанольними групами кремнеземних матриць гідролітично стійкі зв'язки $\equiv Si-O-Si-C\equiv$. Наприклад:



При використанні органосиланів з різними функціональними групами можна отримати чисельні функціональні органокремнеземи. Таким чином в поверхневий шар вводяться органічні групи різної природи, які надалі теж можуть перетворюватись в інші групи в результаті послідовних хімічних реакцій в поверхневому шарі (метод «поверхневої зборки»).

Не дивлячись на існування величезної кількості таких матеріалів, їх будову можна представити наступним чином:



Висновки. Таким чином, хімічне модифікування стало методом синтезу нових матеріалів, які знайшли застосування як ефективні сорбенти, що вилучають йони важких металів з різних середовищ та фармацевтичні препарати з біологічних рідин. Оксидні носії, модифіковані комплексами перехідних металів, є гетерогенними каталізаторами, що суміщають селективність гомогенних металокомплексів з технологічними перевагами традиційних гетерогенних каталізаторів. Хімічно модифіковані оксиди незамінні в якості стаціонарних фаз для рідинної хроматографії. Також застосування реагентів, ковалентно закріплених на носії, є одним із методів синтезу в сучасній органічній хімії.

16. Формування мономолекулярних плівок на поверхні кремнезема в результаті полі- в полігетероконденсації низькомолекулярних силанів

Надія Любинська, Тетяна Колотуша

Національний університет харчових технологій

Вступ. Для вирішення багатьох практичних задач потрібні кремнеземи з ковалентно закріпленими гідрофобними органополімерними шарами. В деяких випадках (високоєфективна рідинна хроматографія (ВЕРХ) та ін.) виникають особливі вимоги до структури органополімерних шарів. Так для сорбентів ВЕРХ збільшення товщини полімерного покриття призводить до погіршення масообміну та суттєвої зміни геометричних характеристик вихідного кремнезема. В результаті отримують кремнеземи з невідтворюваними властивостями. Тому ціллю роботи був пошук умов формування двомірного поліорганосилоксанового шару на поверхні пористого амфотерного кремнезема.

Матеріали та методи. Використовували амфотерний кремнезем «силохром с-120» з питомою поверхнею $100 \text{ м}^2/\text{г}$ та середнім діаметром пор 26 нм. Традиційно в подібних випадках використовують поліконденсацію на поверхні кремнезема силанів загальної формули RSiCl_3 . Однак висока швидкість гідролізу і, як наслідок, поліконденсація органохлорсиланів не дозволяє надійно контролювати ступінь їх полімеризації, а отже структуру і товщину закріпленого полімерного шару. Тому ми використовували більш стійкий бутилтриетоксисилан (БТЕС). Структуру отриманих покриттів вивчали за допомогою ІЧ-спектроскопії, диференційного термічного, елементного та вагового адсорбційного аналізів.

Результати та обговорення. Поліконденсація БТЕС в традиційних умовах (у воді та водоорганічному середовищі) не призводить до утворення на поверхні кремнезема двовимірних гідрофобних шарів. У воді відбувається гідроліз модифікатора та утворення полімеру розгалуженої структури в розчині з подальшим закріпленням його на поверхні. При модифікуванні в органічному розчиннику з добавками води, утворений на поверхні органосилоксановий шар неоднорідний, його властивості не відтворювалися. Щоб цьому запобігти, спочатку кремнеземи обробляли БТЕС в безводному органічному розчиннику. В результаті на поверхні закріпляли мономерні бутилдіетоксисилільні групи, які потім зшивали різними три- чи біфункціональними силанами: БТЕС, дибутилдіетоксисиланом (ДБДЕС) і диметилдихлорсиланом (ДМДХС).

Встановлено, що використання для зшивки трифункціонального силану (БТЕС) призводить до практично повної втрати пористості носієм, мабуть, в наслідок утворення полімеру розгалуженої будови.

Висновки. Отже зшивання попередньо закріплених мономерних бутилетоксисилільних груп біфункціональним силаном (ДБДЕС) дозволяє отримувати покриття, що складаються в основному з лінійних органополімерних ланцюгів, які мають гідрофобні властивості (краєвий кут змочування водою \square дорівнює 84°). Додаткова обробка такого кремнезема диметилдихлорсиланом призведе до реакції гетерополіконденсації не прореагувавших на попередніх стадіях етоксигруп. Внаслідок чого на поверхні утворюється щільне полісилоксанове покриття з $\square = 130^\circ$.

17. Фазовий склад загартованих аморфно-кристалічних стрічок сплаву Al-Mn-Si

В'ячеслав Длужевський, Олексій Муратов
Національний університет харчових технологій

Вступ. Звичайні метали традиційно широко використовуються в машинобудуванні, приладобудуванні, у предметах побуту. Разом з тим на сучасному етапі розвитку промисловості необхідні нові матеріали з вузьким та унікальним спектром властивостей. Серед таких матеріалів останнім часом набули поширення металеві стекла. В даній роботі проведено рентгенодифракційний аналіз загартованих аморфно-кристалічних стрічок, визначений фазовий склад та морфологія досліджених зразків.

Матеріали та методи. Аморфні стрічки отримувалися швидким загартовуванням розплаву системи Al-Mn-Si складу 12 ат.% Mn та 20 ат.% Si. Загартовування відбувалося на напівпромисловій установці, що складається зі швидкообертаючогося мідного диску, який охолоджується рідким азотом, і на який подається розплав. Розплав виштовхується з сопла за допомогою тиску інертного газу. Розплав у кварcovій кюветі нагрівався за допомогою індуктивного нагрівача до температури максимум 1200 0C. Швидкість охолодження регулюється швидкістю обертання диску і становила до 105 К/с. Процес загартовування на диску відбувається на повітрі, а отримана стрічка збирається в приймач. Ширина стрічки складала 10 мм, а товщина — 30 мкм. З 45 г зразка отримувалася стрічка загальною довжиною біля 1,5 км.

Результати та обговорення. Аналіз зразків проводили на дифрактометрі рентгенівському загального призначення (ДРОН-3) з автоматизованою системою керування та запису експериментальних даних. Отримані дифрактограми аналізувалися за методом Рітвелда для визначення морфології та фазового складу зразків за допомогою вільного програмного забезпечення ReX [1]. Фазовий склад аморфно-кристалічних стрічок відповідає суміші кристалів алюмінію, кремнію та інтерметалічної сполуки α -(AlMnSi). Розмір кристалів складає приблизно 40 нм. Для дослідження отриманих стрічок методом TEM, вони електрохімічно полірувалися 15 % розчином чистої нітратної кислоти в метанолі при температурі рідкого азоту. Струм полірування складав 10 мА, напруга – приблизно 30 В. Після полірування зразок очищався від оксидів на поверхні за допомогою хромової суміші або концентрованої фторидної кислоти, потім промивався і висушувався. Товщина зразка після полірування не перевищувала 1000 Å. Фазовий склад аморфно-кристалічних стрічок відповідає суміші кристалів алюмінію, кремнію та інтерметалічної сполуки α -(AlMnSi). Розмір кристалів складає приблизно 40 нм.

Висновок. Отримані зразки з розміром 40 нм є перспективними з точки зору подальшого отримання нових матеріалів з унікальними механічними властивостями.

Література.

1. M. Bortolotti, L. Lutterotti and I. Lonardelli, *ReX: a computer program for structural analysis using powder diffraction data*, J. Appl. Cryst. (2009). 42, 538-539.

18. Фазовий склад відпалених стрічок сплаву Al-Mn-Si

Владислав Данильченко, Олег Мірошников

Національний університет харчових технологій

Вступ. Аморфні матеріали отримали широке застосування в промисловості завдяки своїм унікальним властивостям: ізотропія властивостей, висока механічна міцність, високий, у порівнянні зі звичайними металами, коефіцієнт електроопору тощо. Недоліком ширшого їх застосування є термічна нестабільність та фазові переходи, що відбуваються при роботі з цими матеріалами. Останнє призводить до руйнування матеріалу. В даній роботі проведено рентгенодифракційний аналіз відпалених аморфних стрічок, визначений фазовий склад та морфологія досліджених зразків. В роботі представлені результати відпалювання аморфно-кристалічних стрічок, що отримані швидким загартовуванням розплаву.

Матеріали та методи. Аморфно-кристалічні стрічки системи Al-Mn-Si складу 12 ат.% Mn та 20 ат.% Si відпалювали у атмосфері CO₂. Аналіз зразків проводили на дифрактометрі рентгенівському загального призначення (ДРОН-3) з автоматизованою системою керування та запису експериментальних даних. Отримані дифрактограми аналізувалися за методом Рітвелда для визначення морфології та фазового складу зразків за допомогою вільної програми ReX [1]. Диференційна сканувальна калориметрія (ДСК) проведена на приладі Netzsch DSC 404 F1 Pegasus.

Результати та обговорення. Фазовий склад відпалених стрічок відповідає суміші кристалів алюмінію, кремнію та інтерметалічної сполуки α -(AlMnSi). При відпалі фазовий склад матеріалу не змінюється, оскільки на дифрактограмах не з'являються додаткові піки при різних температурах відпалу. Слід зазначити, що розмір кристалів після відпалу закономірно збільшується приблизно до 140 нм зі збільшенням температури відпалу. Даний факт пов'язаний з процесами перекристалізації маленьких кристалів з утворенням більших. Аналіз диференційної сканувальної калориметрії загартованих зразків показав, що найбільш інтенсивний екзотермічний пік відповідає температурі процесу приблизно 330 °С. Остання відповідає інтенсивному процесу перекристалізації, що також підтверджено даними рентгенодифракційного аналізу. Найменша температура, при якій відбувається зміна структури загартованого зразку, дорівнює 290 °С, але цей процес не створює суттєвого впливу на структуру.

Висновок. Таким чином, вихідні аморфно-кристалічні зразки є досить термостабільними матеріалами і перспективними з точки зору подальшого отримання нових матеріалів.

Література:

1. M. Bortolotti, L. Lutterotti and I. Lonardelli, *ReX: a computer program for structural analysis using powder diffraction data*, J. Appl. Cryst. (2009). 42, 538-539.

19. Хімічна технологія отримання міцелярної води на основі ефірної олії виноградних кісточок

Анастасія Ярош, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій

Вступ. Міцелярна вода – дуже практичний засіб для очищення шкіри і зняття макіяжу без використання води, пінок та гелів. В основі міцелярної води лежить система міцел.

Виноградна олія – це комплекс ліпідів і жирних кислот, має світло-жовтий колір з зеленуватим відливом, з приємним смаком без сторонніх присмаків. Застосовується як для технічних цілей у лакофарбовій та хімічній промисловості, так і в якості повноцінного компоненту в харчових, діабетичних продуктах, а також в медицині й косметичній промисловості.

Метою дослідження було розробити рецептуру та отримати міцелярну воду на основі ефірної олії з виноградних кісточок.

Матеріали і методи. Міцелярна вода є потужним антиоксидантним засобом, а у комплексі з ефірною олією виноградних кісточок володіє біологічно активними властивостями, тому в якості об'єктів для досліджень було обрано виноградні кісточки різних сортів винограду та міцелярну воду.

Підібрано найбільш ефективний лабораторний метод вилучення ефірної олії з виноградних кісточок шляхом екстрагування та за допомогою набору фізико-хімічних та аналітичних методів аналізу визначено якісні та кількісні показники отриманої міцелярної води з додаванням ефірної олії з виноградних кісточок.

Результати. Отримана міцелярна вода за допомогою гомогенізації із додаванням біологічно активних речовин, основним компонентом яких стала ефірна олія виноградних кісточок, отримана методом екстракції з петролейним ефіром. Визначено оптимальні технологічні умови отримання та співвідношення компонентів згідно рецептури.

Визначені якісні показники міцелярної води на основі ефірної олії виноградних кісточок:

- високе значення йодного числа, а саме 231,8 г J_2 , свідчить про високу біологічну цінність міцелярної води;
- незначне значення перекисного числа (П.Ч. = 0,025 г J_2) свідчить про стійкість міцелярної води до зберігання та подальшої обробки.

Висновки. На основі опрацювання літературних джерел було показано, що сировинна база та технологія отримання міцелярної води з додаванням ефірної олії виноградних кісточок є досить доступними. Оцінка показників якості міцелярної води, за допомогою хімічних методів аналізу, показує збереження цінних біологічно активних компонентів та підтверджує високу якість отриманого продукту.

20. Сучасні методи та способи отримання ефірних олій для косметичної промисловості

Марина Бойко, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій

Вступ. Основною метою косметичного виробництва є використання рослинної сировини у продукції. Оскільки ефірні олії (масла) займають лідируюче положення серед компонентів рослинної сировини, що використовується в косметиці, то актуальним є вибір методу їх добування, щоб максимально збільшити вихід та рівень якості продукту. Основним завданням даної стадії є максимальне збереження цінних компонентів рослинної сировини, особливо летких. Виходячи з вищезазначеного можна констатувати, що розробка технологій добування ефірних олій для косметичної промисловості має важливе значення та потребує уваги.

Матеріали і методи. У ході вивчення даної теми широко використовувалися матеріали наукової літератури та інтернет-ресурсів. При дослідженні було використано методи аналізу та узагальнення, системного підходу.

Результати. У ході роботи було розглянуто сучасні методи отримання ефірних олій та подальше їх використання у косметичній промисловості. Серед них можна виділити такі основні:

відгонка з водяною парою - використовують у всіх випадках, коли сировина містить порівняно багато ефірної олії і коли температура перегонки (близько 100 °С) не впливає на якість ефірної олії.

механічний, з використанням пресів різної конструкції, інших пристроїв та машин - цей метод найчастіше використовується для видалення ефірних олій із шкірки і плодів цитрусових — лимону, мандарину, бергамоту, помаранчу.

вилучення ефірних олій леткими (екстракція), або нелеткими розчинниками (мацерація) - екстракційний процес проходить при більш низьких температурах, тому можливість зміни хімічного складу ефірних олій різко знижується. Метод ґрунтується на розчинності духмяних речовин рослин в органічних розчинниках або в рідкому диоксиді вуглецю. Мацерація здійснюється при нагріванні з використанням твердих розчинників (тваринні жири) і без нагріву, якщо розчинниками є рідкі олії.

поглинання ефірних олій тваринними жирами та рослинними оліями (анфлераж), а також деякими іншими рідкими й твердими сорбентами (сорбція) - метод анфлеражу, або поглинання, заснований на здатності жирів і жирних рослинних олій адсорбувати пари ефірних олій. Суть методу динамічної сорбції полягає в наступному: через квіти, завантажені в камеру, над якою знаходиться шар адсорбенту (як правило, застосовують активоване вугілля), продувається зволене повітря. З одержаної міцели упарюють розчинник і одержують продукт.

Висновки. Показано, що існує чотири основних методи отримання ефірних олій з рослинної сировини. Вибір методу, в першу чергу, залежить від вихідної сировини та від умов подальшого використання в косметичній промисловості.

21. Використання ферментів у промисловості та методи визначення їх активності

Катерина Гайдук, Олена Подобій

Національний університет харчових технологій

Вступ. Ферменти або ензими — органічні каталізатори білкової або РНК природи, які утворюються в живих організмах, здатні прискорювати перебіг хімічних реакцій в організмі.

Вивчення їх будови і властивостей — одна з важливих складових, що дозволяє розробляти методи їх використання. Ферменти є біологічними каталізаторами, вони наявні в усіх живих клітинах і сприяють перетворенню одних речовин (субстратів) на інші (продукти). Ферменти виступають в ролі каталізаторів практично в усіх біохімічних реакціях, що відбуваються в живих організмах — ними каталізується близько 4000 окремих біореакцій. Для ферментів характерним є те, що їх синтез та каталітична активність контролюється на генетичному рівні, а також за участю низькомолекулярних сполук-субстратів або продуктів реакції.

Матеріали та методи. Всі методи по визначенню активності спрямовують або на споживання субстрату або на утворення продукту реакції протягом деякого часу. На основі літературних даних було обрано декілька методів дослідження активності ферментів: метод Лоурі, метод Бедфорда, визначення активності глікозидаз, визначення активності амілази та целюлази та інше.

Результати. В ході роботи було зроблено висновки, щодо залежності активності ферментів від певних факторів.

Температура: при високих значеннях може відбуватися денатурація білкової частини ферменту, що негативно позначається на його активності. За певних (оптимальних) значень температура може впливати на швидкість утворення фермент-субстратного комплексу, викликаючи збільшення швидкості реакції.

Залежність активності ферменту від рН-середовища. Більшість ферментів проявляє максимальну активність при значеннях рН, близьких до нейтральних. Лише окремі ферменти працюють в сильно кислому або сильно лужному середовищі. Зміна оптимального значення рН-середовища для даного ферменту може призвести до зміни третинної структури ферменту, що позначиться на його активності.

Специфічність дії ферментів пояснюється тим, що субстрат повинен підходити до активного центру як ключ до замка. Гіпотеза вимушеної відповідності отримала експериментальне підтвердження. Ця гіпотеза дозволяє пояснити причину перетворення близьких аналогів субстратів. Розрізняють декілька видів специфічності.

До числа факторів, що підвищують активність ферментів, відносяться катіони металів і деякі аніони. Найчастіше активаторами ферментів є катіони Mg, Mn, Zn, K, а з аніонів — Cl.

Висновки. Так як ферменти мають широкий діапазон рН, стійкі до протеолізу, стійкі за високих температур та каталітично активні, вони широко використовуються у медицині, різних галузях харчової промисловості. Було виявлено, що високоочищенні ферменти мають ряд переваг над каталізаторами іншого походження.

22. Застосування ліпофільних форм аскорбінової кислоти в косметичних засобах

Ольга Тарасенко, Георгій Сокольський
Національний університет харчових технологій

Вступ. Аскорбінова кислота є антиоксидантом, бере участь в обмінних процесах клітин сполучної тканини і в утворенні здорової шкіри. З огляду на нестабільність та низьку розчинність у технологіях виготовлення косметичних засобів перевагу надають жиророзчинним формам аскорбінової кислоти. Нами поставлено за мету обрати одну з таких форм, розглянути технології її виготовлення та застосування у косметиці.

Матеріали та методи. Для вирішення поставленої мети нами були використані загальноприйняті аналітичні дослідження електронних і паперових джерел інформації.

Результати та обговорення. Нами обрано естери аскорбінової кислоти: аскорбіл пальмітат (E 304) та аскорбіл стеарат (E 305) — тверді порошки з цитрусовим ароматом, що застосовуються також як харчові добавки. Встановлено, що вони синтезуються за реакцією естерифікації як результат взаємодії первинної спиртової групи аскорбінової кислоти (вітаміну С) та карбоксильної групи відповідної кислоти [1]. Дані про можливість ферментативних шляхів естерифікації з'явилися останнім часом. Для косметичних застосувань аскорбілпальмітат отримували також шляхом конденсації пальмітоїл хлориду та аскорбінової кислоти, в присутності піридину.

Введення моногліцеридів практикують для підвищення розчинності даних сполук, які вводять в жиророзчинну фазу косметичного засобу. Нами розглянуто спосіб [2] отримання косметичної композиції, що містить від 20% до 50% складного ефіру жирної та аскорбінової кислот обраних з групи, що складається з аскорбілпальмітату, аскорбілстеарату, аскорбіл бегенату та їх сумішей, і щонайменше один розчинний в воді компонент, що включає розчинення, гомогенне змішування або диспергування складного ефіру жирної кислоти в розчиннику, обраному з групи, що складається з поліетиленгліколю, бутиленгліколю, пропілен карбонату. Алкіл лактат гомогенізує розчинений складний ефір з водною фазою, що містить водорозчинний компонент, тому композиція є стабільною при зберіганні без зміни кольору при кімнатній температурі протягом щонайменше трьох місяців.

Висновки. Жиророзчинні форми аскорбінової кислоти, краще розчиняється в жирах, ніж аскорбінова кислота, тому відразу всмоктуються в шкіру і проявляють свої властивості (жиророзчинного антиоксиданту, меланоблокатора, колагену і еластину). На основі аналізу літературних даних та власних досліджень запропоновані ефективні форми аскорбінової кислоти для догляду за шкірою. Акцентовано увагу на розчинність і стабільність жиророзчинних форм аскорбінової кислоти в косметичних засобах.

Література

1. R. C. Cousins and P. A. Seib, J. Am. Oil Chem. Soc. — 1977. — 54. P.308-312.
2. Patent US5922331,09/658,119, Sep. 8, 2000.

23. Дослідження пористості манган (IV) оксиду адсорбційно-структурним статичним об'ємним методом

Сліпньова Вікторія, Сокольський Георгій

Національний університет харчових технологій

Вступ. Поверхневі властивості відіграють важливу роль у гетерогенних процесах адсорбції та (електро)каталізу. Однією з таких властивостей є пористість, а також розподіл пор за розмірами. Об'єктом дослідження обрано оксиди мангану різного походження. Розглядається застосування таких матеріалів як електрокаталізаторів в наступному поколінні літій-повітряних джерел струму. Нами одержано діоксид мангану електрокристалізацією із фторвмісних електролітів без та в присутності катіонів Li. Предметом дослідження були визначення пористості за допомогою адсорбційно-структурного статичного об'ємного методу та її порівняння із пористістю оксидів мангану, одержаних цитратним методом за даними [1].

Матеріали та методи. Порометричні дослідження проводили на приладі ASAP 2000M шляхом вимірювання ізотерм адсорбції N₂ в інтервалі еквівалентних розмірів пор від 0,3 до 300 нм [2]. У роботі були використані аналіз, порівняння та узагальнення, тобто теоретичні загальнонаукові методи. В ролі інформаційних джерел використовувались наукові роботи закордонних та вітчизняних вчених, опубліковані в періодичних виданнях.

Результати та обговорення. Розраховані дані питомої поверхні та об'ємів мікро-, мезо- та макропор оксидних матеріалів наведено у Таблиці.

Таблиця. Основні характеристики пористості зразків MnO₂

Зразок	Позначення зразка	V _{сум.} , см ³ /г	V _{мезо.} , см ³ /г	V _{мікро.} , см ³ /г	S _{ВЕТ} , м ² /г
1	MnO ₂	0,516	0,520	0,066	141,6
2	MnO ₂ Li	0,390	0,390	0,057	122,2
3	MnO _x [1]	0,380	0,380	0	46,02
4	MnO _x [1]	0,2237	0,223	0	44,36

Згідно з даними таблиці можемо прослідкувати, що питома поверхня зразків 1 і 2 є найвищою. Об'єм мікропор в зразку 1 становить 0,066 см³/г, а в зразку 2 — 0,057 см³/г, що свідчить про наявність молекулярно-ситових властивостей цих зразків. Всі зразки відносяться до мезоматеріалів за величиною об'єму мезопор. Введення до складу діоксиду мангану катіонів літію в процесі електрокристалізації призводить до зменшення питомої поверхні зразка 2. Введення у зразки 3, 4 атомів Се шляхом співосадження цитратним методом призводить до збільшення питомої поверхні (майже в 3 рази) [2].

Висновки. Отже, розглянуті зразки оксидів мангану є мезопористими з розвиненою поверхнею. Введення домішок модернізує поверхневі властивості матеріалів. Одержані в роботі зразки 1,2 містять мікро- та мезопори, що сприяє покращеному транспорту в гетерогенному електродному процесі. Вони мають перспективу у створенні нового покоління літєвих джерел струму — катодних електрокаталізаторів системи літій-повітря.

Література:

1. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. М.: Мир. — 1970. — 90с.
2. Фарбун И. А. Свойства наноразмерных материалов на основе оксидов марганца и церия, полученных из цитратных растворов / И.А. Фарбун, И.В. Романова, С.А. Хайнаков, С.А. Кириллов // Поверхность. - 2010. - №2(17). - С. 197–204.

20.6.
Analytical chemistry

Chairperson – professor Yelyzaveta Kostenko
Secretary – Olena Maksymenko

20.6.
Аналітична хімія

Голова – професор Єлизавета Костенко
Секретар – асистент Олена Максименко

1. Напрямки наукової діяльності кафедри аналітичної хімії у 2015 році

Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій

Держбюджетна науково-дослідна робота кафедри аналітичної хімії проводилась з пріоритетних напрямів як в галузі аналітичної хімії, так і НУХТ. Протягом багатьох років вона координується Науковою Радою НАН України з проблеми «Аналітична хімія».

Напрямки НУХТ, в рамках яких виконувалась НДР: 1. Розроблення технологій харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії. 2. Розробка теоретичних основ створення нових та удосконалення існуючих методів і засобів експертизи харчових продуктів.

Тема НДР кафедри аналітичної хімії: «Розробка і вдосконалення методів аналізу об'єктів харчової та хімічної технологій, біотехнології та довкілля». № 0114 U 003734. Керівником НДР є завідувач кафедри, доктор хімічних наук, професор Є.Є.Костенко.

У 2015 р. НДР проводилась з таких напрямів: 1. Дослідження комплексоутворення іонів металів з S-, N, P-вмісними органічними реагентами в розчині та у фазі полімерних сорбентів для створення нових схем аналізу продукції харчових, біотехнологічних і хімічних виробництв та об'єктів довкілля.

У цих дослідженнях брали участь проф. Є.Є. Костенко, доц. О.М. Бутенко, зав. лаб. А.А. Назаренко, ст. лаб. Н.С. Компанієць, ас. О.В. Максименко, ст. лаб. О.І. Піменова та магістри ЯСiС факультету ХЕТОП.

Результати роботи з цього розділу висвітлені у публікаціях: в журналах: «Методы и объекты химического анализа», «Наукові праці НУХТ», «Наук. записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Серія: хімія», «Вісник Харківсько-го держ. ун-ту харчування і торгівлі», «Вісник Черкаськ. держ. технолог. ун-ту. Серія: Технічні науки», матеріалах Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки», 18-19 листопада 2015 р. – 2015. – Київ, НУХТ; Київської конференції з аналітичної хімії «Сучасні тенденції», 7-9 жовтня 2015 р. – 2015. – К. Київський Ун-т ім. Тараса Шевченка; 81-ї ювілейної міжнар. конференції молодих учених, аспірантів і студ. «Наукові здобутки молоді–вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті». – Ч. II. – 2015 (23-24 квітня, Київ).

2. Аналіз об'єктів харчової та хімічної технологій, біотехнології та довкілля. Виконавцями цього розділу є проф. Є.Є. Костенко, доценти О.М. Бутенко, Г.М. Біла, В.Д. Ганчук, ас. О.В. Максименко. У роботі брали участь, доц. Н.М.Грегірчак (кафедра біотехнології та мікробіології), студенти факультетів ХЕТОП, БТЕК, ТММ, ХКВ та БКЦВ.

Систематична інтеграція НДР кафедри аналітичної хімії і спеціальних технологічних кафедр у підготовці магістрів, кандидатів наук. НДР проводиться у співдружності з: кафедрами НУХТ. Протягом багатьох років встановлено наукове співробітництво з кафедрами аналітичної хімії Київського, Харківського, Одеського, Дніпропетровського Ужгородського, Львівського національних університетів, відділом аналітичної хімії ІКХХВ АН України, кафедрою хімії Національного медичного університету ім. Богомольця, кафедрою аналітичної та біоорганічної хімії НАУ, кафедрою аналітичної та неорганічної хімії Одеської національної академії харчових технологій, кафедрою загальної хімії НУБПУ а також з кафедрою аналітичної хімії Воронізького державного університету інженерних технологій.

23. Дослідження взаємодії купрум(II) з антоціанами буряку

Олександра Піменова, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Антоціани — фенольні сполуки, що надають забарвлення рослинним тканинам, плодам, ягодам, листю, пелюсткам квітів. Зважаючи на те, що антоціанові барвники можуть знаходитись у рослинних об'єктах також і у вигляді комплексних сполук з іонами металів, наприклад, з іонами купрум(II), і при цьому надавати об'єктам як нового забарвлення, так і нових властивостей, було цікаво дослідити взаємодію в системі Cu-антоціан, що є актуальним завданням аналітичної хімії.

В літературі обмежена інформація щодо комплексоутворення іонів металів з антоціанами та їх спектрофотометричного визначення. Зокрема відсутні дані щодо комплексоутворення антоціанів буряку з купрум(II). Тому це стало метою нашої роботи.

Матеріали та методи. В роботі використовували розчин солі купрум(II) 0,001 М, водний розчин якого готували за точною наважкою, розчин фториду натрію 0,001 М, розчин антоціану готували екстрагуванням із подрібненого столового буряку водою у співвідношенні 10:1 при 60°C, протягом 30 хв. Спектри світлопоглинання розчинів одержували, користуючись спектрофотометрами СФ-46 і SPECORD UV VIS, оптичну густину вимірювали на КФК-3 при оптимальній довжині хвилі (λ опт). Кислотність розчинів контролювали іоніміром И-160 зі скляним електродом.

Результати. Нами було досліджено оптимальні умови взаємодії іонів Cu^{2+} з барвниками (антоціановими та іншими), які входять до складу забарвленого екстракту. Встановлено, що на спектрі світлопоглинання екстракту при всіх значеннях рН спостерігається два максимуми: один в діапазоні довжин хвиль від 420 до 480 нм, другий – при 540 нм. Введення іонів Cu^{2+} у досліджувану систему призводить до найбільшого гіперхромного ефекту при рН 5–6, що може свідчити про утворення іонних асоціатів Cu^{2+} з забарвленими фенольними речовинами екстракту. Введення фторид-іонів у досліджуваній екстракт перед додаванням Cu^{2+} сприяє збільшенню аналітичного сигналу при 560 нм. При $6 < \text{pH} < 5$ спостерігається знебарвлення екстракту при внесенні іонів Cu^{2+} , що може свідчити про утворення комплексних сполук чи іонних асоціатів іншої структури або про зміни в структурі самих барвних речовин при даному значенні рН. Тобто встановлено, що рН=5 є оптимальним значенням кислотності при $\lambda=560$ нм. Встановлено, що закон Бера виконується в інтервалі концентрацій Cu^{2+} від 0,4 до $4 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

Висновки. На основі отриманих даних розроблені нові методики фотометричного визначення іонів Cu^{2+} і загального вмісту антоціанів. Пропоновані методики характеризуються задовільною правильною і відтворюваністю результатів; високою чутливістю і селективністю. Схема аналізу характеризується простотою експерименту, екологічною безпечністю, не потребує складного коштовного обладнання, для обслуговування якого потрібні висококваліфікований персонал і стаціонарна лабораторія.

Література

1. Танчев М.Н., Стоян В.Л., Антоцианы в плодах и овощах.– М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 302 с.
2. Луцкая Б.П., Славущая Н.И. Получение красителей из растительного сырья.– М., 1977. – 130 с.

24. Дослідження взаємодії фенольних сполук каркаде з іонами Fe^{3+}

Олена Максименко, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Каркаде — це висушені квіти гібіскуса. Кожен компонент рослини має унікальні властивості. Найціннішими компонентами каркаде є: антоціани, флавоноїди, вітамін С та полісахариди, які цілюще впливають на організм людини та приносять велику користь.

В літературі є відомості щодо хроматографічного визначення забарвлюючих речовин, які входять до складу каркаде. Методики спектрофотометричного визначення в літературних джерелах відсутні. Однак, в літературі є матеріали щодо утворення різноманітних сполук іонів металів, зокрема Fe^{3+} , з барвниками (флавоноїдами та антоціанами). Оскільки відсутні прості і доступні методики спектрофотометричного визначення забарвлюючих речовин каркаде, це стало метою нашої роботи.

Матеріали та методи. Вихідний 0,1 моль/дм³ розчин солі $Fe(III)$ готували розчиненням наважки: $Fe(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ (х.ч) у 0,1 моль/дм³ HNO_3 . Стандартизацію проводили гравіметрично та перманганатометрично. Використовували розчини HCl , HNO_3 , $NaOH$, $NaCl$, ацетон, ос.ч; 35 % розчин пероксиду водню, х.ч. Вихідний 1,0 моль/дм³ розчин натрію фториду готували розчиненням точних наважок відповідних препаратів кваліфікації х.ч. у воді. Вихідні 1,0 моль/дм³ розчини амоніаку, нітратної та хлоридної кислот, 0,2 моль/дм³ розчин сульфатної кислоти готували розведенням концентрованих розчинів. Робочі розчини готували розведенням вихідних перед проведенням експерименту.

Спектри світлопоглинання розчинів знімали, користуючись спектрофотометром СФ-46. Світлопоглинання розчинів вимірювали на КФК-3 при оптимальній довжині хвилі (λ_{opt}) відносно води. Кислотність розчинів контролювали іономіром И-160, використовуючи як індикаторний скляний електрод ЕСЛ-64, електрод порівняння — хлорид срібний.

Результати. Нами встановлено, що Fe^{3+} утворює з забарвлюючими речовинами каркаде іонні асоціати. В ході експериментальних досліджень встановлено оптимальні умови взаємодії іонів феруму(III) з фенольними сполуками каркаде: рН, λ , концентрації феруму(III), забарвлюючих сполук, фториду; встановлено інтервал концентрації феруму(III) та фенольних сполук, в якому виконується закон Бера. На підставі отриманих даних розроблені методики фотометричного визначення іонів Fe^{3+} ($C_{min} = 2 \cdot 10^{-7}$ моль/л) та суми фенольних сполук, які входять до складу забарвлюючих речовин каркаде. Методики апробовані на реальних зразках.

Висновки. Запропоновано дві прості чутливі методики визначення Fe^{3+} та суми забарвлюючих речовин каркаде. Пропоновані методики характеризуються задовільною правильністю і відтворюваністю результатів; високою чутливістю і селективністю. Схема аналізу характеризується простотою експерименту, екологічною безпечністю, не потребує складного коштовного обладнання, для обслуговування якого потрібні висококваліфікований персонал і стаціонарна лабораторія.

Література

1. Дикорастущие полезные растения России /Отв. ред. А. Л. Буданцев, Е. Е. Лесиовская СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. — 663 с.
2. Аббас А. М. и др. Растительные ресурсы, вып. 2, 1993. С. 31–40.
3. Муравьева Д. А. Фармакогнозия: Учебн. М.: Медицина, 1991. — 560 с.

25. Дослідження протекторних властивостей Р-вітамінного комплексу, щодо іонів токсичних металів

Наталія Дацька, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Термін Р-вітамінна активність означає здатність природних поліфенолів зменшувати проникність і крихкість стінок капілярів.

До складу комплексу з Р-вітамінною активністю входять органічні речовини, що мають у своїй структурі функціонально-активні аналітичні групи, схильні до утворення комплексних сполук з іонами металів, а саме з Cd(II), Pb(II), Hg(II). Однією зі складових комплексу є пектин. Здатність його утворювати комплекси з токсичними металами, зокрема з Pb(II), і виводити з організму шкідливі речовини широко відома. Тому створення композицій Р-вітамінного комплексу з пектином дасть можливість підсилити протекторні властивості нових харчових продуктів.

Оскільки в літературі відсутні дані щодо здатності нових композицій на основі Р-вітамінного комплексу і пектину зв'язувати іони токсичних металів, це й стало метою роботи.

Матеріали і методи. Вихідні 0,1 моль/дм³ розчини солей Pb(II), Hg(II), Cd(II) готували розчиненням наважок: Cd⁰ (ос.ч.) у 1,0 моль/дм³ H₂SO₄; Pb(NO₃)₂, Hg(NO₃)₂·0,5 H₂O (х.ч) у 0,1 моль/дм³ HNO₃. Стандартизацію проводили: комплексонометрично (Pb) та меркуриметрично (Hg).

В роботі використовували 10⁻³ моль/дм³ водні розчини металохромних індикаторів: ксиленолового оранжевого (КО), ч.д.а. (Chemapol) та сульфоназо III (СФАЗ), ч.д.а. (Merk). Вихідні 1,0 моль/дм³ розчини готували розведенням концентрованих розчинів.

Апаратура. Спектри світлопоглинання розчинів знімали, користуючись спектрофотометром СФ-46. Світлопоглинання розчинів вимірювали на КФК-3 при оптимальній довжині хвилі ($\lambda_{\text{опт}}$) відносно води. Кислотність розчинів контролювали іонміром И-160, використовуючи як індикаторний скляний електрод ЕСЛ-64, електрод порівняння – хлорид срібний.

Результати. Встановлено, що основні компоненти харчових продуктів здатні зв'язувати іони Pb(II), Cd(II), Hg(II) як за рахунок комплексоутворення з функціонально-активними угрупованнями (ФАУ) їх основних компонентів, так і за рахунок фізичної адсорбції цих іонів поверхнею харчових продуктів. У випадку Р-вітамінного комплексу, основними зв'язувачими центрами є фрагменти: карбонових та амінокислот, флавоноїдів та антоціанів, які можуть взаємодіяти з іонами металів за різними схемами. Нами встановлено, що Р-вітамінний комплекс зв'яже більшу частину введених іонів Pb(II) і Hg(II).

Висновки. Вперше досліджені протекторні властивості основних компонентів Р-вітамінного комплексу, щодо іонів токсичних металів Pb(II), Hg(II), Cd(II). Отримані кількісні характеристики зв'язуючої здатності досліджених зразків. Дані використані для створення нових продуктів лікувально-профілактичного призначення.

Література

1. Ластухін, Ю. О. Хімія природних органічних сполук: навч. посіб. / Ю. О. Ластухін. – Львів: НУ ЛП, «Інтелект-Захід», 2005. – 560с.
2. Костенко Є. Є., Тасенко М.А., Ромоданова В.О. Вивчення здатності деяких основних компонентів молока та сумішей на його основі зв'язувати іони пльомбуму // Наук. праці УДУХТ. – 2001. – Ч. II, № 10. – С. 46 – 47.

26. Токсикологічна оцінка безпечності пшеничного хліба з екстрактом шипшини

Анжеліка Клименко, Єлизавета Костенко
Національний університет харчових технологій

Вступ. В літературі відсутня інформація щодо виробництва пшеничного хліба з екстрактом шипшини та результатів контролю його якості та безпеки, це стало метою нашої роботи.

Основні показники, що контролюються під-час токсикологічної експертизи хлібобулочних виробів: органолептичні, мікробіологічні, кислотність, токсичні мікроелементи, залишки пестицидів, радіометричний контроль.

Токсиканти, що можуть міститись в хлібі пшеничному: токсичні метали: Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} та $As(III,V)$; залишки пестицидів; мікотоксини, шкідники, радіонукліди. Джерелами їх надходження: сировина, вода, робоча зона підприємства. Шляхи проникнення та поширення токсикантів в організмі людини: шлунково-кишковий тракт.

Матеріали і методи. Екстракт шипшини готували з плодів, вирощених у чернігівській області. В якості екстрагента використовували 40%-й етиловий спирт, оскільки саме при цій концентрації кількісно вилучається вітамінний комплекс (вітамін Р та С).

Радіометричний контроль проводився за стандартною методикою. Сировину було попередньо очищено від шкірки та всіх непридатних до вживання частин та подрібнено. Обрахунки проводились за формулою: $A=K_A(I-I_{cp})$

Результати. Готували 5 зразків пшеничного хліба з різними кількостями екстракту шипшини. Спочатку здійснювали органолептичну оцінку одержаних зразків, потім визначали кислотність кожного з них. Проводили також радіометричний контроль зразків нового продукту. Під час проведення експерименту по визначенню радіоактивних речовин у пшеничному хлібі з екстрактом шипшини нами було отримано наступні дані, які наведені у таблиці .

Вміст радіоактивних речовин в хлібі пшеничному

№	Зразок	A, нКі	ГДК, нКі/кг;
1	Пшеничний хліб з екстрактом шипшини:		
	Цезій - Cs^{137}	0,2	Не допускається
	Стронцій - Sr^{90}	0,05	Не допускається

Крім того була проведена пробопідготовка зразків для наступного визначення токсичних мікроелементів.

Висновки. За даними досліджу можна зробити висновок, що вміст радіонуклідів не припустимий для даного типу продукту. Причиною цього може бути не якісна сировина, або не правильні умови технологічного процесу. Тому такий продукт є надзвичайно небезпечними для людського організму. Надмірне вживання такого хліба призведе до отруєння організму.

Література

1. Токсикологічна хімія харчових продуктів та косметичних засобів: підруч. / С.А. Воронов, Ю.Б. Стецишин, Ю.В. Панченко, В.П. Васильев. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. – 314 с.
2. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции: учеб. /Л.В. Донченко, В.Д. Надикта. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 539 с.

27. Дослідження крему косметичного, збагаченого каротиноїдами

Катерина Павленко, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. В літературі відсутня інформація щодо крему для рук з екстрактом квіток нагітків, це стало метою нашої роботи. Робота є актуальною, оскільки розробка нового виду косметичної продукції дозволить запропонувати новий крем, який володіє антиоксидантними властивостями, що зумовлюють фотозахисну, радіопротекторну, антимуtagenну й антиканцерогенну дію. Крім того, велика кількість каротиноїдів, які містяться у біологічно активній добавці, є попередниками вітаміну А, що в свою чергу позитивно впливає на організм людини.

Контроль якості та безпеки нового крему дозволить об'єктивно оцінити його переваги і недоліки.

Матеріали і методи. У дослідженнях використовували крем косметичний з нагітками лікарськими. Радіометричний контроль проводили за стандартною методикою із використанням сітки та без неї. Обрахунки радіоактивності проводились за формулою: $A = K_A(I - I_{cp})$. Кислотність розчинів контролювали іоніоміром И-160, використовуючи як індикаторний скляний електрод ЕСЛ-64, електрод порівняння – хлорид срібний. Кислотність визначали за формулою: $K = (C \cdot V)_{NaOH} / V_{проби} \cdot 100$.

Результати. Для визначення кислотності приготували водну витяжку: 10,00 г крему помістили в стакан, додали 90 см³ дистильованої води, нагріли при перемішуванні до температури (70±2) °С до повного руйнування емульсії (виділення масляного шару), охолодили до (20±2) °С, відокремили водний шар і виміряли в ньому рН.

Встановлено, що кислотність досліджуваного зразка крему становить 1,425.

Під час радіометричного контролю враховували відсутність у довідковій літературі даних щодо градуовального коефіцієнта. Тому обрахунки проводили по воді з невеликою похибкою. Вміст цезію і стронцію в досліджуваному зразку крему становить 0,1169, що є допустимим для даного виду продукту.

Висновки. Каротиноїди є перспективною добавкою, яку доцільно вводити в рецептуру косметичних засобів не тільки для захисту шкіри, але й для подовження терміну зберігання косметичних виробів.

Дослідження радіоактивності та кислотності підтвердили безпечність та якість досліджуваного зразка косметичного крему, збагаченого каротиноїдами за рахунок додавання екстракту нагідок лікарських.

Література

1. Бриттон, Г. Биохимия природных пигментов. – М.: Мир, 1986. – 121 с.
2. Мельников, Б.Н. Применение красителей: учеб. для вузов / Б.Н. Мельников, Г.И. Виноградова. – М.: Химия, 1986. – 240 с.
3. Степанов, Б.И. Введение в химию и технологию органических красителей. – М.: Химия, 1984. – 590 с.
4. Симонова, М. Каротиноїди: будова, властивості та біологічна дія. Біологічні Студії / *Studia Biologica*. – 2010. – №2(4) – С. 159 – 170.
5. Дейнека, В.И., Гостищев И.А. Каротиноиды лепестков цветков календулы. Научные ведомости / *Серия Естественные науки*. – 2011. – №9(104) – С. 277–285.

28. Токсикологічна оцінка якості та безпеки шампуню

Анастасія П'явка, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Створення нових зразків шампунів з ефективними добавками є перспективним і актуальним напрямком хіміко-технологічних досліджень, а розробка методик контролю якості та безпеки цієї продукції є важливим завданням аналітичної хімії. Тому метою нашої роботи стала розробка нового шампуню з біологічно активною добавкою екстракту зеленого чаю та контроль безпечності його. Такі дані відсутні в літературі, що забезпечує новизну отриманих результатів.

Матеріали і методи. Радіометричний контроль проводили за стандартною методикою із використанням сітки та без неї. Обрахунки радіоактивності проводились за формулою: $A=K_A(I-I_{cp})$. Кислотність розчинів контролювали іонімометром И-160, використовуючи як індикаторний скляний електрод ЕСЛІ-64, електрод порівняння – хлорид срібний. Кислотність визначали за формулою: $K=(C \cdot V)_{NaOH} / V_{проби} \cdot 100$. Визначення кислотності проводилось за методикою, яка наведена в ГОСТ 29188.2-91. Изделия косметические. Метод определения водородного показателя pH[2]. Проба готувалась таким чином: готувався водний розчин концентрацією 5 %. pH міряли в розчині кількістю 20 мл.

Результати. *Кислотність:* початковий рівень pH становив 6,25. На титрування було витрачено 3,2 мл NaOH. Кислотність розраховувалась за формулою: $K=0,095 \cdot 3,2 \cdot 100 / 20 = 1,52^0$, де 0,095 – C_{NaOH} – концентрація титранту, моль/л; 3,2 – V_{NaOH} – об'єм титранту, що пішов на титрування, мл; V – об'єм проби, 100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г продукту.

Радіоактивність: Вимірювання на фоні та сітці дало такі результати: $I_{фону}$: 128, 144, 156. $I_{сітки}$: 135, 171, 145. Тоді за формулою $A=K_a \cdot (I-I_{ф})$ $A_1=14$, $A_2=54$, $A_3=-22$.

Оскільки серед показників токсикологічного контролю є визначення вмісту іонів токсичних металів, ми спочатку проводили кислотну пробопідготовку зразків: до аліквотної частини зразка 25 мл додавали 25 мл концентрованої HNO_3 і кип'ятили до повної деструкції органічних речовин, що містяться у зразку. Після закінчення кислотної деструкції розчин випаровували до вологих солей, які потім розчиняли в 50 мл 0,1 моль/л HNO_3 об'ємом.

Висновки. Отримані показники кислотності та радіометричного контролю не перевищують гранично допустимі. Тому отриманий зразок шампуню безпечний для вживання.

Література

1. Гудзь О. В. «Сучасні концепції оцінки безпечності парфумерно-косметичної продукції.»
2. ГОСТ 29188.2-91. Изделия косметические. Метод определения водородного показателя pH.

29. Токсикологічна оцінка якості та безпеки безалкогольних напоїв

Іван Сухоцький, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. З метою задоволення потреб населення нині створюються нові види безалкогольних напоїв, які містять біологічно активні добавки. Серед них харчові кислоти є одними з найбільш поширених. Застосування харчових добавок останніми роками суттєво зросло. Харчові кислоти мають важливу роль у технологіях безалкогольних напоїв щодо їх стабілізації, регулювання кислотності, антиоксидантних властивостей, поліпшення органолептичних властивостей продукту тощо. На сьогодні з огляду на постійний розвиток технології харчових добавок (харчових кислот) вдосконалення методів та підходів до їх одержання та використання за призначенням становить актуальну проблему. Зокрема до таких добавок належать лимонна та яблучна кислоти.

Виходячи з вищевикладеного, метою нашої роботи стала розробка нового виду безалкогольного напою, до рецептури якого входять харчові добавки, що досі не використовувались, та розробка схеми контролю якості та безпеки нових напоїв. Такі дані відсутні в літературі, що забезпечує новизну отриманих результатів.

Матеріали і методи. Радіометричний контроль проводили за стандартною методикою із використанням сітки та без неї. Обрахунки радіоактивності проводились за формулою: $A=K_A(I-I_{cp})$. Кислотність розчинів контролювали іонімометром И-160, використовуючи як індикаторний скляний електрод ЕСЛ-64, електрод порівняння – хлорид срібний.

Результати. Як базовий для досліджень ми брали негазований безалкогольний напій «Живчик», рецептуру якого змінювали, додаючи різні добавки. Спочатку ми контролювали якість та безпеку вихідного напою «Живчик негазований». З цією метою визначали кислотність титриметрично за стандартною методикою і отримали наступний результат: $K=0.0095 \cdot 6 \cdot 100 / 20 = 2.85^0$. Крім того, для визначення вмісту харчових кислот, які входять до складу досліджуваного напою, було проведено потенціометричне титрування зразка. Аналіз диференціальної кривої за 1-ю похідною дав можливість ідентифікувати кислоти напою. Так, наприклад, порівняння диференціальних кривих чистих розчинів харчових кислот з кривою титрування аналізованого зразка дозволило ідентифікувати яблучну та лимонну кислоти.

Радіометричний контроль показав наступні результати - $I_{сітки}$: 156, 132, 150; $I_{фон}$: 153, 134, 133. Видно, що напій не є радіоактивно забрудненим.

Висновки. Отримані результати щодо кислотності та радіоактивності напою «Живчик негазований» свідчать про відповідність цих показників нормам ГДК. Вихідний напій може бути використаний як базовий для створення нового безалкогольного напою.

Література.

1. Токсикологічна хімія харчових продуктів та косметичних засобів: підруч. / С.А. Воронов, Ю.Б. Стецишин, Ю.В. Панченко, В.П. Васильєв. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. – 314 с.
2. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции: учеб. /Л.В. Донченко, В.Д. Надикта. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 539 с.

30. Дослідження крему косметичного, збагаченого екстрактом кропиви

Олена Тагаєва, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Кропива – це рослина, багата на такі біологічно-активні речовини, як вітаміни (K₁, B₁, B₂, C, пантатенова кислота, каротин), хлорофіл, органічні кислоти, кумарини, флавоноїди, глікозиди, дубильні речовини. Вони входять до складу фітонцидів і надають їй дезінфікуючу та дезодоруючу дію. Тому її застосовують як протизапальний і антисептичний засіб.

Матеріали і методи. У дослідженнях використовували крем косметичний з екстрактом кропиви. Радіометричний контроль проводили за стандартною методикою із використанням сітки та без неї. Обрахунки радіоактивності проводились за формулою: $A=K_A(I-I_{cp})$. Кислотність розчинів контролювали іонімометром И-160, використовуючи як індикаторний скляний електрод ЕСЛ-64, електрод порівняння – хлорид срібний. Кислотність визначали за формулою: $K=(C \cdot V)_{NaOH} / V_{пробн} \cdot 100$.

Результати. Для визначення кислотності приготували водну витяжку: 10 г крему помістили в стакан, додали 90 см³ дистильованої води, нагріли при перемішуванні до температури (70±2) °С до повного руйнування емульсії, охолодили до (20±2) °С, відокремили водний шар і виміряли в ньому рН. Кислотність досліджуваного зразка крему становить 1,325.

Результати радіометричного контролю наступні: Вміст цезію і стронцію в досліджуваному зразку крему становить 0,1129, що є допустимим для даного виду продукту. Оскільки даних щодо градуовального коефіцієнта на крем немає, обрахунки проводили по воді з невеликою похибкою.

Висновки. Екстракт кропиви є перспективною добавкою, яку доцільно вводити в рецептуру косметичних засобів, вона захищає шкіру і завдяки вмісту органічних кислот бориться із хворобою акне.

Дослідження радіоактивності та кислотності підтвердили безпечність та якість досліджуваного зразка косметичного крему з додаванням екстракту кропиви.

Література

1. Давыдова, В.Н. Получение сухих экстрактов из растений и создание на их основе препаратов и биологически активных добавок: автореф. дис. д-ра фарм. Наук / Валентина Николаевна Давыдова; – М., 2002. – 50 с.
2. Копытько, Я. Т. Применения, химический состав и стандартизация сырья и препаратов *Urtica*/ Я. Т. Копытько, Е. С. Лапинская, Т. А. З. Сокольская// Журнал лекарственных растения. – 2011, Т –9, №11.–123-129 с.
3. Державна фармакопея України, перше видання, доповнення 2. – під. ред. Георгієвського В.П. –Х.: РІРЕГ – 2004. – 492 с
4. Скалозубова, Т. А. Изучение метаболита сырья и лекарственных форм крапивы двудомной: автореф. дис. канд. фарм. наук: спец. 14.04.02 «Фармацевтическая химия, фармакогнозия»/ Т. А. Скалозубова — М.: МУГ – 2013. – 23 с.
5. Мусієнко, М. М. Фізіологія і біохімія рослин: підр./ М.М. Мусієнко – К.: Генеза, 2002 – 187 с.

31. Токсикологічний контроль висівкового хліба з сорбітом

Марія Миронова, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Хліб з висівками належить до «здорових» сортів хліба. Такий хліб виробляють з борошна вищого гатунку з додаванням 25% висівок. В даний час випускається понад 20 сортів хліба з висівками, до нього належить зерновий, солодовий (з пророслого зерна), збагачений «спортивний», з родзинками та інші. Хліб з висівками має приємний смак і аромат.

Метою було визначення токсичних компонентів безпечності нового хлібобулочного виробу – хліб з висівками, оскільки ці лані відсутні в літературі.

Матеріали і методи. Радіометричний контроль проводили за стандартною методикою із використанням сітки та без неї. Обрахунки радіоактивності проводились за формулою: $A=K_A(I-I_{cp})$. Кислотність розчинів контролювали іоніміром И-160, використовуючи як індикаторний скляний електрод ЕСЛ-64, електрод порівняння – хлорид срібний. Кислотність визначали за формулою: $K=(C \cdot V)_{NaOH} / V_{проби} \cdot 100$.

Результати. Для визначення кислотності висівкового хліба з сорбітом брали 5 зразків висівкового хліба з різною кількістю сорбіту харчового. Зважували 5 проб м'якушу масою 25 г, переносили в конічну колбу, до кожного зразку додавали 50 мл дистильованої води і розтирали скляною паличкою до однорідної маси. До останньої додавали ще 200 мл води, закривали пробкою та інтенсивно перемішували 2 хв. Після струшування суміш відстоювали протягом 1 хв. і рідкий шар обережно зливали в суху колбу через марлю. Потім відміряли піпеткою по 20 мл розчину у п'ять конічних колб місткістю по 100–150 мл кожна і титрували 3 рази кожен розчином NaOH з концентрацією 0,095 моль/л з 2 – 3 краплями фенолфталеїну до отримання слабо рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв. Результати визначення кислотності наступні: $K_1=0,76^0$, $K_2=0,95^0$, $K_3=1,24^0$, $K_4=0,95^0$, $K_5=1,24^0$.

Висновки. Отримані результати щодо кислотності та радіоактивності досліджуваного хліба свідчать про відповідність цих показників нормам ГДК. Вихідний хліб з висівками може бути використаний як базовий для створення нового виду хлібу з добавками та сорбітом.

Література.

1. Токсикологічна хімія харчових продуктів та косметичних засобів: підруч. / С.А. Воронов, Ю.Б. Стецишин, Ю.В. Панченко, В.П. Васильєв. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. – 314 с.
2. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции: учеб. /Л.В. Донченко, В.Д. Надикта. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 539 с.
3. Дубініна, А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення: підруч. / А. Дубініна, Л. Малуך, Т. Селютіна. – К.: Професіонал, 2007. – 384 с.
4. Димань, Т.М. Екологія. Основи екологічно безпечного харчування: навч. посіб. / Т.М. Димань, М.М. Барановського, Г.О. Білявського – К.: Лібра, 2006. – 304 с.
5. Стецишин, Ю.Б. Визначення мікотоксинів у харчових продуктах: Методичні рекомендації / Ю.Б. Стецишин, С.А. Воронов, В.П. Васильєв. – Львів: РВЦ НУ «Львівська політехніка», 2009. – 28 с.

32. Дослідження протекторних властивостей кардамону, імбиру та перця червоного гіркого щодо іонів токсичних металів

Альбіна Рибачок, Єлизавета Костенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Враховуючи екологічний стан в Україні та у світі в цілому при виробництві гірких настоянок використовують пряно-ароматичну сировину, яка є джерелом біологічно активних речовин, а саме вітамінів, мікро- та макроелементів, фенольних сполук, терпенових сполук, ефірних олій та ін.. Ці сполуки виконують ряд важливих функцій в організмі людини, головними з яких є антиоксидантна, загальнозміцнююча та зв'язування і виведення важких металів. Підбір компонентів гіркої настоянки в цій роботі проводили саме за таким фізико-хімічним складом сировини. За основу гіркої настоянки обрали екстракти кардамону, імбиру та перця червоного гіркого. Для оцінки протекторних властивостей екстракту спочатку вивчали здатність складових його зв'язувати іони Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} . Оскільки ці дані відсутні в літературі це і стало метою даного дослідження.

Матеріали і методи. Вихідні 0,1 моль/дм³ розчини солей Pb(II), Hg(II), Cd(II) готували розчиненням наважок: Cd^0 (ос.ч.) у 1,0 моль/дм³ H_2SO_4 ; $Pb(NO_3)_2$, $Hg(NO_3)_2 \cdot 0,5 H_2O$ (х.ч.) у 0,1 моль/дм³ HNO_3 . Стандартизацію проводили: комплексометрично (Pb) та меркуриметрично (Hg).

В роботі використовували 10^{-3} моль/дм³ водні розчини металохромних індикаторів: кисленолового оранжевого (КО), ч.д.а. (Chemapol) та сульфоназо III (СФАЗ), ч.д.а. (Merk). Робочі розчини готували розведенням вихідних перед проведенням експерименту.

Апаратура. Спектри світлопоглинання розчинів знімали, користуючись спектрофотометром СФ-46. Світлопоглинання розчинів вимірювали на КФК-3 при оптимальній довжині хвилі (λ_{opt}) відносно води. Кислотність розчинів контролювали іонміром И-160, використовуючи як індикаторний скляний електрод ЕСЛ-64, електрод порівняння – хлорид срібний.

Результати. Встановлено, що порошки кардамону, імбиру та перця червоного гіркого здатні зв'язувати іони Pb(II), Cd(II), Hg(II) як за рахунок комплексоутворення з функціонально-активними угрупованнями (ФАУ) їх основних компонентів, так і за рахунок фізичної адсорбції цих іонів поверхнею спецій. У даному випадку основними зв'язуючими центрами є фрагменти: карбонових та амінокислот, флавоноїдів та антоціанів, які можуть взаємодіяти з іонами металів за різними схемами. Нами встановлено, що порошки кардамону, імбиру та перця червоного гіркого зв'язують більшу частину введених іонів Pb(II), Cd(II) і Hg(II).

Висновки. Вперше досліджені протекторні властивості основних компонентів кардамону, імбиру та перця червоного гіркого, щодо іонів токсичних металів Pb(II), Hg(II), Cd(II). Отримані кількісні характеристики зв'язуючої здатності досліджених зразків. Дані використані для створення екстракту для нових видів лікєро-горілчаних напоїв.

Література

1. Ластухін, Ю. О. Хімія природних органічних сполук: навч. посіб. / Ю. О. Ластухін. – Львів: НУ ЛП, «Інтелект-Захід», 2005. – 560с.
2. Костенко Є. Є., Тасенко М.А., Ромоданова В.О. Вивчення здатності деяких основних компонентів молока та сумішей на його основі зв'язувати іони пльомбуму // Наук. праці УДУХТ. – 2001. – Ч. II, № 10. – С. 46 – 47.

33. История развития токсикологической химии. Яд ядов – мышьяк

Екатерина Конотоп

Национальный университет пищевых технологий

Вступление. Мышьяк сыграл трагическую роль в истории токсикологии. В связи с тем, что отравление напоминает различные болезни, мышьяк как орудие преступлений со временем почти вытеснил растительные яды древнего мира.

Минерал аурипигмент* (As_2S_3) добывался во времена классической древности в Сирии. Читаем у Феофраста: «При обработке земли обнаруживаются удивительные соединения. Многие можно превратить в золу, как например сандарак и другие». Римский император Калигула приказал доставить его в колоссальном количестве, предполагая, что его можно превратить в золото. В римскую эпоху Плиний уже знал о возможности обжига природных сернистых соединений на углях и получении белой трехокси мышьяка. Известно было, что это вещество вызывает боли в животе и понос. Получение трехокси мышьяка из минерала обходилось очень дорого, и врачи древнего мира применяли ее только как лекарство.

Вероятно, мышьяк был известен еще галлам, от них его восприняли в Италии и во Франции, где он быстро вытеснил растительные яды, а затем мышьяк появляется во всех государствах и княжествах Западной Европы.

Итальянская школа отравителей нашла адепта в лице французской королевы Екатерины Медичи (1519...1589), происходившей из знатной итальянской семьи банкиров и правителей Флоренции, внучатой племянницы папы Климента VII. Яд был ее основным оружием. Екатерина привезла с собой во Францию традиции дома Медичи, к ее услугам были и исполнители, знатоки черной магии, астрологи два итальянца Тико Брае и Космо (Козимо) Руджиери и флорентиец Бианки – большой любитель изготовления духов, душистых перчаток, женских украшений и косметики. Лейб-врач королевской семьи, известный хирург Амбруаз Паре считал, что за всеми этими предметами стоят яды, и писал поэтому, что лучше было бы «избегать этих духов, как чумы, и выпроводить их (этих лиц) из Франции к неверным в Турцию».

Екатерине приписывают две попытки отравить адмирала Колиньи; в результате отравления погибает брат адмирала, а сам он отделяется заболеванием. Во второй раз отравителя задержали и повесили, а яд сожгли.

Екатерину считают виновницей смерти королевы Наваррской Жанны д'Альбре, матери будущего короля Франции Генриха IV, активной деятельницы партии гугенотов. «Причиной ее смерти, – писал д'Обинье*, – был яд, который через надушенные перчатки проник в ее мозг. Изготовлен он был по рецепту мессера Рено, флорентийца, сделавшегося после этого ненавистным даже врагам этой государыни». Жанна д'Альбре погибает от мышьяка, мышьяк был обнаружен и у человека, пытавшегося отравить Колиньи. Маловероятно, что отравленные перчатки были причиной гибели королевы Наваррской, но эту версию приняли современники описываемых событий. Одобрив попытки отравления Колиньи, канцлер Карла IX, а впоследствии кардинал Бираг, говорил, что религиозная война должна разрешаться не потерей большого количества людей и средств, а поварами и лицами, обслуживающими кухни.

Выводы. Из представленной информации видно, что контроль за содержанием мышьяка в различных пищевых и косметических продуктах был и остается важнейшей задачей аналитической и токсикологической химии. Поэтому разработка новых доступных методик идентификации и количественного определения этого элемента являются актуальными.

34. Визначення хлоридів у водах різного походження

Євгенія Самохвал, Олена Бутенко

Національний університет харчових технологій

Вступ. Майже всі природні води, дощова вода, стічні води містять хлорид-іони. Їх концентрація змінюється в широких межах від декількох міліграмів на літр до доволі високих концентрацій у морських водах. Великий вміст хлоридів геологічного походження в поверхневих водах – явище не типове. Тому виявлення великої кількості хлоридів є показником забруднення води побутовими або деякими промисловими стічними водами. В промислових стічних водах вміст хлоридів залежить від характеру виробництва.

Хлорид-іони мають велику міграційну здатність, що пояснюється їх досить високою розчинністю, слабкою схильністю до сорбції на завсях і споживанню водними організмами. З огляду на вищесказане контроль концентрації хлоридів у водах різного походження має важливе значення для оцінки їх якості та придатності використання для потреб різного характеру.

Матеріали і методи. Визначення хлоридів у водах різного походження проводили методом Мора і методом Фольгарда. Використання двох методів дозволило розширити визначувані межі концентрацій хлоридів у досліджуваних об'єктах і врахувати заважаючий вплив неорганічних та органічних складових досліджуваних вод. За отриманими результатами титрування розраховували концентрацію хлорид – іонів у водних об'єктах (C_{Cl^-} , мг/л).

Результати. Об'єктами досліджень були: поверхневі, колодязні, бюветні, водопровідні води, води свердловин різної глибини. Результати аналізу проб води з різних джерел виявили зміну концентрації хлорид-іонів в досить широких межах — 14,5...189,9 мг/л. Якщо вода добувалась з свердловини чи бювету, концентрація хлоридів складала мг/л: 22,9...88,3; якщо ж з неглибокого колодязя чи наземного джерела – 37,6...189,9; у водопровідних водах різних районів м. Києва – 14,5...42,0.

Висновки. Результати досліджень показали, що найбрудніша вода виявилась з озера Голосіївського району м. Києва (C_{Cl^-} = 189,9 мг/л). Серед вод централізованого водопостачання — водопровідна вода Святошинського району м. Києва (C_{Cl^-} = 42,0 мг/л).

Література

1. Клименко М.О., Кнорр Н.В., Пилипенко Ю.В. Моніторинг довкілля. Практикум. – К.: Кондор, 2012. – 284 с.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1979. - 480 с.
3. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища. – К.: Либідь, 1996. – 301 с.
4. Бутенко О.М., Костенко Є.Є., Христіансен М.Г. Аналітичні методи контролю об'єктів довкілля. Практикум з хімічних методів аналізу. – К.:РВЦ НУХТ, 2015. – 195 с.

35. Нітрати у весняній рослинній продукції 2016 року

Наталія Шевчук, Вікторія Ганчук

Національний університет харчових технологій

Вступ. Нітрати – обов’язковий компонент азотного харчування рослин, без якого неможливі складні біологічні процеси синтезу білків. Присутність нітратів у рослинах, очевидно, закономірне явище, але надлишкові кількості вкрай небажані, оскільки за певних умов, нітрати відновлюються до нітритів, які спричиняють два негативні процеси: – по-перше, вони можуть блокувати гемоглобін, наслідком цього є кисневе голодування, порушення кровообігу та серцево-судинної діяльності, – по-друге, нітрити – це попередники канцерогенних сполук: НДМА (нітрозодиметиламін) та НДЕА (нітрозодіетиламін). НДМА та НДЕА утворюються в результаті взаємодії нітритів з відповідними вторинними амінами. Біологічні особливості і сортові ознаки рослин, температура та вологість повітря й ґрунту, тривалість освітлення, технологія вирощування – це основні чинники, що зумовлюють накопичення нітратів. Але означені чинники варіюють не тільки щороку, але й протягом року, що певним чином впливає на вміст нітратів. Тому метою нашої роботи стало проведення контролю нітратів у плодоовочевій продукції, що вирощена навесні 2016 року в тепличних державних та приватних господарствах.

Матеріали та методи. Контроль нітратів здійснювали стандартним іонометричним методом, чутливість якого складає 6 мг/кг. Нітратний селективний електрод та хлорид-срібний електрод порівняння занурювали по черзі у стандартні розчини KNO_3 та у подрібнений досліджуваний зразок. Вимірювали ЕРС і будували градувальний графік залежності ЕРС від pNO_3 ($-\lg C_{\text{NO}_3}$). За графіком знаходили pNO_3 (x), а потім, відповідно – масу NO_3^- в мг на 1 кг сирого зразка.

Результати. Ранні огірки, томати, зелена цибуля, кріп, салати, молода редиска тощо, безумовно, є джерелом природних вітамінів та інших корисних речовин, але, як зазначають токсикологи, саме навесні люди після споживання означеної продукції, опиняються в лікарні. Причиною отруєння буває надмірний вміст саме нітратів у спожитій плодоовочевій продукції. Тому об’єктами дослідження були зразки рослинної продукції, вирощені в період лютого, березня та квітня поточного року. Результати проведених досліджень дають можливість стверджувати, що овочі та зелені культури, вирощені у закритому ґрунті, мають понаднормове нітратне навантаження. В деяких зразках молодої редиски, кропу, салату вміст NO_3^- перевищував ГДК (гранично допустимі концентрації) в 1,5-2 рази. В тепличних весняних огірках вміст нітратів варіював в межах 150-350 мг/кг. Найбільш безпечною продукцією відносно нітратів виявилися томати з концентрацією NO_3^- до 100 мг/кг.

Висновки. Проведений аналіз результатів даного наукового експерименту дає можливість зробити такі висновки:

1. Вміст нітратів в плодоовочевій продукції закритого ґрунту значно більший, ніж у такій же продукції, але вирощеній у відкритому ґрунті;
2. Рослину продукція, вирощену у закритому ґрунті, слід споживати в обмеженій кількості або після проведення заходів щодо зменшення вмісту нітратів.

Література

1. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции: учеб. /Л.В. Донченко, В.Д. Надикта. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 539 с.
2. Дубініна, А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення: підруч. / А. Дубініна, Л. Малюк, Т. Селютіна. – К.: Професіонал, 2007. – 384 с.

35. Определение и изучение дисперсно-фазового распределения хлорорганических пестицидов в природной воде р. Днепр

Максим Горбань, Михаил Милюкин

Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского НАН Украины,

Вступление. Хлорорганические пестициды (ХОП) — это высокотоксичные органические соединения, которые характеризуются устойчивостью в окружающей среде и живых организмах и обладают способностью накапливаться в пищевых цепях [1]. Хотя применение большинства ХОП запрещено или ограничено, вследствие устойчивости они обнаруживаются в объектах окружающей среды. Поэтому мониторинг ХОП и изучение дисперсно-фазового распределения в природных объектах, в том числе в объектах водных систем, является важной эколого-аналитической проблемой [2-6].

Цель исследования — проведение мониторинга ХОП (α -, β -, γ -ГХЦГ, ГХБ, гептахлор, альдрин, 4,4'-ДДЭ, 4,4'-ДДД, 4,4'-ДДТ) в природной воде р. Днепр в районе г. Киева, а также изучение дисперсно-фазового распределения этих соединений между водной фазой, тонкой фракцией взвешенных частиц (размер частиц >0.45 мкм и $< 16-24$ мкм) и грубой фракцией взвешенных частиц (размер частиц $> 16-24$ мкм).

Материалы и методы. Методика определения ХОП в природной воде включает следующие стадии: фильтрование воды через грубый и тонкий фильтры; твердофазная экстракция на сорбенте XAD-2 или обращенно-фазном сорбенте S_{18} ; экстракция органических соединений с грубого и тонкого фильтров смесью растворителей ацетон/гексан; элюирование органических соединений ацетоном и гексаном с сорбентов; очистка полученных экстрактов; анализ концентратов методом газовой хроматографии/масс-спектрометрии (ГХ/МС) на приборе Agilent GC 6890N/MSD 5975I и ГХ на приборе Hewlett-Packard HP5890 Series II с ГХ/ЭЗД HP G1223.

Результаты. По полученным данным общая концентрация ХОП составляет 1.4–17.1 нг/дм³, при этом более высокие концентрации зафиксированы для соединений групп ГХЦГ — 1.32–6.18 и ДДТ — 1.26–15.76 нг/дм³. Концентрации ГХБ и гептахлора составляют: 0.21–1.2 и 0.05–0.26 нг/дм³. Альдрин не был детектирован в большинстве образцов воды. На рис. 1,а представлены концентрации индивидуальных ХОП в одном из образцов природной воды р. Днепр в районе г. Киева. Зафиксированные уровни концентраций ХОП могут представлять серьезную угрозу для экосистемы р. Днепр.

Показано, что вследствие низкой растворимости, большая часть ХОП, находится в связанном состоянии на взвешенных частицах: 16–32 % — на тонкой и 37–52 % — на грубой фракциях. В водной фазе пребывает всего 24–38 % ХОП, в том числе, 24–38 % соединений группы ГХЦГ и 14–34 % соединений группы ДДТ. На рис. 1,б приведен пример дисперсно-фазового распределения ХОП в одном из образцов природной воды р. Днепр в районе г. Киева.

Выводы. Определены концентрации 9 ХОП в образцах природной воды р. Днепр в районе г. Киева. Изучение дисперсно-фазового распределения показало, что основная часть ХОП находится в связанном состоянии на взвешенных частицах.

Литература

1. Милюкин М.В., Гончарук В.В. Химический мониторинг органических экотоксикантов в водных системах. Київ: Наукова думка, 2015, 312 с.
2. Yang D., Qi S., Zhang J., Wu C. et al. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2013, 89, P. 59–65.

37. Визначення вмісту Вітаміну С у фруктових соках

Людмила Гриц

Національний університет харчових технологій

Вступ. Аскорбінова кислота (гамма-лактон 2,3-дегідро-L-гулонової кислоти, вітамін С) $C_6H_8O_6$, відносно проста органічна кислота, яка міститься у свіжих фруктах та овочах.

Матеріали і методи. Використовуючи метод Тильманса визначено вміст Вітаміну С у яблучних та апельсинових соках різних торгових марок.

Результати. В даній роботі визначено вміст вітаміну С у таких соках: «Сандорик» яблуко; «Наш сік» яблуко; «Садочок» яблуко; «Galicia» яблуко; «Rich» апельсин; «Кожен день» апельсин; «Sandora» апельсин.

Визначення вмісту аскорбінової кислоти в соках

10 мл досліджуваного соку (об'єм, що відбирається для аналізу, може бути змінений залежно від вмісту АК в соку) вносять в конічну колбу об'ємом 50 мл, додають 10-15 мл 2% розчину соляної кислоти, ретельно перемішують і титрують розчином 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію до слабо-рожевого забарвлення. Титрування проводять 2-3 рази, отримані дані усереднюють.

У разі, якщо досліджуваний сік містить м'якоть, що заважає фіксації забарвлення розчину, сік, розбавлений розчином соляної кислоти, слід відфільтрувати.

Назва соку	Об'єм соку, мл	Об'єм кислоти, мл	Об'єм ДХФІФ _{сер} , мл	Маса АК в V соку, г	Вміст АК (X) в соці, мг/100мл
«Сандорик»	5	10	1,0	0,00176	35,2
«Наш сік»	5	10	,01	0,000176	3,52
«Садочок»	5	10	0,075	0,000132	2,64
«Galicia»	5	10	0,15	0,000264	5,28
«Rich»	5	10	7,2	0,012672	253,44
«Кожен день»	5	10	0,425	0,000748	14,96
«Sandora»	5	10	5,05	0,008888	147,76

Висновки. Серед яблучних соків та нектарів вміст аскорбінової кислоти у соці прямого віджиму «Galicia» (5,28 мг/100мл) є найбільш відповідним істинному вмісту АК у яблуді (10 мг/100мл).

Аналіз апельсинових соків та нектарів показав, що сік ТМ «Sandora» містить достатньо високий вміст вітаміну С (147,76мг/100мл). Встановлено, що дуже низький вміст вітаміну С у нектарі ТМ «Кожен день».

Література

1. Pharmacologic doses of ascorbate act as a prooxidant and decrease growth of aggressive tumor xenografts in mice <http://www.pnas.org/content/105/32/11105.short>. Метод Тильманса <http://web.archive.org/web/20091122133022/http://www-saps.plantsci.cam.ac.uk/docs/vitc.pdf>
2. Интернет ресурс <http://vitaminz.su/effect-C.html> станом на 30.05.
3. Block G. Vitamin C and reduced mortality. *Epidemiology*. 1992 May;3(3):189–191.

38. Идентификация токсикантов из полимерных материалов в газовой фазе с применением системы «электронный нос»

Михаил Чернышев, Евгения Дроздова, Татьяна Кучменко
Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Россия

Введение. Полимеры широко применяются при создании отделочных материалов, неустойчивы к свету, повышенным температурам, способны выделять в воздух соединения 1–3 класса опасности. Низкое качество полимерных материалов и изделий из них определяется не только упруго-прочностными свойствами, но и экологичностью, т.е. уровнем эмиссии токсикантов в воздух помещения.

Цель работы – установить параметры для идентификации токсикантов, мигрирующих из полимерных материалов, по сигналам «пьезоэлектронного носа».

Материалы и методы. Для получения сенсоров электроды кварцевых резонаторов модифицировали сорбционными покрытиями: углеродные нанотрубки различной модификации (УНТ_{Ni}, УНТ_{HNO3}, УНТ_{Fe}, УНТ_{пол.}), полиэтиленгликоль фталат (ПЭГФ), полиэтиленгликоль сукцинат (ПЭГС), прополис с хлоридом железа (ПчКFe), натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), полиэтиленгликоль себагинат (ПЭГСеб), тритон X-100 (ТХ-100), полиэтиленгликоль фталат (ПЭГФ), наночастицы оксида железа с олеатом натрия (НЧп) и без (НЧ). Сорбтивами явились соединения с нормируемыми значениями допустимого количества миграции (ацетальдегид, ацетон, бензол, толуол, изобутиловый спирт, бутиловый спирт, изопропиловый спирт, пропиловый спирт, фенол, диоктилфталат).

Результаты. Аналитический сигнал массива представлен в виде изменения частоты колебаний резонаторов во времени и «визуальных отпечатков» максимальных откликов сенсоров. По традиционным параметрам «визуальных отпечатков» (площадь, общая геометрия) невозможно идентифицировать отдельные легколетучие вещества в смеси на уровне микроконцентраций. В качестве информативного параметра, кроме геометрических характеристик «визуальных отпечатков», применены коэффициент эффективности сорбции A_{ijmax} ($A_{ijmax} = \Delta F_{max,i} / \Delta F_{max,j}$, где $\Delta F_{max,i(j)}$ – сигнал *i*-того, *j*-того сенсоров в массиве соответственно, Гц) и кинетический коэффициент сорбции γ , ($\gamma = \Delta F_i / \Delta F_j$, где ΔF_i и ΔF_j – отклики сенсоров на *i*-ой и *j*-ой секунде измерения, Гц). Среди рассчитанных параметров A_{ijmax} и γ для сорбтивов в качестве идентификационных выбирались неперекрывающиеся между собой значения.

Параметры эффективности сорбции (A_{ijmax}) тест-веществ, $n=4$, $p=0,95$

Сорбтивы	ПчКFe/ НЧ	УНТ _{Ni} /ПЭГС	УНТ _{HNO3} /ПЭГФ	УНТ _{Ni} /УНТ _{HNO3}	ПЭГС /КМЦ
Ацетальдегид	1,59±0,07	1,92±0,42	1,22±0,28	1,11±0,35	0,30±0,04
Ацетон	0,60±0,17	3,80±0,44	1,30±0,31	0,80±0,12	0,06±0,02
Фенол	0,85±0,12	0,55±0,18	0,28±0,07	2,35±0,25	1,59±0,15
Диоктилфталат	0,76±0,18	0,21±0,07	1,09±0,52	0,59±0,18	0,68±0,12

Выводы. На основании полученных данных выбраны параметры сорбции A_{ijmax} , позволяющие идентифицировать в газовой фазе фенол, диоктилфталат, ацетон, бутиловый спирт, толуол, ацетальдегид. Данные параметры пригодны для идентификации выбранных токсикантов в газовой фазе над полимерными изделиями.

39. Новые идентификационные параметры для детектирования моноэтаноламина с применением двух сенсоров

Светлана Чернышова, Татьяна Кучменко

Воронежский государственный университет инженерных технологий, Россия

Вступление. Химические сенсоры позволяют определять низкие содержания веществ в многокомпонентных системах без сложной пробоподготовки. Особое внимание уделяется проблемам идентификации отдельных компонентов в пробах.

Цель работы: поиск идентификационных параметров для селективного обнаружения моноэтаноламина (МЭА) в газовых смесях по сигналам двух сенсоров на основе фторида калия (KF).

Материалы и методы. В работе применяли два пьезокварцевых резонатора (ПКР) АТ-среза с базовой частотой колебания 10,0 МГц. В качестве модификатора электродов ПКР применяли раствор фторида калия в ацетоне, нанесенный способом “drop casting”. После удаления растворителя масса пленки составила: $1,2 \pm 0,1$ мкг для первого сенсора и $4,4 \pm 0,1$ мкг для второго.

Результаты. Апробирован подход по детектированию МЭА при определении наличия его в средстве для холодной химической завивки. Ранее было установлено, что форма кинетического «визуального отпечатка» сигналов сенсоров в парах МЭА, полученного при фиксировании откликов каждого сенсора через 5, 30, 60 с после инъекции паров, в наибольшей степени отличается от других. Установлено с высокой степенью тождественности геометрической формы фигур (Рис.), что в равновесной газовой фазе над средством для холодной химической завивки присутствует МЭА.

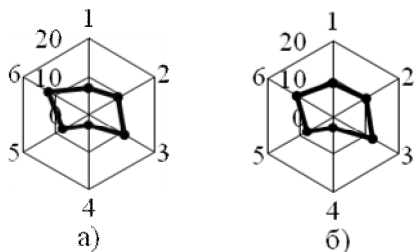


Рис. «Визуальные отпечатки» сигналов двух сенсоров в равновесной газовой фазе над: а – МЭА; б – средством для холодной химической завивки: 1, 2, 3 – отклики сенсора с массой пленки 1,2 мкг; 4, 5, 6 – отклики сенсора с массой пленки 4,4 мкг на 5 (1, 4), 30 (2, 5) и 60 (3,6) с сорбции.

С целью дополнительной идентификации природы компонентов равновесной газовой фазы рассчитывали для стандартных и исследуемых проб предложено рассчитывать кинетические параметры эффективности сорбции A_{τ} (Табл.).

Табл. Кинетические параметры эффективности сорбции

Вещества	$A_{\tau} \pm 0,2$	Вещества	$A_{\tau} \pm 0,2$
Вода	0,4	Диэтанамин	0,5
Ацетон	0,3	Моноэтаноламин	1,4
Бутанол-2	0,3	Аммиак	0,5
Этилацетат	0,3	Уксусная кислота	0,4
Исследуема проба средства	1,5		

Установлено, что и по кинетическому идентификационному параметру A_{τ} в исследуемом образце присутствуют пары МЭА.

Выводы. Использование новых идентификационных параметров эффективности сорбции позволяет повысить надежность идентификации МЭА в газовых смесях.

40. Анализ игрушек из ПВХ-пластизоля с применением портативного анализатора газов

Евгения Дроздова, Татьяна Кучменко

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Введение. В настоящее время информационно-аналитические технологии активно входят во все сферы деятельности человека, поэтому разработка новых «умных» приборов, решающих широкий спектр проблемы, используя современные микропроцессоры, позволяющие существенно снизить затраты на проведение анализа и сделать процедуру доступной широкому слою населения, решая задачу повышения информативности, является актуальной задачей.

Известно техническое решение на основе одного пьезосенсора [1]. Такой анализатор относится к одноканальным газоанализаторам с возможностью детектирования одного или группы близких по свойствам аналитов, например «аммиак, азотсодержащие соединения», «бензол/толуол». Применение 4-хсенсорного устройства позволяет сочетать не только высоко селективные сенсоры в наборе и получать таким образом информацию как от 4-хканального газоанализатора, но и сочетать различные по селективности сенсоры, что, существенно увеличивает информативность результатов измерения и повышает полезность аналитической информации.

Цель работы – оценка уровня эмиссии легколетучих органических соединений из детских игрушек из ПВХ-пластизоля с применением портативного анализатора газов на основе 4-х пьезосенсоров.

Материалы и методы. Исследования проводили портативном анализаторе газов на основе 4-х пьезосенсоров «Сtereo-гаджет» [2]. В качестве измерительных устройств было выбран массив сенсоров из набора «Polymers^{mini}», для подбора которого применяли равновесные пары над диоктилфталатом, гексаном, аренами, спиртами C₂–C₃, ацетоном, этилацетатом, фенолом квалификации «ч.д.а». Для апробации возможностей портативного устройства выбрано 5 образцов игрушек из ПВХ-пластизоля и 3 пробы артефакта, для проверки правильности полученных данных. Параллельно игрушки анализировали на анализаторе газов «МАГ-8» (ООО «Сенсорика – Новые Технологии», Россия) [3].

Результаты. Перед проведением анализа проверяли сенсоры на стабильность нулевой линии. Затем плотно подносили устройство к поверхности пробы (анализ проводится без разрушения образца). После выхода системы на относительное равновесие (уменьшение скорости сорбции до 2 Гц/5с) – не менее, чем через 40 с – прибор убирали от образца. Следующее измерение проводили после возвращении базовой линии сенсоров на исходный сигнал.

При совмещении портативного анализатора с программным обеспечением «MAG-Soft» зафиксирована выходная кривая сигналов сенсоров. В программном обеспечении была оптимизирована временная маска и оценены площади полученных «визуальных отпечатков». Сравнивая площади «визуальных отпечатков», возможно оценить уровень эмиссии легколетучих органических соединений выделяемых различными образцами. Так игрушки «Фризби», «Курица» и «Сыр» имеют высокий уровень эмиссии веществ, что коррелирует с данными, полученными при анализе этих же игрушек на многоканальном анализаторе «МАГ-8». Идентификацию ЛОС проводили по параметрам эффективности сорбции A_{ij} . Результаты идентификации соединений в образцах игрушек с применением портативного устройства на основе 4-х сенсоров и многоканального анализатора газов «МАГ-8» представлены в табл. 1.

Таблица 11 Сравнение результатов анализа игрушек из ПВХ-пластизоля двумя способами

Образцы	Прибор и условия измерений		Уровень эмиссии ЛЮС	Опасность
	«МАГ-8» 8 сенсора (закрытая система, по навеске)	«Сtereo-гаджет» (открытая система, без отбора проб)		
Игрушка «Сыр»	диоктилфталат, гексан, керосин, ацетон	диоктилфталат, толуол, бензол	Превышение в 100 раз	II
Игрушка «Мишка»	ацетон, этилацетат	ацетон, этилацетат, диоктилфталат	Превышение в 10 раз	III
Резиновая игрушка	ацетон, этилацетат	диоктилфталат, ацетон, эфиры	Превышение в 2 раза	IV
Игрушка «Фризби»	диоктилфталат, гексан, керосин, ацетон	диоктилфталат, эфиры	Превышение в 10 раз	III
Игрушка «Курица»		диоктилфталат, толуол, бензол	Превышение в 100 раз	II

Выводы. Сокращение числа измерительных элементов приводит к уменьшению надежности детектирования изученных соединений. Однако, основные тест-вещества, которые определяют безопасность изделия из ПВХ-пластизоля (диоктилфталат, ацетон) детектируются надежно.

Литература

1. Патент 2400745 RU. МПК G01N33/00. Детектор для определени газа, паров и пыли в воздухе [Текст] / Т.А. Кучменко, А.В. Чурсанов, Р.У. Умарханов, Д.А. Кучменко // № 2008143170/28; заявл. 30.10.2008; опубл. 10.05.2010.
2. Патент 2571280 C1 RU. МПК G01N33/00. Портативный анализатор газов с массивом пьезосенсоров [Текст] / Т.А. Кучменко, Дроздова Е.В. // № 2014132682/15; заявл. 07.08.2014; опубл. 20.12.2015.
3. Кучменко, Т. А. Инновационные решения в аналитическом контроле [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Кучменко; Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех». - Воронеж: 2009. - 252 с.

41. Современные методы анализа. Изучение структуры биообъектов с применением компьютерных программ

Ирина Филиппова, Татьяна Кучменко
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», Россия

Вступление. В природе существует большое разнообразие биообъектов, и все они имеют уникальную и сложную структуру. Целью работы является освоение теоретических и практических представлений о методах неразрушающего контроля биообъектов и изучение при разных увеличениях строения биополимеров на примере волоса и паутины.

Материалы и методы. Микроскоп Микромед Р-1. Покровные и предметные стекла. Фотоаппарат (камеры с небольшим радиусом: подходят камеры телефона или планшета). Компьютер с программами просмотра изображений и возможностью пиксельного измерения (Photoshop CC).

Результаты. Методика исследования биологических объектов под микроскопом методами неразрушающего контроля дает возможность расширить общее представление о микромире, а также понятна и интересна как при работе со студентами, так и со школьниками. Согласно данным опроса, проведенного среди студентов, 96% опрошенных посчитали данную методику эффективной и полезной. Положительными сторонами методики являются ее легкость и возможность применения к большому числу исследуемых объектов. В качестве исследуемых объектов рассматриваются биообъекты, находящиеся в свободном доступе перед лицом, проводящим исследование, и удобные для проведения анализа, описания, а также последующих измерений и обработки. В целях выполнения работы не используются окрашенные препараты. Получаемое изображение четкое, с натуральными цветами. Возможные недостатки при работе микроскопом: исследуемый биоматериал может накладываться и ломаться в ходе анализа. Работа с помощью компьютерных программ для просмотра и измерения размера биообъектов проста и понятна. Результаты измерений, установленные с помощью компьютерных программ, заносятся в таблицу сравнения размеров биообъектов.

Таблица - Сравнение размеров биообъектов с помощью компьютерных программ

Исследуемые объекты сравнения	Ширина первого объекта в пикселях	Ширина второго объекта в пикселях	Отношение размеров рассматриваемых объектов

Работа предназначена для студентов, обучающихся по специальности 06.05.01 - «Биоинженерия и биоинформатика» в рамках курса «Основы нанобиотехнологии».

Выводы. Разработана методика работы с биообъектами для студентов с целью освоения методов неразрушающего контроля биообъектов, позволяющая освоить навыки работы с современными компьютерными программами, изучить особенности обработки биообъектов на микро- и наноуровне, анализировать полученные результаты и сопоставлять их.

42. Применение пьезокварцевых резонаторов для определения показателя качества восточных сладостей типа мягкие конфеты

Ирина Грибоедова, Татьяна Кучменко

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», Россия

Вступление. Восточными сладостями называют все необычные кондитерские изделия, рецепты которых впервые появились в странах Востока. Одним из главных физико-химических показателей является влажность, которая нормируется в соответствии с рецептурой и находится в пределах 10-29%. Цель работы - применить пьезокварцевое микровзвешивание для определения влажности в сладостях и сравнить со стандартным методом.

Материалы и методы. Для определения влажности стандартным методом применялся рефрактометр УРЛ-45. В качестве чувствительных микровесов использовались пьезорезонаторы ОАВ-типа с базовой частотой 10.0 МГц на длинных ножках и серебряными электродами диаметром 5 мм. Частота резонаторов измерялась на одноканальном частотомере. В качестве сладостей изучены пробы торговой сети: зефир, лукум (5 видов), пастила.

Результаты. Получены результаты определения влажности стандартным способом ($\varphi_{ст}$, %) и пьезокварцевым микровзвешиванием ($\varphi_{пьезо}$, %). Установлена корреляция между результатами: $\varphi_{ст} = 0,4504 \cdot \varphi_{пьезо}$ ($R^2 = 0,94$). Анализируемые пробы тестировались по разработанной методике на пьезовесах и по уравнению предсказывали влажность, определяемую стандартным методом (рефрактометрия) (Таблица). Все изученные пробы восточных сладостей соответствуют по критерию влажность.

Таблица - Влажность сладостей, измеренная стандартным методом ($\varphi_{ст}$, %), пьезокварцевым микровзвешиванием ($\varphi_{пьезо}$, %), влажность, рассчитанная по уравнению стандартного показателя ($\varphi_{урав}$, %) и погрешность измерения ($\Delta_{пьезо}$, %)

Наименование восточной сладости	$\varphi_{ст}$, %	$\varphi_{пьезо}$, %	$\varphi_{урав}$, %	$\Delta_{пьезо}$, %
Зефир	24,5	55,7	25,1	2,3
Пастила	19,2	43,7	19,7	2,5
Лукум:				
с клюквой	20,3	48,6	21,9	8,0
с курагой	26,1	56,3	25,3	2,8
«Черешня»	22,6	48,0	21,6	4,2
«Шоколадный»	28,1	61,0	27,5	2,1
«Танго»	28,5	63,0	28,4	0,4

Рефрактометрически возможен анализ одной пробы, продолжительность измерения которой 7-10 мин. С помощью пьезокварцевого микровзвешивания анализировали несколько проб одновременно за 40-45 мин., но известному методу отвечает по погрешности измерения (до 10%).

Выводы. Способ пьезокварцевого микровзвешивания пригоден для установления факта фальсификации по критерию влажности. Возможно применения для экспрессной диагностики состояния сладостей во внелабораторных условиях, а также в лаборатории для получения экспрессной информации о нескольких пробах.

43. Экстракционно-амперометрическое определение полифенолов в водных средах

Александр Ильин, Елена Чурилина, Павел Суханов,
Воронежский государственный университет инженерных технологий

Введение. Танин (ТН) и галловая кислота (ГК) – полифенолы, характеризующиеся дубильными и антиоксидантными свойствами. Определение полифенолов в водных средах и пищевых продуктах, включает стадию предварительного выделения и концентрирования. Эффективное извлечение полифенолов из водных сред достигается из подкисленных водных растворов и применением водорастворимых полимеров на основе N-виниламидов. Цель исследования – разработка способа определения полифенолов в концентратах амперометрическим методом.

Материалы и методы. Для концентрирования полифенолов из водных сред [1] применяли поли-N-винкапролактама (ВК), поли-N-винилпирролидон (ВП) и их сополимер в соотношении ВК:ВП 0,69:0,31. Экстракт растворяли в 1 см³ ацетона. Анализ проводили на хроматографе «Цвет Яуза-01-АА» с амперометрическим детектором. Содержание полифенолов устанавливали по площади пика полученной амперограммы.

Результаты. В качестве эффективного экстрагента выбран сополимер ВК:ВП, обеспечивающий практически полное извлечение полифенолов из водно-солевых растворов и высокие коэффициенты концентрирования [2].

Синтез сополимера осуществляется радикальной полимеризацией при 70 °С в изопропиловом спирте (ХЧ) в присутствии динитрилазо-бис-изомаляной кислоты (ДАК). Соплимер из раствора осаждали гексаном и сушили в вакууме при 55 - 60 °С. Соотношение мономеров в сополимере устанавливали ИК-спектроскопически по соотношению полос поглощения в области 1645 см⁻¹, отвечающих валентным колебаниям С=О группы ВК-звена и 1695 см⁻¹, характерных для С=О группы ВП-звена.

Обоснованы условия амперометрического детектирования полифенолов в водных средах, в основе которого находится электрохимическое окисление –ОН групп на электроде из стеклоуглерода. Изменение силы тока зависит от концентрации полифенола и описывается прямолинейным градуировочным графиком.

Изучено влияние ацетона и полимеров на результаты амперометрического определения, учитываемое при расчете содержания полифенолов в растворах.

В пересчете на ГК предложено суммарное определение антиоксидантов.

Выводы. Разработан экстракционно-амперометрический способ определения полифенолов в водных растворах и коньяке. Способ характеризуется экспрессностью, селективностью к полифенолам и высокой чувствительностью.

Литература

1. Чурилина Е.В. Двухфазные системы на основе N-винилкапролактама для экстракционного концентрирования фенолов из водных растворов / Чурилина Е.В., Суханов П.Т., Коренман Я.И., Ильин А.Н. // Вестник ВГУИТ – 2012. - № 1. – С. 112-114.
2. Экстракция танина, галловой кислоты и пирогаллола из водных сред водорастворимыми полимерами и их определение в концентратах методом тонкослойной хроматографии / Суханов П. Т., Ильин А. Н., Чурилина Е. В., Шаталов Г. В. // Аналитика и контроль – 2015. – Т. 19 № 3. – С. 268–273.

44. Алгоритм цифровой обработки пластин ТСХ при определении синтетических красителей в напитках

Петр Карлов, Ольга Черноусова

Воронежский государственный университет инженерных технологий, Россия

Введение. При производстве напитков часто применяются пищевые красители, как натуральные, так и синтетические. Последние не всегда являются безопасными для организма, особенно при высоких концентрациях, что подтверждается исследованиями последних лет [1]. Например, при ежедневном употреблении пищевых продуктов, содержащих синтетические красители, у детей может наблюдаться гиперактивность, повышенная импульсивность и невнимательность [2]. В тоже время, добавление в пищевые продукты несанкционированных красителей случается довольно часто. В связи с этим, актуальна разработка методов контроля использования и дозировки синтетических красителей в пищевой промышленности.

Устанавливает максимально допустимую концентрацию в продуктах и регламентирует применение пищевых красителей СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок». Среди методов анализа пищевых красителей можно выделить полярографию [3], капиллярный электрофорез [4], высокоэффективную жидкостную хроматографию с УФ-детектированием, микроколоночную жидкостно-адсорбционную хроматографию. В большинстве случаев требуется серьезная пробоподготовка, продолжительный анализ, дорогостоящее оборудование или специальное программное обеспечение (например, Sorbfil Videodensitometr TLC Quantitative Evaluation). Одним из наиболее простых и эффективных экспресс-методов для определения красителей в пищевых продуктах, биологических жидкостях и др. объектах, не требующих сложного оборудования, является тонкослойная хроматография (ТСХ). Нами предложен алгоритм цифровой обработки пластин ТСХ при определении синтетических красителей в напитках, не требующий профессионального программного обеспечения.

Пробоподготовка и хроматографирование. В работе исследовали безалкогольные газированные напитки с заявленными на этикетке красителями: «Mountain Dew» (E102), «Mirinda» (E110), «Old Pepper's crew» (E129). Применяли восходящую ТСХ на пластинах Silufol. Подвижная фаза - система (н-бутанол-этилацетат-ледяная уксусная кислота-вода) в соотношении (5:3:3:3). Предварительно проводили пробоподготовку: к 5,0 мл напитка добавляли 2 мг высаливателя (сульфат аммония), 1,0 мл ацетона, полученные смеси перемешивали и центрифугировали [5]. Степени извлечения анализируемых красителей составляли: 96,6 % для E102, 98,0 % – E110, 98,6 % – E129. Для количественного анализа красителей в напитках готовили серию стандартных растворов с концентрациями 1,00; 0,50; 0,10 и 0,05 мг/см³.

Результаты. Хроматограммы сканировали и обрабатывали в программе Adobe Photoshop CS5. Для идентификации красителей рассчитывали коэффициент хроматографии-ческой подвижности R_f , а также проводили сопоставление значений характеристик цветности R , G и B , используемых в методе цветометрии, со стандартами. Получили сопоставимые значения подвижности и цветности, следовательно, в безалкогольных напитках присутствуют красители E102, E110 и E129.

Для более точного количественного анализа меняли цветовой тон на зеленый и увеличивали его насыщенность. Применяли команды: изображение → коррекция →

цветовой тон/насыщенность. Для измерения площади пятна выделяли границу пятна инструментом «прямолинейное лассо», после чего использовали команду: окно → гистограмма. В полученном окне указывалась площадь пятна в пикселях. Для каждого из красителей строили градуировочный график. Полученные зависимости хорошо описывается следующим уравнением:

$$\sqrt{S} = a \cdot \lg C + b,$$

где S – площадь пятна в пикселях, C – концентрация красителей в растворах, мг/см³, a , b – эмпирические коэффициенты.

Подготовленные пробы напитка измеряли в тех же условиях, что и стандартные растворы красителей. Результаты количественного анализа синтетических красителей в безалкогольных напитках приведены ниже.

Таблица – Количественное содержание синтетических красителей *

Наименование напитка	Краситель	Концентрация, мг/л	Соответствие СанПиН 2.3.2.1293-03
Mountain Dew	E102	2,4±0,3	соответствует
Mirinda	E110	21,9±1,0	соответствует
Dr Pepper	E129	31,5±2,2	соответствует

* допустимое содержание - 100 мг/л.

В работе показана необходимость анализа синтетических красителей в безалкогольных газированных напитках. Используемый в работе метод ТСХ обладает высокой селективностью и дает возможность исследовать многокомпонентные смеси. Показано, что применение программы Adobe Photoshop CS5 для анализа полученных хроматограмм позволяет проводить идентификацию и количественное определение синтетических красителей при отсутствии специального программного обеспечения для обработки пластин ТСХ.

Библиографический список

1. Hashem, M.M. Immunological studies on Amaranth, Sunset Yellow and Curcumin as food colouring agents in albino rats / M.M. Hashem, A.H. Atta, M.S. Arbid, S.A. Nada, G.F. Asaad // Food and Chem. Toxicology. – 2010. – Vol. 48. – № 6. – P. 1581–1586.
2. Рудометова, Н.В. Безопасность пищевых продуктов: контроль применения синтетических красителей / Н.В. Рудометова // Пищевая промышленность. – 2010. – № 12. – С. 64–65.
3. Combeau, S. Identification and simultaneous determination of Azorubin, Allura red and Ponceau 4R by differential pulse polarography: application to soft drinks / S. Combeau, M. Chatelut, O. Vittori // Talanta. – 2002. – Vol. 56. – № 1. – P. 115–122.
4. Dossi, N. A capillary electrophoresis microsystem for the rapid in-channel amperometric detection of synthetic dyes in food / N. Dossi, R. Toniolo, A. Pizzariello, S. Susmel, F. Perennes, G. Bontempelli // J. Electroanalytical Chem. – 2007. – Vol. 601. – № 1–2. – P. 1–7.
5. Санникова Н.Ю. Экстракция сульфозокрасителей – закономерности и применение в анализе пищевых продуктов и фармацевтических препаратов: дис. ... канд. хим. наук / Н. Ю. Санникова. – Воронеж, 2011. – 183 с.

45. Цветометрические тест-методы определения дубильных веществ в коньяке и виски

Анна Казакова, Светлана Калинкина

Воронежский государственный университет инженерных технологий

Введение. Коньяк и виски выдерживают в дубовых бочках, за счет чего происходит их обогащение дубильными веществами. Дубильные вещества (ДВ) смягчают вкус и улучшают цвет напитков, а попадая в организм человека, действуют на желудок, убивая болезнетворные бактерии. Цель работы - разработка цветометрических экспресс - методов определения дубильных веществ в коньяке и виски.

Материалы и методы. Объекты анализа - виски, коньяк и спиртовой раствор дубового экстракта. Сорбент- пенополиуретан (ППУ), импрегнированный ионами железа (III). Содержание дубильных веществ определяли в пересчете на галловую кислоту, которая образует с ионами железа (III) продукт реакции сине-черного цвета. Для определения ДВ использовали разработанные авторами сорбционно-цветометрические тест-методы анализа, основанные на сорбционном извлечении дубильных веществ из раствора, образовании на поверхности сорбента окрашенного соединения и последующего определения его путем сравнения интенсивности окраски с цветовой шкалой или измерением яркости методом видеоденситометрии. Для проверки правильности методики полученные результаты сравнивали с результатами полученными методом спектрофотометрического анализа ДВ на спектрофотометре марки СФ-56.

Сорбцию осуществляли динамически, путем отбора анализируемого раствора поршнем в аналитический патрон с импрегнированным ППУ до конца слоя сорбента.

Определены условия сорбционно-цветометрического анализа: концентрация хлорида железа (III), импрегнированного в ППУ; масса ППУ в аналитическом патроне; степень загрузки его реагентом; время контакта фаз; кислотность среды.

Результаты. Получены результаты определения ДВ в коньяке и виски предложенным методом с визуальным и денситометрическим детектированием интенсивности окраски в сравнении со спектрофотометрическим методом. Установлены нижние пределы обнаружения ДВ сорбционно-цветометрическим методом, которые составляют для визуального детектирования $0,10 \text{ мг/см}^3$, для денситометрического $0,050 \text{ мг/см}^3$, погрешность визуального детектирования окраски ППУ, импрегнированного хлоридом железа (III), в сравнении со спектрофотометрическим определением не превышает 20,0 %, погрешность визуального детектирования относительно видеоденситометрического не превышает 10,0 %.

Предложено тест-средство для определения ДВ, которое состоит из 10 аналитических патронов, цветовой шкалы, ампулы с ацетатным буферным раствором и инструкции по применению. Время анализа составляет 5-10 минут, относительная погрешность измерения 25 %.

Выводы. Предложенный способ определения ДВ является экспрессным, позволяет проводить быструю оценку и выбраковку анализируемых проб, не требует высокой квалификации персонала и дорогостоящего оборудования.

46. Сорбционные свойства тонких пленок на основе солей переходных металлов

Трайгель Наталия, Никулина Алла, Кучменко Татьяна

Воронежский государственный университет инженерных технологий, Россия

Введение. Пьезокварцевое микровзвешивание является одним из современных методов анализа качества пищевых продуктов. Однако, большинство применяемых покрытий пьезокварцевых резонаторов (ПКР) характеризуются чувствительностью к парам воды, что делает актуальным поиск новых гидрофобных модификаторов ПКР.

Материалы и методы. В качестве покрытий ПКР применяли тонкие пленки на основе нерастворимых солей переходных металлов IV периода ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$, FePO_4 , $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$, FeS , FeSO_3 , FeCO_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$), пленкообразователь – пчелиный клей, так как присутствующие в нем флавоноиды, содержащие фенольные гидроксилы и карбонильные группы, способны образовывать комплексы различной степени устойчивости с солями металлов, что повышает стабильность покрытий на основе порошкообразных соединений. Методом пьезокварцевого микровзвешивания оценивали сорбционную активность полученных модификаторов ПКР по отношению к веществам-маркерам качества пищевых продуктов (вода, уксусная кислота, этилацетат, бутанол-1, пропанол-2, ацетон, аммиак, бензиламин). Исследования проводили на мультианализаторе газов «МАГ-8» с инжекторным вводом пробы.

Результаты. Изучена сорбционная активность пленок на основе фосфатов переходных металлов IV периода (табл. 1).

Таблица 1 – Максимальное изменение частоты колебания ПКР (ΔF_{max} , Гц) при сорбции паров на пленках «пчелиный клей – нерастворимая соль»

Аналит	$\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$	FePO_4	$\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2$	$\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$	$\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$	CrPO_4
Вода	2	3	6	12	5	3	4
Бутанол-2	4	5	8	10	6	8	5
Уксусная кислота	2	2	5	6	-2	4	2
Хлороформ	11	13	25	22	23	18	23
Этиацетат	7	5	23	18	22	10	9
Ацетон	6	5	17	14	16	12	7
Бензол	2	3	10	9	7	5	5
Толуол	4	3	6	4	9	4	5
Аммиак	-2	-2	-24	-17	-25	-16	-3

Для всех покрытий наблюдается отрицательная сорбция при контакте с парами аммиака. Это объясняется способностью молекул аммиака к комплексообразованию с металлами-акцепторами. Образование аммиакатов из твердой соли и газообразного аммиака идет в две стадии [1]: катион и анион исходной соли раздвигаются до расстояния, характерного для комплексной соли (затрачивается энергия E_1), после

чего происходит присоединение молекул аммиака к катиону (выделяется энергии E_2 , причем $E_2 > E_1$). Разность $E_2 - E_1$ является теплотой образования аммиакатов. Следовательно, при сорбции аммиака выделяется некоторое количество тепла, которое разогревает пленку, изменяя частоту колебаний сенсора. Все пленки отравляются парами аммиака, т.е. после контакта с ними практически перестают сорбировать аналиты. Однако образующиеся аммиакаты металлов не очень устойчивы и через определенный промежуток времени наблюдается практически полное восстановление сорбционной способности модификаторов. Оптимальным соотношением между сорбционной активностью к различным аналитам и временем регенерации характеризуется пленка на основе Fe^{2+} .

Исследованы свойства покрытий на основе различных труднорастворимых соединений Fe^{2+} (табл. 2). Так как получаемые отклики сенсоров ΔF_{max} невелики, в качестве аналитического сигнала использовали площадь под кинетической кривой сорбции (S, Гц*с).

Таблица 2 – Площадь под кинетической кривой сорбции для пленок «пчелиный клей» и «пчелиный клей – нерастворимые соли железа (II)»

Аналит	пчелиный клей	$Fe(OH)_2$	FeF_2	$FeSO_3$	$FeCO_3$	FeS	$Fe_3(PO_4)_2$
Вода	-22	197	21	9	-23	239	48
Аммиак	-27	-132	-116	-90	-30	137	-172
Диэтиламин	19	145	93	-10	-25	194	-22
Триэтиламин	23	173	-19	-24	-57	167	30
трет-Бутиламин	54	172	30	49	8	200	61
Бензиламин	384	-1794	415	57	-132	266	505
Этилацетат	73	648	109	120	-45	176	182
Ацетон	95	867	131	173	78	254	153
Хлороформ	96	608	192	213	90	197	194
Бензол	-42	262	57	84	-20	141	51
Толуол	-14	136	129	-33	-25	131	-60
Фенол	-19	43	-9	-14	-14	69	-20
Пропанол-2	33	188	94	-40	-36	64	155
Бутанол-2	-22	322	71	80	71	273	140
Уксусная кислота	196	697	168	188	179	0	44

Все пленки показали высокую избирательность по отношению к бензиламину (индикатор присутствия аминов жирного ряда). Наиболее эффективны по отношению к нему покрытия на основе $Fe(OH)_2Fe_3(PO_4)_2$. Отмечена некоторая гидрофильность пленки на основе гидроксида железа (II) и проявление ею сорбционной активности по отношению к уксусной кислоте, что связано с основностью модификатора.

Литература

1. Гринберг А.А. «Введение в химию комплексных соединений» - Москва-Ленинград, Химия, 1966 – С.288.

47. Экспресс-анализ загрязненных керосином грунтов методом пьезокварцевого микровзвешивания

Денис Коновалов, Жанна Кочетова, Татьяна Кучменко
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Введение. За десятилетия эксплуатации аэродромов образовалось огромное количество керосиновых линз, массы которых могут достигать сотен тысяч тонн. Для планирования мероприятий по очистке загрязненных территорий в первую очередь локализуют линзу свободных углеводородов, т.е. определяют глубину ее залегания, мощность и распространение по площади. Геохимическую съемку проводят путем анализа проб воздуха из шпуров. Для этого в основном используют термокаталитические детекторы газа, трассовые газоанализаторы и инфракрасные оптические датчики. Применение термокаталитических сенсоров ограничено из-за наличия в керосинах добавок, которые приводят к их «отравлению»; надежность трассовых газоанализаторов зависит и от погодных условий; с помощью БИК-спектрометра определяют нефтепродукты в ограниченном диапазоне концентраций от 0,1 % до 10,0 % масс. Цель исследований – разработка надежного способа экспресс-анализа загрязнения грунтов керосином в широком диапазоне концентраций и температур, позволяющего в режиме «in situ» проводить точные измерения без стадий пробоотбора и пробоподготовки.

Материалы и методы. В основе предложенного способа определения содержания керосина в грунтах лежит высокочувствительный и точный метод пьезокварцевого микровзвешивания. Для реализации способа использовали газоанализатор с открытым входом на основе одного пьезокварцевого резонатора (ПКР) [1], электроды которого модифицировали высокочувствительным и устойчивым к парам керосина покрытием из углеродных нанотрубок (УНТ) [2]. Модифицированный ПКР закрепляли в открытом корпусе анализатора, который содержит устройства для возбуждения колебаний и фиксирования сигналов резонатора; цифровое табло для отображения изменения частоты колебаний ПКР в результате сорбции паров керосина на пленке УНТ (ΔF , Гц); электронный термометр для измерения температуры грунта (t_2 , °С). Анализатор устанавливали на грунт таким образом, чтобы пары керосина, скапливающиеся над поверхностью грунта на высоте 5-10 см, самопроизвольно диффундировали в окосенсорное пространство. Для построения градуировочных графиков готовили серию стандартных проб для разных типов грунтов (суглинок, песок, чернозем) с содержанием керосина марки ТС-1 от 0 до 700 мг/кг. Перемешанные пробы помещали в герметичную посуду и термостатировали при $t_1 = 25$ °С. Для каждого типа грунтов измеряли $\Delta F_{\text{фон}}$, обусловленное содержанием в незагрязненных керосином грунтах сопутствующих газов естественного происхождения (вода, продукты жизнедеятельности микроорганизмов и др.). Аналитический сигнал сорбции паров керосина с учетом эмиссии сопутствующих соединений составляет: $\Delta F_k = \Delta F - \Delta F_{\text{фон}}$. Влияние температуры грунта на эмиссию легколетучих веществ учитывали с помощью температурного коэффициента k , который определяли в лабораторных условиях. Для этого готовили стандартные пробы керосина с одинаковыми концентрациями $C_k = 100$ мг/кг, термостатировали при $t = 0-40$ °С с шагом 5 °С. Измеряли аналитический

сигнал сорбции паров керосина при разных температурах грунта и рассчитывали k по уравнению линейной интерполяции.

Результаты. Установлено, что интенсивность испарения керосина с одинаковыми концентрациями (C_k , мг/кг) из грунтов обусловлена главным образом их плотностью и объемной пористостью (P , %). Наиболее затруднена диффузия керосина из суглинка ($P = 32\%$), максимальный аналитический сигнал получен при сорбции керосина над черноземом ($P = 68\%$). При $C_k < 5$ мг/кг значительно увеличивается время насыщения парами керосина ячейки детектирования (до 6 – 8 мин), при этом S_f возрастает до 15 %. Верхний предел рабочих концентраций метода ограничен сорбционной емкостью модификаторов. При использовании модификатора на основе УНГ отклонение от линейности градуировочного графика наблюдается при $C_k \geq 500$ мг/кг; при повышении C_k до 650 мг/кг происходит срыв автоколебаний ПКР.

Температурный коэффициент в изученном интервале температур для разных типов грунтов изменяется незначительно и также зависит от P , поэтому для дальнейших расчетов использовали среднее значение k_{cp} для суглинка, песка и чернозёма соответственно 6,5; 6,8; 7,4 Гц/°С. При определении содержания керосина в грунтах «in situ» измеряли температуру грунта t_2 ; фоновое значение $\Delta F_{фон}$; ΔF загрязненного керосином грунта. Рассчитывали аналитический сигнал сорбции паров керосина ΔF_k с учетом температуры грунта и фонового уровня эмиссии легколетучих соединений по уравнению: $\Delta F_k = \Delta F - \Delta F_{фон} + k_{cp} \cdot (t_1 - t_2)$.

Выводы. Правильность и точность определений содержания керосина в грунтах методом пьезокварцевого микровзвешивания проверяли по стандартной методике с помощью БИК-спектрометра методом «введено-найдено». Точность предложенного способа и время анализа зависят от концентрации керосина в грунтах, их пористости и температуры и не превышают соответственно 3,5 % и 3 мин. Таким образом, возможно определение концентрации керосина в грунтах в интервале от 5 до 500 мг/кг при температурах 0 – 40 °С без проведения стадий пробоотбора и пробоподготовки.

Литература

1. Патент 2302627 RU. МПК G01N27/12. Газоанализатор с открытым входом на основе пьезосенсоров [Текст] / Т.А. Кучменко, Ж.Ю. Кочетова, Ю.Е. Силина // №2006102742/28; заявл. 31.01.2006; опубл. 10.07.2007.

2. Патент 2379669 RU. МПК МПК G01N27/12. Способ формирования на электродах пьезосенсоров сорбционных покрытий из углеродных нанотрубок [Текст] // Т.А. Кучменко, Ю.Х. Шогенов // №2008150975/28; заявл. 22.12.2008; опубл. 20.01.2010.

48. Равновесные и динамические характеристики сорбции неорганических анионов высокоосновными ионообменниками

Екатерина Кунахова, Лариса Бондарева

Воронежский государственный университет инженерных технологий

Введение. Сложность идентификации и количественного определения ионов в природных водах состоит не только в присутствии их в большом многообразии, но и разном содержанием каждого из них. При превышении ПДК различных компонентов возрастает риск возникновения опасных заболеваний и поэтому состав воды должен тщательно контролироваться. В связи с этим целью работы стало изучение сорбции неорганических анионов сильноокислотными анионообменниками в динамических условиях.

Материалы и методы. В работе изучили концентрирование и разделение хлорид-, нитрат- и сульфат-ионов из водных растворов с последующим количественным их определением. Сорбцию проводили на анионообменной смоле АВ-17, функциональные группы - четвертичные триметиламмониевые, и ее аналоге Purolite A430, имеющей улучшенные гидродинамические характеристики. Проведен анализ анионного состава природных вод, установлены эффективные методы выделения и концентрирования анионов, собраны данные о наиболее распространённых способах количественного определения анионов в природной воде в широком интервале концентраций. Определение хлорид-ионов проводилось аргентометрическим методом, нитрат-ионов – потенциометрическим титрованием, сульфат-ионов – титриметрическим методом, который основан на образовании в кислой среде практически нерастворимого сернокислого бария

Результаты. Значение констант протолитизации ионообменников АВ-17 и Purolite A430, определенных методом отдельных навесок по уравнению Гендерсона-Гассельбаха, совпадают и равны 10^4 , а значение полной обменной емкости несколько различаются: у ионообменной смолы Purolite A430 – 4,3 ммоль/г, у АВ-17 – 3,4 ммоль/г, что объясняется одинаковым видом и различным количеством ионогенных групп. По выходным кривым сорбции рассчитаны динамические обменные емкости анионообменников (таблица) и установлено, что время поскака всех изученных анионов на Purolite A430 выше, чем на АВ-17.

Таблица – Динамические обменные емкости (ммоль/г) ионообменников по неорганическим анионам

Сорбент/Собтвив	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
АВ-17	1,06±0,02	0,45±0,01	1,42±0,03
Purolite A430	1,48±0,03	1,50±0,03	-

В работе проведено разделение хлорид-, нитрат- и сульфат-ионов из трехкомпонентных растворов и установлено, что при сорбции на Purolite A430 времена поглощения различаются, а на АВ-17 близки, отсутствуют приемлемые области для индивидуальной идентификации ионов, что доказывает возможность количественного разделения изученных анионов на смоле Purolite A430.

Работа выполнена в рамках Госзадания № 4.2186.2014/К от 17.07.2014

49. Изучение гидрофильных свойств модифицированной целлюлозы

Елена Бодренко, Татьяна Мастюкова

ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий

Вступление. Процесс набухания целлюлозных волокон имеет важное значение для повышения доступности макромолекул при гидратации, и является промежуточной стадией активации целлюлозы в производстве вязкозных волокон, пленок и при получении простых эфиров целлюлозы. Вода в целлюлозном волокне может присутствовать в различных видах: в виде свободной, капиллярной и молекулярно связанной. Термин «свободная» обычно относится к той воде, которая находится вне волокон. Силы, связывающие ее с макромолекулой целлюлозы, весьма незначительны, поэтому ее можно без всяких затруднений удалить, например, фильтрацией или центрифугированием. Капиллярная вода располагается в капиллярах, трещинах и порах волокон полимера, связана с макромолекулой силами поверхностного натяжения и для ее удаления требуется значительно больше энергии. Молекулярно связанной считают воду, молекулы которой непосредственно связаны с гидроксильными группами целлюлозы силами, Ван-дер-Ваальса или водородными связями. Для выделения молекулярно связанной воды требуется намного больше энергии, чем для удаления капиллярной воды. Молекулярно связанная вода может быть удалена лишь при высушивании волокнистого материала до постоянной влажности без деструкции целлюлозных макромолекул [1, 2]. Для повышения гидрофильных свойств целлюлозы используют разные способы ее модификации, например лиофилизация поверхности.

Целью данной работы являлось определение скорости процесса гидратации модифицированной целлюлозы, теплоты набухания и массы воды, связанной единицей массы полимера в дистиллированной воде и растворах электролитов с разной ионной силой.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования использовали микрокристаллическую целлюлозу (торговая марка МКЦ, АНКИР-Б), модифицированную стеаратом кальция растительного происхождения. Скорость гидратации целлюлозы определяли методом графического дифференцирования кинетической кривой зависимости степени набухания от времени контакта полимера с растворителем, которая определялась по изменению массы полимера при взаимодействии с растворителем. Теплоту набухания (гидратации) определяли калориметрическим методом в изотермическом калориметре с термометрической чувствительностью – $1 \cdot 10^{-4}$ К. Процесс набухания исследовали при температуре $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Результаты. Получены кинетические зависимости степени набухания от времени контакта полимера с растворителем ($i = f(\tau)$), вид которых соответствует процессу ограниченного набухания, с явно выраженными стадиями гидратации ($\tau = 2$ мин.) и осмотической. Равновесие в системе устанавливалось в течение 7 – 10 минут с достижением максимальной степени набухания.

Набухание целлюлозы протекает в две стадии. На первой стадии происходит взаимодействие полярных групп полимера с молекулами растворителя, в результате которого наблюдается выделение теплоты. Вторая стадия сопровождается активной диффузией растворителя в матрицу полимера за счет осмотической составляющей процесса. Процесс набухания целлюлозы в большой степени зависит от ионов, присутствующих в растворе. Согласно гидратационной теории причиной сильного набухания целлюлозы в растворах электролитов является способность целлюлозы притягивать ионы электролита вместе с гидратной оболочкой. С точки зрения этой теории, различная степень набухания целлюлозы в растворах различных электролитов объясняется разной степенью гидратации их ионов.

В работе аппроксимация кинетических кривых $i = f(\tau)$ уравнением первого порядка, позволила, определить предельные степени набухания (i_{max}), скорости гидратации (ω) и константы скорости набухания (K) образцов в зависимости от ионной силы (I) раствора NaCl, результаты расчетов приведены в таблице.

Кинетические и термодинамические характеристики набухания
целлюлозы в растворах NaCl с разной ионной силой

$I, \text{ моль/дм}^3$	0 (вода)	0,01	0,02	0,07
$\omega, \text{ г/г-мин.}$	4,18	3,46	1,91	1,82
$K, \text{ мин}^{-1}$	0,47	0,41	0,49	0,47
$i_{\text{max}}, \text{ г/г}$	2,16	2,12	1,65	1,68
$(-\Delta_r H, \text{ Дж/г})$	19,62	10,73	39,79	14,04
$x, \text{ г/г}$	0,06	0,03	0,12	0,04

Межмолекулярные взаимодействия воды с полярными группами целлюлозы происходят как слабая экзотермическая реакция, тепловой эффект которой тем выше, чем сильнее выражены гидрофильные свойства вещества. Расчёт теплоты гидратации (набухания) проводили по формуле:

$$\Delta_r H = -[(g_1 + g_2) C_p + K] \Delta T,$$

где g_1 – масса растворителя; g_2 – масса исследуемого вещества; C_p – удельная теплоемкость водного раствора, $C_p = 4,18 \text{ Дж/г К}$; K – постоянная прибора, определена по теплоте растворения стандартного вещества (KCl), $K = 350 \text{ Дж/К}$; ΔT – изменение температуры в процессе набухания.

Известно [3, 4], что энергия перехода единицы массы воды из свободного в связанное состояние составляет около 334,4 Дж. Тогда массу воды, связываемой одним граммом полимера можно рассчитать по формуле:

$$x = \Delta_r H / 334,4,$$

где x – масса связанной воды, г/г; $\Delta_r H$ – удельная теплота набухания, Дж/г.

Результаты calorиметрических опытов, изменение температуры calorиметрической системы при набухании объекта в дистиллированной воде, и растворах, позволили рассчитать удельную теплоту гидратации ($-\Delta_r H$) и массу связанной воды исследуемого вещества (x), связываемой единицей массы полимера в дистиллированной воде и водных растворах NaCl с различной ионной силой (I) раствора при $T = 20 \pm 2^\circ\text{C}$. Результаты приведены в таблице.

Анализ результатов показал, что скорость набухания полимера мало зависит от концентрации электролита в растворе, о чем свидетельствуют постоянные значения константы скорости набухания. Тогда как скорость гидратации (первая стадия) и максимальная степень набухания снижаются с увеличением ионной силы раствора, теплота набухания и масса связанной воды достигают экстремального значения при ионной силе раствора 0,02 моль/дм³. Модификация целлюлозы стеаратом кальция, вероятно, влияет на механизм набухания. Значительное увеличение концентрации электролита в растворе смещает равновесие в сторону диффузии растворителя из матрицы полимера в объем раствора, в результате снижается степень набухания и масса связанной воды.

Выводы. В результате проведенных исследований были определены кинетические (константа скорости набухания, скорость гидратации) и равновесные (предельная степень, удельная теплота набухания и масса связанной воды единицей массы полимера) характеристики микрокристаллической целлюлозы модифицированной стеаратом кальция.

Библиографический список

1. Роговин З.А. Химия целлюлозы [Текст] / М.: Химия, 1972.
2. Терентьева Э. П., Удовенко Н. К., Павлова Е. А. Химия древесины, целлюлозы и синтетических полимеров: учебное пособие / СПбГТУРП. -СПб., 2014. Ч. 1. – 53 с.
3. Думанский, А.В. Избранные труды: Коллоидная химия [Текст] / А.В. Думанский. – Воронеж : Изд-во ВТУ, 1990. – 344 с.
4. Некряч, Е. Ф. Теплоты смачивания и гидрофильность некоторых высокомолекулярных соединений [Текст]: автореферат дисс. канд. хим. наук / Е. Ф. Некряч. – Киев, 1954. – 18 с.

50. Применение пенополиуретана для сорбционного предконцентрирования паров органических соединений из водных растворов

Анна Ревина, Татьяна Кучменко

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
Россия*

Вступление. Для определения концентраций легколетучих органических веществ в водных средах и для изучения сорбции паров на тонкие пленочные покрытия в реальном времени широко используется метод пьезокварцевого микровзвешивания. При анализе смесей паров количественный анализ возможен только при условии высокоизбирательной сорбции какого-либо аналита на пленке сорбента. Однако, такие взаимодействия протекают, как правило, необратимо и не приемлемы для изготовления газовых сенсоров. Стабильные покрытия сенсоров характеризуются перекрестной чувствительностью к близким по свойствам соединениям. Описание и прогнозирование сорбции смесей паров в тонкие пленки сорбентов затруднена, поэтому для применения сенсоров в количественном анализе необходимо проводить сложный предварительный эксперимент. Цель исследования – изучение сорбции паров воды, ацетона, керосина на селективных пленках полярных и неполярных веществ для установления особенностей взаимодействия и оценки возможности их идентификации в смесях.

Материалы и методы. Изучение сорбции паров дистиллированной и водопроводной воды, а также водных растворов ацетона, керосина проводили на 8ми-канальном газоанализаторе «МАГ-8» в статистической ячейке емкостью 50 см³ в условиях фронтального ввода пробы. В качестве модификаторов для пьезоэлектрических кварцевых резонаторов выбраны сорбенты, с ориентированными к сорбатам свойствами: многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ), пчелиный клей (ПчК), динонилфталат (ДНФ), полиэтиленгликоль 2000 (ПЭГ 2000), полифениловыйэфир (ПФЭ), триоктилфосфиноксид (ТОФО), Тритон X-100 (ТХ-100), полиэтиленгликоль себацинат (ПЭГСб). Пробы водопроводной и дистиллированной воды и водные растворы ацетона, керосина с уровнем содержания керосина – 0,8 мг/дм³; 2,4 мг/дм³; 4,1 мг/дм³; 5,7 мг/дм³; 8,1 мг/дм³, а ацетона – 24 мг/дм³; 71 мг/дм³; 119 мг/дм³; 166 мг/дм³; 237 мг/дм³ предварительно концентрировали на пористую пленку пенополиуретана (образцы пенополиуретана толщиной 0,5 см и диаметром, совпадающим с диаметром ячейки) в течение 1, 3, 5, 7 мин для насыщения ее легколетучими веществами. По истечению указанного времени пенополиуретан переносили в ячейку детектирования и фиксировали показания сенсоров в течение 120 с.

Результаты. При определении содержания легколетучих органических соединений в водах различного происхождения с помощью химических сенсоров велико влияние паров воды, которое практически невозможно устранить. При этом сорбция органических соединений либо подавляется (при взаимодействии с неполярными пленками), либо усиливается (при сорбции на полярные пленки). Во всех случаях даже значительные концентрации органических токсикантов (10-50 ПДК) сложно определить без предварительного концентрирования. Для устранения мешающего влияния воды применено предконцентрирование паров органических соединений в пористый сорбент – пенополиуретан, дополнительно модифицированный сорбентами различной полярности. Изучены зависимости

эффективности сорбции паров дистиллированной, водопроводной воды и водных растворов органических веществ на модифицированном и немодифицированном пенополиуретане. Установлено, что модификация пенополиуретана неполярным раствором сорбента – пчелиным воском - привела к снижению адсорбционных свойств по отношению к полярным молекулам воды. Сорбция паров дистиллированной воды уменьшилась в 5,5 раз, а водопроводной воды в 3,6 раза, по сравнению с немодифицированным носителем, что подтверждает заметное экранирование полярных групп пенополиуретана, а значит и уменьшение сорбции паров воды. При изучении зависимости сорбции водных растворов органических соединений установлено, что характер влияния неполярного керосина и полярного ацетона на изучаемую зависимость различный. Тепловой эффект растворения ацетона в воде состоит, главным образом из теплоты образования гидратов ($\Delta H = -30,8$ кДж/моль), поэтому раствор слегка разогревается и сжимается. Это отражает сильное межмолекулярное взаимодействие в системе «ацетон-вода». В результате этого активность воды и ацетона уменьшается и как следствие уменьшается их летучесть и давление насыщенного пара над раствором. Установлено, что ацетон невозможно обнаружить в воде на модифицированном и немодифицированном носителе при данных условиях из-за особенностей их взаимодействия. Другая картина наблюдается в системе с неполярным соединением – керосином. Установлено, что при использовании немодифицированного пенополиуретана сорбция паров керосина идет незначительно, что не позволяет зафиксировать его присутствие в воде в диапазоне концентраций от 0,8 до 8,1 мг/дм³. Дальнейшее увеличение содержания керосина нецелесообразно. При модификации пчелиным воском носителя, образуется монослой керосина на поверхности воды, который препятствует сорбции паров воды, и начинает сорбироваться сам углеводород. Предел обнаружения керосина составил при этом 7,5 мг/дм³.

Выводы. Модификация пенополиуретана раствором неполярного сорбента – пчелиного воска - приводит к увеличению его адсорбционных свойств и снижению влияния паров воды.

51. Кинетика сорбции ароматических кислот полимерными сорбентами на основе N-винилпирролидона

Анна Саввина, Евгения Полуженкова, Алексей Кушнир, Павел Суханов,
Воронежский государственный университет инженерных технологий, Россия

Введение. Важная задача аналитического контроля производства пищевых продуктов и фармацевтических препаратов - количественное определение пищевых консервантов. Наряду с емкостью сорбента и селективностью извлечения сорбата, скорость достижения равновесия сорбции является важной характеристикой любого процесса твердофазного концентрирования и имеет практическое и теоретическое значение. Практическая реализация таких процессов предполагает возможность поглощения сорбтива за короткое время пребывания вещества в контакте с сорбентом.

Материалы и методы. Для приготовления исходных растворов ароматических кислот применяли дистиллированную воду. Растворы с концентрацией $1,00 \text{ мг/см}^3$ готовили растворением точных навесок в воде. Рабочие растворы готовили разбавлением исходных непосредственно перед применением. Для концентрирования в статистическом режиме ароматических кислот примеряли полимерный сорбент на основе N-винилпирролидона, предварительно выбранный и примененный для сорбции нитрофенолов из водных сред [1].

Результаты. Кинетику сорбции изучали на примере бензойной кислоты. Интегральные кинетические кривые сорбции позволили установить время достижения равновесия в системе «сорбент – раствор», при этом оценивали возможность и целесообразность применения сорбента для решения практических задач. При увеличении исходной концентрации сорбтива в растворе возрастает и степень его извлечения при некотором сокращении времени контакта фаз.

Более высокая степень извлечения в начальный момент времени (7-8 минут) обусловлена бóльшим числом свободных активных центров, вследствие чего возникает значительный градиент концентрации между сорбируемыми ионами в растворе и в фазе сорбента. Через некоторое время за счет накопления сорбата на активных центрах градиент концентрации уменьшается, скорость сорбции снижается.

Выводы. Экспериментальные данные позволяют сделать вывод, что сорбционный процесс протекает в смешанно-диффузионном режиме. В начале процесса в условиях свободных активных центров на поверхности полимерного сорбента поглощение протекает с лимитированием диффузии сорбтива через границу у поверхности, далее влияние внешнедиффузионного фактора снижается, а внутридиффузионного – возрастает, и затем сорбционный процесс переходит к режиму лимитирования переноса в фазе полимера.

Литература

1. Чурилина, Е.В. Сорбционное концентрирование 4-нитрофенола полимерами на основе циклических N-виниламидов из водных сред / Чурилина, Е.В., Кушнир, А.А., Суханов, П.Т., Шаталов, Г.В. //Журн. аналит. химии. – 2015.– Т. 70, № 2.– С. 138-143.

52. Оценка качества спиртосодержащих растворов с применением анализатора газов «электронный нос»

Дмитрий Щербаков, Сергей Коваленко, Раиса Лисицкая
Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Татьяна Кучменко

Воронежский университет инженерных технологий, Россия

Введение. Основным идентифицирующим признаком ассортиментной принадлежности спирта к пищевому (спирт-ректификат «Альфа», «Люкс», «Экстра», «Базис», высшей степени очистки) или техническому является содержание токсичных микропримесей, сивушного масла (н-бутиловый, изобутиловый, изоамиловый, н-пентиловый, н-гексильный, пропиловый), кротонового альдегида, кетонов (ацетона и 2-бутанона), ароматических спиртов (бензилового и 2-фенилэтанола), бензальдегида и сложных эфиров (этилацетата, диэтилфталата, изобутилацетата, этилбутирата).

Материалы и методы. Объекты исследования – спирты C₂-C₅, ацетон, этилацетат, вода, а также образцы спирта разных марок.

Методы анализа – пьезокварцевое микровзвешивание паров на массиве разнородных сенсоров (8-канальный анализатор газов «МАГ-8»), стандартный метод – газо-жидкостная хроматография (колонка HP-FFAP 50m x 0,32 mm x 0,5 μm, ПИД-1).

Результаты. Изучена сорбция легколетучих кислородсодержащих органических соединений на тонких пленках-модификаторах электродов пьезокварцевых резонаторов (ПКР) для разработки тест-способа оценки аромата спиртосодержащих растворов.

Из базы данных подобраны селективные покрытия ПКР – газохроматографические фазы, специфические сорбенты: полиэтиленгликоль адипинат, октилполиэтоксифенол (*Triton X-100*), триоктилфосфиноксид в смеси с полистиролом, дициклогексан-18-краун-6, *полиоксиэтилен-(21)-сорбитан-моноолеат (Tween-40)*, ди-β, β'-цианэтокси-диэтиловый эфир. Сформированный и оптимизированный массив 6-ти сенсоров обучен по основным веществам-тестерам (вода, этанол, бутиловые, амиловые спирты, ацетон, этилацетат) и их смесям.

Получена первичная информация состояния пробы в виде хроночастотограмм, кинетических «визуальных отпечатков» сигналов массива сенсоров. Разработаны идентификационные параметры – носители аналитической информации о химическом составе спирта (критерий эффективности сорбции веществ *A* и кинетический критерий сорбции γ). Показано надежное детектирование тяжелых спиртов, ацетона, этилацетата. Получена зависимость критерия *A* от содержания изоамилового и изобутилового спиртов в этиловом спирте разного качества. Низкими значениями *A* характеризуется этиловый спирт качества «Люкс», «Альфа» и «Экстра», для образца технического спирта, где содержание сивушных масел превышает 15 мг/л, эти значения выше. Полученные результаты пьезокварцевого микровзвешивания легколетучих соединений, составляющих аромат образцов спирта, коррелируют с результатами газовой хроматографии с высокой степенью надежности.

Выводы. Разработанный тест-способ экспрессной оценки аромата спиртосодержащих растворов с применением пьезокварцевых микровесов может составить альтернативу предварительной экспертизе при выявлении грубого фальсификата.

53. Тест-методы определения Fe (III) в сточных водах гальванического производства с применением пенополиуретана

Карина Сердюкова, Светлана Калинкина

Воронежский государственный университет инженерных технологий

Введение. Сточные воды гальванического производства, содержащие несколько видов тяжелых металлов и другие примеси, являются одними из самых токсичных. Попадание в водные объекты неочищенных или недостаточно очищенных стоков, содержащих тяжелые металлы, наносит непоправимый вред окружающей природе. Одним из загрязнителей сточных вод гальванических цехов является Fe (III).

Материалы и методы. Для определения железа в водах после травления и промывания изделий разработаны экспрессные сорбционно-фотометрические методы анализа, основанные на сорбционном концентрировании определяемого компонента из раствора на импрегнированном пенополиуретане, образовании на его поверхности окрашенного соединения и последующем его определении в матрице сорбента путем измерения интенсивности окраски или цветометрических характеристик. В качестве импрегнанта использовали раствор сульфосалициловой кислоты, дающий красное окрашивание. Изменение цвета пенополиуретана указывает на присутствие Fe (III) в водах, а его содержание определяли сравнением интенсивности окраски таблетки ППУ с заранее приготовленной цветовой шкалой или сравнением цветометрических характеристик анализируемого и стандартных растворов.

Результаты. Сорбцию осуществляли двумя способами. Первый статический основан на встряхивании анализируемого раствора с таблеткой импрегнированного ППУ известной массы, из которого удаляют пузырьки воздуха, второй динамический – на отборе пробы путем засасывания раствора в аналитический патрон с импрегнированным ППУ. Обработка цветных изображений, полученных после проведения анализа, осуществлялась в программе «Видеодонсетометр». По пикам яркостей построен градуировочный график, по которому определены концентрации Fe (III) в сточных водах.

Определены условия сорбционно-фотометрического анализа: концентрация органических реагентов, импрегнированных в ППУ, степень загрузки его реагентом, время контакта фаз, кислотность среды. Экспресс-методы определения Fe (III) были апробированы на сточных водах гальванического цеха ЗАО «Рудгормаш - Воронеж». Наиболее эффективным является использование аналитического патрона с ППУ, импрегнированным раствором сульфаниловой кислоты с массовой долей 5% в ацетоне. Нижний предел обнаружения на порядок выше, а погрешность измерения на 3-5 % ниже, чем при использовании таблеток. Предложено тест-средство для определения Fe (III), состоящее из 10 аналитических патронов, цветовой шкалы, ампулы с ацетатным буферным раствором и инструкции по применению. Время анализа составляет 5-10 минут, предел обнаружения 0,5 мг/дм³, относительная погрешность измерения 25 %.

Выводы. Предложенные тест-методы дают возможность осуществлять анализ «на месте», без использования сложных приборов и высокой квалификации оператора.

Выполнено в рамках выполнения проекта Минобрнауки: Госзадание НИОКР № 4.2186.2014/К от 17.7.14.

54. Прогнозирование органолептической оценки изделий из ПВХ-пластизоля по результатам пьезокварцевого микровзвешивания массивом сенсоров

Шуба Анастасия, Евгения Дроздова, Татьяна Кучменко
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Введение. На сегодняшний день наибольшее распространение среди детских игрушек получили изделия из поливинилхлоридного (ПВХ) пластизоля, в том числе для детей до 1 года. Постоянная эмиссия вредных химических веществ с поверхности игрушки наносит вред здоровью подрастающего поколения, поэтому согласно Техническому регламенту таможенного союза «О безопасности игрушек» к органолептическим показателям предъявляют жесткие требования [1].

Стандартные методики определения органолептических показателей игрушек согласно ГОСТ 25779-90 проводят с помощью обученных специалистов по пятибалльной системе. Быстрая утомляемость обонятельных рецепторов сильно ограничивает количество испытаний в день, что увеличивает временные и экономические затраты на оценку безопасности изделий из ПВХ.

Цель исследования – разработка регрессионной модели прогнозирования стандартных органолептических показателей по результатам анализа РФФ над пробами игрушек из ПВХ-пластизоля массивом пьезосенсоров с применением методов хемометрики.

Материалы и методы. Исследования проводили на анализаторе газов «МАГ-8» (ООО «Сенсорика – Новые Технологии», Россия) [2]. В качестве веществ-маркеров безопасности игрушек из ПВХ-пластизоля применяли равновесные пары над хлороформом, ацетоном, фенолом и диоктилфталатом квалификации «ч.д.а», отбираемые методом дискретной газовой экстракции ($t = 20 \pm 1$ °C). В качестве объектов анализа выбраны образцы 52 игрушек из ПВХ-пластизоля. Оценку органолептических показателей игрушек проводили по стандартной методике ГОСТ 25779-90. Применяли методы определения приемлемости запаха игрушки (по баллам) и описательный (дескрипторный) метод - присвоение определенных дескрипторов для расшифровки типа запаха набором словарных меток. Обработку результатов пьезокварцевого микровзвешивания (ПКМ) и построение регрессионных моделей с помощью проекций на латентные структуры (ПЛС) проводили в программе The Unscrambler X (trial version). В качестве входных параметров моделирования выбраны полные аналитические сигналы сенсоров - площади под хроночастотограммами, а также суммарный аналитический сигнал всего массива сенсоров – площадь полного кинетического визуального отпечатка.

Результаты. Для оценки уровня эмиссии легколетучих веществ из полимерных детских игрушек предложено последовательное применение двух ПЛС-регрессионных моделей, построенных по результатам ПКМ равновесных газовых фаз (РФФ) над пробами игрушек. Применение первой ПЛС-модели устанавливает наличие 4-х дескрипторов запаха «неприятный», «сладкий», «смешанный», «незначительный» или «отсутствие запаха». С помощью второй ПЛС-модели возможен прогноз органолептической оценки (в баллах) для проб с дескрипторами «неприятный», «сладкий», «смешанный».

Установлено, что с применением одного фактора возможно определение наличия в запахе игрушек 4-х дескрипторов с ошибкой предсказания в 40 %. Высокая ошибка моделирования связана с тем, что при равной выраженности запаха в рамках принятой дегустационной шкалы (от 0 до 5 баллов) у многих проб различаются наборы дескрипторов.

После применения данной модели к 13-ти пробам игрушек, которые не входили в набор для построения модели, установлено, что только для 7-ми игрушек прогнозируемые значения выше порогового значения 0,5 и, следовательно, для них необходимо проводить органолептическую оценку. Полученные результаты согласуются с результатами определения

органолептических показателей игрушек, так как для 6-ти проб, для которых прогнозируемые значения ниже порогового, характерна оценка в 0-1 балл, что не превышает нормы по безопасности игрушек.

Для моделирования органолептической оценки игрушек оптимальным является использование двух факторов с ошибкой прогнозирования 12 %. Наиболее значимыми для модели являются сигналы сенсоров с пленками МУНТ и пчелиного клея с хлоридом железа. Установлено, что результаты прогнозирования потребительской оценки запаха 7 проб игрушек с применением данной модели в пределах погрешности совпадают со значениями, определенными в ходе органолептических испытаний по ГОСТ.

Выводы. Показано, что результаты пьезокварцевого микровзвешивания коррелируют с результатами органолептической оценки игрушек из ПВХ-пластизоля. С применением двух регрессионных моделей с помощью проекций на латентные структуры возможно прогнозирование стандартных органолептических показателей по результатам анализа РФФ над пробами игрушек с дескрипторами «неприятный», «сладкий», «смешанный». Таким образом, возможна быстрая оценка безопасности игрушек из ПВХ-пластизоля без привлечения специалистов по органолептической оценке с применением анализатора газов «МАГ-8» на основе массива пьезосенсоров и ПЛС-модели.

Литература

1. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 008/2011 «О безопасности игрушек» [Текст]. 2011. – 20 с.
2. Кучменко, Т. А. Инновационные решения в аналитическом контроле [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Кучменко; Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех». - Воронеж: 2009. - 252 с.

55. Концентрирование олеата натрия из водных растворов на сорбентах различной природы

Алина Заугольникова, Лариса Бондарева

Воронежский государственный университет инженерных технологий

Введение. Анионогенные поверхностно-активные вещества (АПАВ) отрицательно влияют на организм человека и водные экосистемы, при этом их удаление из воды сопряжено с большими трудностями: при биохимическом окислении они почти не разрушаются, механизмы их взаимодействия с адсорбентами мало изучены и методов аналитического определения немного. В связи с этим поставлена цель работы определения равновесных характеристик поглощения АПАВ различными полярными и неполярными сорбентами.

Материалы и методы. В качестве АПАВ выбран олеат натрия, который согласно классификации по физико-химическому механизму действия (классификация П. А. Ребиндера) относится к группе ПАВ, обладающих моющим действием. В качестве сорбентов выбраны ионообменные смолы, активированные угли, энтеросорбент, а также коммерческие сорбенты бытового назначения. Определение концентрации олеата натрия в водных растворах проводили экстракционно-фотометрическим методом.

Результаты. В работе получена изостера сорбции олеата натрия из раствора с концентрацией $0,25 \text{ мг/дм}^3$ на активированных углях УБФ (РФ) и SV-50 (Япония), энтеросорбенте «Полисорб» (РФ), промышленных сорбентах шунгит и кремь (РФ), ионообменных сорбентах КБ-4 (РФ), Purolite A-430 и S-930 (UK). Установлено, что мезопористые SV-50, шунгит, полисорб и кремь имеют более высокие значения адсорбции олеата натрия по сравнению с другими изученными сорбентами. Поглощение из водной среды наилучшим образом идет на неполярных сорбентах SV-50 и шунгит.

На четырех выбранных адсорбентах получены изотермы в диапазоне концентраций олеата натрия $0,02-0,30 \text{ мг/дм}^3$ и определены равновесные характеристики сорбции. Изотермы имеют вид, близкий к линейному, что позволило рассчитать константы Генри, соответствующие коэффициентам межфазного распределения олеата натрия. Обоснование применимости уравнения Генри проводили аппроксимацией полученных зависимостей уравнением Фрейндлиха. Рассчитанный эмпирический показатель степени, имеющий смысл отклонения изотермы адсорбции от линейности в координатах $A=f(c)$, принимает значения не менее 0,83 для всех изученных систем. Исходя из предположения, что адсорбция при малых концентрациях олеата натрия протекает по мономолекулярному механизму, по уравнению Ленгмюра рассчитаны максимальные адсорбции и константы адсорбционно-десорбционного равновесия.

С учетом предположения, что адсорбция проходит с образованием первого монослоя, наиболее эффективным сорбентом олеата натрия в рассмотренном диапазоне концентраций, является активированный уголь SV-50. Максимальная адсорбция на данном сорбенте ($4,20 \text{ мкмоль/г}$) на порядок выше, чем на других объектах исследования ($0,825, 0,490, 0,442 \text{ мкмоль/г}$), также как и коэффициента распределения (0,89) выше чем у других сорбентов: шунгите (0,78), полисорбе (0,58) и кремни (0,50). Эффективность угля SV-50 для адсорбции АПАВ вероятно объясняется развитой сетью мезопор, соизмеримых с размерами молекулы ПАВ, в совокупности с высокой энергией активных центров.

Работа выполнена в рамках Госзадания № 4.2186.2014/К от 17.07.2014.

Наукове видання

**82 Міжнародна наукова конференція
молодих учених,
аспірантів і студентів**

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

Частина 2

13 – 14 квітня 2016 р.

Відповідальна за випуск **Н.В. Акутіна**

Підп. до друку 25.03.16 р. Обл.-вид. арк. 62.03.
Наклад 40 пр. Вид. № 01н/16 Зам. № 05-16
НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.