

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Мішкольцький університет (Угорщина)
Магдебурзький університет (Німеччина)
Петрошанський університет (Румунія)
Познанська політехніка (Польща)
Софійський університет (Болгарія)

Ministry of Education and Science of Ukraine
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute»
University of Miskolc (Hungary)
Magdeburg University (Germany)
Petrosani University (Romania)
Poznan Polytechnic University (Poland)
Sofia University (Bulgaria)

**ІНФОРМАЦІЙНІ
ТЕХНОЛОГІЇ:
НАУКА, ТЕХНІКА,
ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТА,
ЗДОРОВ'Я**

Наукове видання

Тези доповідей
**XXVIII МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
MicroCAD-2020**

У п'яти частинах
Ч. II.

Харків 2020

**INFORMATION
TECHNOLOGIES:
SCIENCE, ENGINEERING,
TECHNOLOGY, EDUCATION,
HEALTH**

Scientific publication

Abstracts
**XXVIII INTERNATIONAL
SCIENTIFIC-PRACTICAL
CONFERENCE
MicroCAD-2020**

In five parts
P. II.

Kharkiv 2020

ББК 73
I 57
УДК 002

Голова конференції: Сокол Є.І. (Україна).

Співголови конференції: Торма А. (Угорщина), Радун С.М. (Румунія), Стракелян Й. (Німеччина), Лодиговські Т., Шмідт Я. (Польща), Герджиков А. (Болгарія).

Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: у 5 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 376 с.

Подано тези доповідей науково-практичної конференції MicroCAD-2020 за теоретичними та практичними результатами наукових досліджень і розробок, які виконані викладачами вищої школи, науковими співробітниками, аспірантами, студентами, фахівцями різних організацій і підприємств.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, студентів, фахівців.

Тези доповідей відтворені з авторських оригіналів.

ISSN 2222-2944

ББК 73
© Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
2020

ЗМІСТ

Секція 8. Мікропроцесорна техніка в автоматичі та приладобудуванні	4
Секція 9. Електромеханічне та електричне перетворення енергії	43
Секція 10. Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології в енергетиці	98
Секція 11. Сучасні хімічні та харчові технології і матеріали, біотехнології та технології видобування і переробки паливних копалин	149
Секція 12. Сучасні технології в освіті	299
Секція 13. Застосування комп'ютерних технологій для вирішення наукових і соціальних проблем у медицині	316

СЕКЦІЯ 8. МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА В АВТОМАТИЦІ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВИМІРЮВАННЯМИ ЯК ЕЛЕМЕНТ СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ

Амедова І.А., Дроздова Т.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Система керування вимірюваннями має за мету досягнення та забезпечення єдності і проектної точності вимірювань для забезпечення безпеки експлуатації шляхом одержання достовірності результатів вимірювань. В основі системи керування вимірюваннями лежить ряд національних стандартів України, зокрема ДСТУ ISO 9001:2015, ДСТУ ISO 10012:2005, ДСТУ 7392:2013, Технічний регламент засобів вимірювальної техніки, Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки тощо.

Дотримання вимог стандарту ДСТУ ISO 10012:2005 «Системи керування вимірюваннями. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання» спрощуватиме забезпечення відповідності вимогам до вимірювання та управління процесами вимірювання, встановленими в інших стандартах, наприклад, в ISO 9001. Цей стандарт установлює загальні вимоги і містить настанови щодо керування процесами вимірювання та метрологічного підтвердження придатності вимірювального обладнання, яке використовують для підтримання і демонстрування відповідності метрологічним вимогам. Він установлює вимоги щодо системи керування вимірюваннями як частини загальної системи менеджменту і для забезпечення виконання метрологічних вимог. На рис. 1 зображена діаграма підсистеми «Управління якістю процесів вимірювання» за ДСТУ ISO 9001:2015, яка загалом містить шість термінів, пов'язаних між собою.

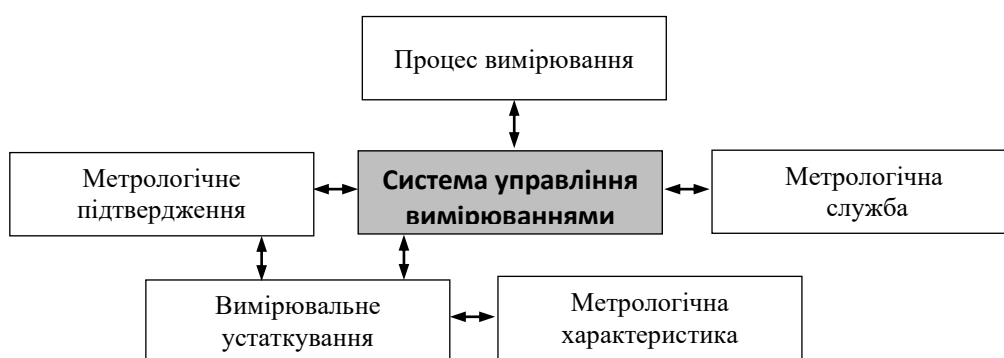


Рисунок 1 – Діаграма підсистеми «Управління якістю процесів вимірювання»

Результативна система керування вимірюваннями згідно з вимогами ДСТУ ISO 10012:2005 забезпечує придатність засобів вимірювальної техніки та процесів вимірювання для використання за призначеністю та відіграє важливу роль у досягненні цілей щодо якості продукції та в управлінні ризиками отримання невірогідних результатів вимірювання.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ВІДНОСНОЇ ВОЛОГОСТІ

Афанасьєв А.О, Борисенко Є.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Вимірювання відносної вологості газоподібних середовищ є досить розповсюдженою вимірювальною задачею. Постійне вдосконалення технологічних процесів, високі вимоги щодо якості продукції та вимоги щодо енергоефективності вимагають від засобів вимірювання вологості високої точності та надійності. На сьогоднішній розроблено декілька методів вимірювання вологості із електричним вихідним сигналом.

Психрометричний метод реалізується за допомогою двох термометрів – вологого та сухого. Вологий термометр вкритий зволоженою оболонкою, що за рахунок випаровування має температуру, дещо нижчу за сухий термометр. Для підтримки сталою швидкості випаровування необхідно забезпечити протікання повітря через вологий термометр із відомою швидкістю. Показники вологості обчислюються, виходячи з різниці температур сухого і вологого елементів. До переваг такого методу слід віднести високу точність, широкий діапазон вимірювань. До недоліків слід віднести необхідність відновлювати запаси зволожувальної рідини, необхідність періодичного очищення вологого термометру, складність вимірювань температур нижче 0 °С.

Гігристи, реалізують метод визначення вологості за електричною провідністю. Вони містять пористий матеріал, що накопичує частинки води. Вимірюючи електричну провідність цього матеріалу опосередковано вимірюють відносну вологість. Складність цього методу полягає у необхідності вибору методу вимірювання провідності, що не призводитиме до електрохімічних реакцій у пористому матеріалі. До того ж, отримувана точність, як правило, є невисокою.

Визначення відносної вологості ємнісним перетворювачем здійснюють опосередковано шляхом вимірювання електричної ємності у високочастотному електростатичному полі, яке створюється в матеріалі. У ємнісному перетворювачі є скляна основа, на якій між двома металевими шарами нанесений абсорбуючий вологу полімер, із діелектричною сталою, високочутливою до вологості повітря. Під час поглинання вологи діелектрична постійна, і, отже, ємність тонкоплівкового конденсатора змінюються в залежності від відносної вологості повітря. Вимірюваний сигнал прямо пропорційний відносній вологості повітря і не залежить від атмосферного тиску. На сьогоднішній день на ринку присутні багато ємнісних перетворювачів вологості із нормованим вихідним сигналом у вигляді постійної напруги. Для забезпечення високої точності ємнісні вологоміри потребують проведення калібрувань.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВОГО ЛЮКСМЕТРУ

Бондаренко С.В., Балєв В.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У попередній роботі [1] було описано розроблений раніше люксметр. У результаті проведених робіт розроблений прилад отримав багато корисних функцій, яких немає у конкурентів. Люксметр має функцію виміру пульсацій джерел виробничого освітлення та можливість виміру кольорової температури, розроблений прилад можна підключити до комп'ютеру за допомогою середовища розробки та платформи для виконання програм LabVIEW для подальшої можливості обробки, реєстрації та архівації даних, отриманих з чутливих елементів приладу.

В результаті попередньої роботи була усунена проблема зручності використання люксметра, окремі модулі пристрою було розміщено на платі блоку керування та індикації. Було розроблено корпус люксметра для підвищення ергономічності. Модуль Arduino UNO R3 було замінено на модуль Arduino NANO, тому що він має менші габаритні розміри та коштує дешевше.

Мета роботи – дослідження характеристик та функцій розробленого люксметра. Вище було сказано, що розроблений люксметр можна підключати до комп'ютеру за допомогою середовища розробки та платформи для виконання програм LabVIEW, у цій роботі планується надати приладу ще більше функцій з обробки отриманої від первинних вимірювальних перетворювачів інформації завдяки математичному апарату середовища LabVIEW. Для вимірювання кольорової температури та визначення складових червоного, зеленого та синього кольорів було використано RGB датчик кольору TCS34725, це значно збільшило можливості приладу, за допомогою нього можна визначати колір оточуючих предметів, значення колірних складових навколишнього освітлення та багато іншого. Планується порівняти характеристики точності двох цифрових датчиків, здатних вимірювати освітленість BH1750 та TCS34725, дослідити чи можна за допомогою звичайного датчика освітленості BH1750 так само точно визначати кольорові складові оточуючого освітлення із застосуванням кольорових фільтрів, як їх визначає RGB датчик кольору TCS34725.

Значна кількість дій для удосконалення люксметра ще залишається у планах, але прилад вже став набагато краще та дешевше за своїх конкурентів. Розроблений люксметр – це платформа для проведення великої кількості досліджень.

Література:

1. Бондаренко С.В., Балєв В.М. Результати удосконалення цифрового люксметра. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. Харків: НТУ «ХПІ». 400 с.

ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА НА БАЗІ ПРИНЦИПУ МАКСИМУМА

Борисенко А. М., Кубрик Б. І., Литвиненко С. А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Побудовано математичну модель дизель-генератора (ДГ) як об'єкта регулювання швидкості ω з урахуванням випадкового характеру її девіації, зміни фаз подачі палива й повітропостачання агрегату. При цьому первинна модель записана в такий спосіб [1]

$$\begin{cases} J_k \frac{d\omega_k}{dt} = M_T - M_k \\ J \frac{d(\omega + \xi)}{dt} = M_i - M_{II} - M_H, \end{cases}$$

де J – момент інерції частин дизеля, що обертаються; J_k – момент інерції частин турбокомпресора, що обертаються; $M_T = M_T(\omega, \omega_k, B_q)$ – крутильний момент турбіни; $M_k = M_k(Q, \omega_k)$ – момент опору компресора; ω_k – кутова швидкість ротора турбокомпресора; B_q – годинні витрати палива двигуна; M_H – момент навантаження на валу дизеля; M_i, M_{II} – відповідно індикаторний момент і момент втрат двигуна; Q – витрати повітря через компресор; ξ – девіація кутової швидкості колінчатого вала.

Індикаторний момент ДГ записується відповідно до формули

$$M_i = M(\omega, h_p, \theta, Q_d), \quad (1)$$

де h_p – координата паливодозуючого органу; θ – фаза подачі палива; Q_d – витрати додаткового повітря.

Задача оптимізації управління ДГ полягає в пошуку таких законів зміни $h_p(t)$, $\theta(t)$, $Q_d(t)$, при яких M_i (1) змінюється так, щоб забезпечити мінімальне значення критерію - функціонала з урахуванням обмежень на керуючі сигнали

$$I = \int_{t_0}^{t_k} \left\{ [(\omega_n - \omega(t))]^2 + \lambda_1 h_p^2(t) + \lambda_2 v^2(t) \right\} dt,$$

де t_0 – момент початку перехідного процесу; t_k – момент закінчення перехідного процесу; ω_n – номінальна кутова швидкість вала; $\omega(t)$ – миттєва кутова швидкість в перехідному режимі Д; v – кількість токсичних складових у випускних газах Д; λ_1 і λ_2 – вагові коефіцієнти.

Після використання принципу максимуму та технічної реалізації на мікроконтролерній системі одержані квазіоптимальні керуючі впливи, які дозволили зменшити тривалість перехідного процесу та відхилення частоти обертання відповідно в 3 та 2,5 рази на агрегаті потужністю 2200 кВт.

**ВИБІР АПАРАТНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ПОБУДОВИ
ЛАБОРАТОРНОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ**
**Борисенко Є.А., Коваль О.М, Вевенко В.О, Бочарніков М.С.,
Надточій Ю.М.**

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Опановування студентами навичок побудови вимірювальних каналів або вимірювальних приладів неможливо без лабораторного практикуму, що передбачає використання перспективних моделей мікроконтролерів. Термін «перспективний» означає такий, що буде актуальним ще деякий проміжок часу у майбутньому. Це важливо, оскільки у вищій професійній освіті є проблема швидкого старіння набутих знань та навичок через стрімкий розвиток технологій у сучасному світі. Тому, при побудові лабораторного навчального комплексу слід орієнтуватись не стільки на мікроконтролери, що вже присутні на ринку давно, скільки на ті, що набувають популярності та які мають більше апаратних можливостей для вирішення вимірювальних задач.

На сьогоднішній день все ще розповсюдженими є 8-розрядні мікроконтролери серії ATmega фірми Microchip (в минулому Atmel), які з'явилися наприкінці 1990х років. МК цієї серії оснащені до 256 кБ flash пам'яті, до 8 кБ SRAM, працюють на частоті до 20 МГц, мають інтерфейси SPI, I2C, UART, вбудований 10-розрядний АЦП. Хоча їх потужності вистачає для простих задач, вони поступово втрачають частку на ринку, через складність реалізації на них вимірювальних систем із сучасним інтерфейсом користувача.

Для вивчення студентами більш цікавим представляються ARM-мікроконтролери, через їх велику обчислювальну потужність та різноманітність підтримуваної периферії. У бюджетному сегменті цікавими є ARM STM32 мікроконтролери фірми STMicroelectronics. Розробник розділяє їх на так звані «лінійки», для кожної із яких запропоновано певне призначення – для загального користування, для цифрової обробки сигналів, для задач із високою енергоефективністю і т. ін. Для вирішення задач вимірювання одною із пріоритетних є задача отримання високих метрологічних характеристик – точності та швидкодії. З огляду на це доцільним є застосування мікроконтролеру із лінійки F3: STM32F373CCxx. Це мікроконтролер у 48-вивідному корпусі має вбудовані 12-розрядний та 16-розрядний АЦП, 12-розрядний ЦАП, пам'ять SRAM об'ємом 32 кБ та flash об'ємом 256 кБ, інтерфейси I2C, SPI, UART, USB, CAN. Робоча частота складає 72 МГц. Ще однією відмінною рисою цього МК є можливість подачі окремих напруг живлення на 12- та 16-розрядний АЦП та опорної напруги для 16-розрядного, що є нетиповим рішенням для МК STM32 у 48-вивідному корпусі.

У ході подальшої роботи планується розробити схемотехнічні рішення, що дозволять у повній мірі реалізувати метрологічний потенціал даного МК.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОУРОВНЕВЫХ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Васильченко О.Г., Сальников Д.В.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

ПЛИС является одной из самых популярных платформ для реализации современных алгоритмов цифровой обработки сигналов. Методы разработки подобных систем требуют использования языков проектирования цифровых схем, наиболее популярными из них можно считать VHDL и Verilog.

Устоявшиеся методы проектирования с использованием HDL языков обладают существенными ограничениями, которые являются прямым следствием особенностей используемых аппаратных платформ. Общепринятыми метриками качества работы HDL языков считаются частота работы сгенерированной схемы, площадь полученного кристалла, количество описывающего схему кода, сложность его поддержки [1]. Верификация решений на базе этих языков осложнена ввиду малого количества доступных библиотек и широкого набора форматов входных и выходных данных.

Данный недостаток может быть устранен путем использования языков высокого уровня, вроде Python и Scala [2]. Они обладают обширным набором библиотек, позволяющих строить сложные тестовые последовательности для глубокого тестирования цифровой системы. Что в свою очередь существенно снижает количество необнаруженных ошибок в топологиях цифровых систем.

Используя языки высокого уровня можно проводить имитацию работы цифровой системы с последующей генерацией кода описания на языке VHDL/Verilog [3].

Интерес представляет исследование качества генерации полученного кода, а также возможность построения диаграмм распространения сигнала в системе.

Литература:

1. S. Ravi and M. Joseph, "Open source HLS tools: A stepping stone for modern electronic CAD," 2016 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICIC), Chennai, 2016, pp. 1-8.
2. J. I. Villar, J. Juan, M. J. Bellido, J. Viejo, D. Guerrero and J. Decaluwe, "Python as a hardware description language: A case study," 2011 VII Southern Conference on Programmable Logic (SPL), Cordoba, 2011, pp. 117-122.
3. P. Lennon and R. Gahan, "A Comparative Study of Chisel for FPGA Design," 2018 29th Irish Signals and Systems Conference (ISSC), Belfast, 2018, pp. 1-6.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОЇ НАМАГНІЧЕНОСТІ ФЕРОМАГНІТНИХ ЗРАЗКІВ

Гладченко Д. В., Львов С. Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Контроль якості металевої продукції залежить від структури, умов виготовлення та зберігання вихідного матеріалу. Особливо це стосується феромагнітних виробів, зовнішній вигляд яких найчастіше прихований під корозією. Як правило, в початковому стані феромагнітні матеріали перебувають на різних рівнях намагніченості і результати контролю відомими методами і пристроями структурного складу матеріалу будуть помилкові. Перед проведенням вимірювальних операцій по визначенню електромагнітних параметрів феромагнітних зразків обов'язковою процедурою є нормалізація структури з метою позбавлення від початкової намагніченості зразків. Для цього була розроблена та виготовлена розмагнічувальна установка.

Для визначення, чи потребують зразки розмагнічування і для вибору режимів роботи установки необхідно контролювати ступінь залишкової намагніченості зразків. Як доповнення до розмагнічувальної установки був розроблений вимірювач залишкової намагніченості.

Пристрій складається з модуля з датчиком Холла 49E і плати Arduino Nano. Змінний резистор служить для настройки чутливості датчика Холла. Перший світлодіод сигналізує про наявність напруги живлення на модулі, другий – про перевищення магнітним полем встановленого порогу спрацьовування. Експериментальні дослідження проводились із застосуванням середовища LabVIEW.

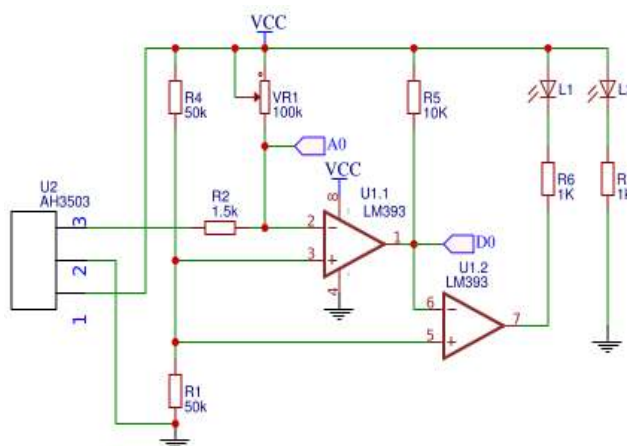


Рисунок 1 – Схема модулю

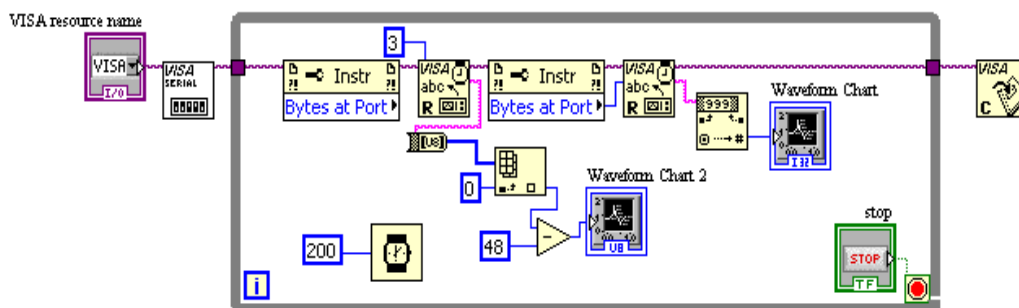


Рисунок 2 – Схема пристрою у середовищі LabVIEW

Розроблений пристрій дозволяє контролювати залишкову намагніченість зразків після їх виготовлення, транспортування, зберігання і визначати ефективність проведеного розмагнічування.

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ВИМІРЮВАЧА ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ГУБНОЇ ПОМАДИ

Григоренко І. В., Боженко М. М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Об'єктом дослідження є мікроконтролерний вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення губної помади, що призначений для вимірювань в діапазоні температур від + 17 °С до + 80 °С, діапазоні вологості 11...15 % RH, діапазоні кислотності 5,5...7,3, діапазоні тиску 7,8...8 МПа [1].

Мета роботи: розробка мікроконтролерного вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення губної помади, створення структурної та принципової електричної схеми блоку, складання алгоритму його роботи; перевірка якості функціонування датчика температури TMP 36 за допомогою зразкового датчика DS18B20 підключених до Arduino Uno, засобами системного проектування – LabView; проведення аналізу необхідності врахування кореляції при оцінюванні невизначеності результатів вимірювання температури у процесі виготовленні губної помади.

Необхідність дослідження пов'язана з тим, що своєчасний контроль параметрів технологічного процесу на кожному етапі дозволить підвищити якість губної помади; оцінювання стандартної невизначеності результатів вимірювань температури, надає можливість оцінити точність вимірювань своєчасно прогнозувати відмову датчиків на основі зміни форми закону розподілу результатів вимірювань, отриманих з їх допомогою, та назначати міжповірочні інтервали для первинних вимірювальних перетворювачів.

При виконанні роботи отримані результати вимірювання температури за допомогою мікроконтролерної плати Arduino Uno, а також програмного забезпечення для системного проектування – LabVIEW. Проведено обробку результатів багаторазових вимірювань датчика температури з метою визначення форми закону розподілу результатів вимірювань. Встановлено, що закон розподілу є нормальним. Виконано обчислення коефіцієнта кореляції. Зроблено перевірку значущості коефіцієнта кореляції, обчисленого за обмеженою кількістю спостережень. Проведено розрахунок сумарної стандартної невизначеності для даних, що корельовані. Зроблено висновок про те, що ігнорування кореляції в цьому випадку призвело б до збільшення значення сумарної стандартної невизначеності. Розрахунок розширеної невизначеності для даних, що корельовані надав можливість зробити висновок, що ігнорування кореляції призвело б до невиправданого збільшення розширеної невизначеності.

Література:

1. Григоренко І.В., Боженко М.М. Цифровий вимірювач основних параметрів технологічного процесу виготовлення губної помади: II Міжнародна науково-технічна конференція: Актуальні проблеми автоматики та приладобудування України. Харків. 2018. С 161-162.

СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДОВИЩА У ШКІЛЬНОМУ ЖИВОМУ КУТОЧКУ

Григоренко І. В., Войтенко В. О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У шкільному курсі зоології найчастіше дуже не вистачає демонстраційного матеріалу. Та не просто демонстраційного, а натурального, справжніх живих об'єктів [1]. Школярі повинні самостійно доглядати за своїм «Живим куточком», але що робити, коли у школі немає учнів (вихідні, канікули), а догляд потрібен кожного дня. Для вирішення цього питання та для допомоги школярам у підтримці куточку живої природи у гарному стані потрібна автоматизована система контролю основних параметрів мікроклімату. Впровадження такої системи дозволить підтримувати життєдіяльність рослин та риб, забезпечувати комфортні умови їх проживання, а також надає можливість своєчасно реагувати на виходи параметрів, що контролюються за межі критичних діапазонів. Розробці такої системи автоматичного контролю присвячена дана робота.

Для створення системи контролю використано Ардуіно (Arduino) ця назва апаратно-програмних засобів для створення простих електронних систем автоматки і робототехніки. Система має повністю відкриту архітектуру і орієнтована на непрофесійних користувачів. Програмна частина Ардуіно складається з інтегрованого програмного середовища (IDE), що дозволяє писати, компілювати програми, а також завантажувати їх в апаратуру. Апаратна частина являє собою електронну плату з мікроконтролером, супутніми елементами (стабілізатор живлення, кварцовий резонатор, блокувальні конденсатори і т.п.), портом для зв'язку з персональним комп'ютером, роз'єднувачами для сигналів вводу-виводу і т.п. [2].

Об'єктом розробки є система контролю параметрів мікроклімату у шкільному «живому куточку», що призначена для контролю освітленості та кількості кольору [3], температури повітря, рівня рН, вмісту розчиненого кисню у воді, а також температури на різній глибині акваріуму. Система повинна вимірювати освітленість до 45000 Лк, температуру повітря у діапазоні від 12 до 42 °С, температуру води у діапазоні від 15 до 28 °С, з відносною похибкою 0,1 %; рівень рН від 5 до 9 з похибкою 0,5 %; рівень розчиненого кисню від 5 до 10 мг / л з похибкою 0,5 %, мати датчик наближення, мати змогу вмикати, при необхідності, обігрівачу, аерацію води, додаткові джерела світла.

Література:

1. Создадим живой уголок в школе. Режим доступу: <https://readbookz.net/articles/article-sozdamim-zhivoi-ugholok-v-shkolie>
2. Уроки программирования Ардуино. Режим доступу: <http://mypractic.ru/uroki-programmirovaniya-arduino-navigatsiya-po-urokam>
3. Y.E. Khoroshaylo, I. K. Sezonova and E. Y. Khoroshaylo, «Colorimetry», Proceedings of CAOL 2005. Second International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers, 2005., Yalta, Crimea, Ukraine, 2005, pp. 276 vol. 2-.doi: 10.1109/CAOL.2005.1553977.

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ У ТЕПЛИЦІ ПРИ ВИРОЩУВАНІ ОРХІДЕЙ

Григоренко І.В., Гукенгеймер К.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мета роботи – розробка мікроконтролерної вимірювальної системи, що призначена для вимірювань в усьому діапазоні вологості 0...100 % RH, діапазоні температур від + 5 °С до + 45 °С, у діапазоні освітленості до 30000Лк, рівня рН у діапазоні: 0 – 12 од. рН, та мати можливість підключення систем обприскування та вентиляції. Необхідність розробки системи пов'язана з тим, що використання такої системи є необхідною умовою знімання якісного врожаю орхідей без втрат дорогого посадкового матеріалу. Структурна схема системи контролю представлена на Рис. 1.

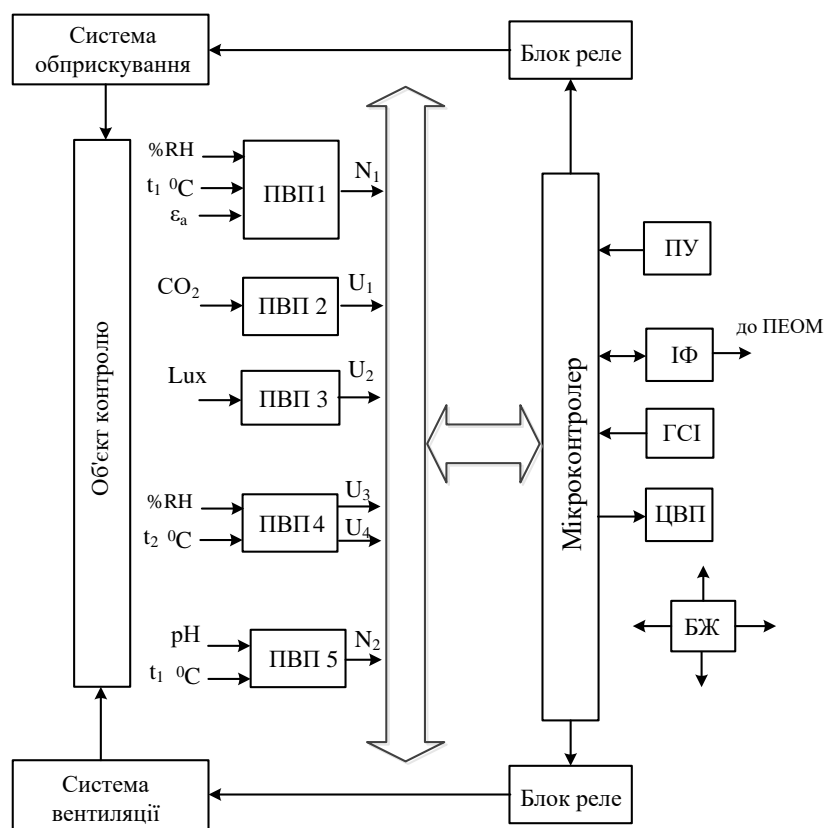


Рисунок 1 – Структурна схема системи контролю

ПВП1 – призначений для виміру вологості ґрунту, температури та засоленості ґрунту шляхом виміру об'ємної електричної провідності (ϵ_a). ПВП2 – призначений для контролю CO_2 у теплиці. ПВП3 – для виміру освітленості. ПВП4 – для контролю відносної вологості й температури повітря. ПВП5 – для контролю рівня рН. До складу також входять: генератор синхронізуючих імпульсів (ГСІ), інтерфейс (ІФ), пульт управління (ПУ), блок живлення (БЖ), цифровий відліковий пристрій (ЦВП).

ВИКОРИСТАННЯ РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ДВОМА ПАРНИМИ ВЕЛИЧИНАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ КОЕФІЦІЄНТУ ПАРНОЇ КОРЕЛЯЦІЇ

Григоренко І.В., Григоренко С.М., Носова І.В.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Для того, щоб мати можливість своєчасно прогнозувати відмову датчика на основі зміни форми закону розподілення результатів вимірювань, отриманих з його допомогою та назначати міжповірочні інтервали для досліджуваного обладнання, проведемо обробку результатів прямих багаторазових вимірювань з датчика контролю вологості та температури компанії *Sensirion SHT21*. Вибірка була отримана за допомогою мікроконтролерного вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення халви [1]. Попередня обробка результатів вимірювань містить: виявлення аномальних помилок; визначення оцінок параметрів закону розподілу випадкових величин; перевірки гіпотези про закони розподілу випадкових величин. Виконано побудову рівнянь прямої та зворотної регресії. Знайдено коефіцієнт парної кореляції через середні значення x, y $r_{x,y} = -0,258$. Знайдено коефіцієнт парної кореляції через оцінку значення x, y $r_{x,y} = 0,83$. Оскільки тільки значення коефіцієнта парної кореляції через оцінку значення x, y більше 0,7, а значення коефіцієнта парної кореляції через середні значення x, y менше за 0,7, то лінії прямого та зворотного регресії слабо корельовані (рис. 1).

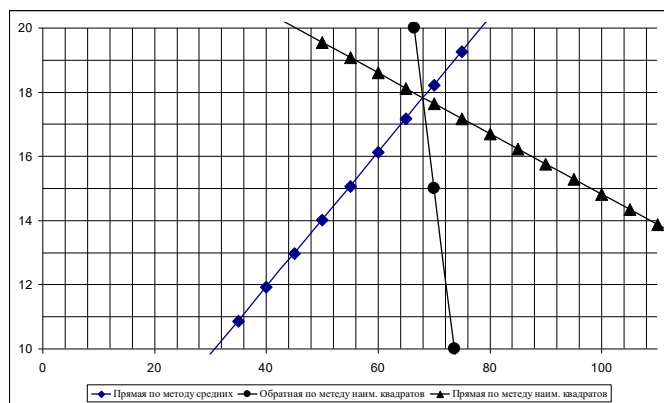


Рисунок 1 – Структурна схема системи контролю

Отримані результати надають можливість своєчасно прогнозувати відмову датчика на основі зміни форми закону розподілення та можливість назначати міжповірочні інтервали для досліджуваного обладнання.

Література:

1. Григоренко І. В. Розробка вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення халви / І. В. Григоренко, І. В. Носова // II Міжнародна науково-технічна конференція: Актуальні проблеми автоматики та приладобудування України. – Харків, 2018.– С 202, 203.

РОЗРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВАГИ АВТОТРАНСПОРТУ

Григоренко С.М., Кондратенко Р.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ваги автомобільні використовуються для найбільш точного обліку маси перевезених автомобільним транспортом продуктів, матеріалів, конструкцій кількість яких дуже швидко росте щорічно.

У роботі представлена розробка мікроконтролерної системи вимірювання ваги під час руху автомобіля, необхідність створення якої пов'язана із необхідністю найбільш точного обліку маси перевезених автомобільним транспортом продуктів.

Розроблювальний вимірювач працює в діапазонах вимірювання до 45 т. Похибка перетворення не перевищує 0,2 % [1] від маси автомобілю.

Структурна схема системи контролю ваги представлена на Рис. 1.

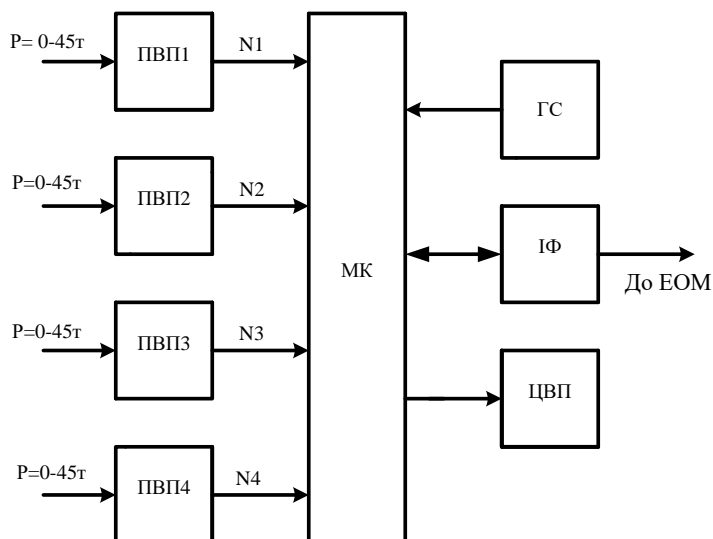


Рисунок 1 – Структурная схема системи контролю ваги

Первинні вимірювальні перетворювачі ваги ПВП1 – ПВП4 розташовані по кутах платформи, на яку заїжджає автомобіль з вантажем, масу якого треба контролювати. Мікроконтролер (МК) виконує розрахунок поточного значення ваги вантажівки, порівнює отримане значення із занесеними у пам'ять ваговими параметрами маси конкретного матеріалу, визначає що саме перевозиться і відображає результат на цифровому відліковому пристрої (ЦВП). Також відбувається передача даних завдяки інтерфейсу (ІФ) до електронно-обчислювальної машини (ЕОМ). Генератор синхронізуючих імпульсів (ГС) призначений для синхронізації роботи мікроконтролера.

Література:

1. Борисенко С. А. Аналіз похибки вимірювання ваги та шляхи її зменшення / С. А.Борисенко, Р. О. Кондратенко // XXVII Міжнар. наук. – практ. конф.: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я, том 2. – Харків, 2019. – С. 11.

СТРУКТУРА ТА ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Григоренко С. М., Овчаренко М. М., Андрусенко О. О., Суворова М. Д.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Автоматизована система неруйнівного контролю (АСНК) – організаційно-технічна система, забезпечує вироблення рішень на основі автоматизації інформаційних процесів в різних сферах діяльності або їх поєднаннях. В процесі функціонування АСНК являє собою сукупність комплексу засобів автоматизації, організаційно-методичних і технічних документів, а також фахівців, які використовують їх в процесі своєї професійної діяльності. В процесі проектування АСНК (а саме її частин) спеціалісти розробляють наступні види забезпечень: технічне, програмне, інформаційне, організаційно-методичне, метрологічне, правове, математичне, лінгвістичне, ергономічне [1].

АСНК створюють відповідно до технічного завдання, на підставі якого приводиться створення АСНК та приймання її замовником. При створенні АСНК необхідно керуватися принципами системності, розвитку (відкритості), сумісності, стандартизації (уніфікації) та ефективності. Наприклад, принцип системності полягає в тому, що при декомпозиції АСНК повинні бути встановлені такі зв'язки між структурними елементами системи, які забезпечують цілісність АСНК та її взаємодію з іншими АСНК [1, 2]. Принцип сумісності полягає в тому, що при створенні АСНК повинні бути реалізовані інформаційні інтерфейси, завдяки яким вона може взаємодіяти з іншими АСНК відповідно до встановлених правил. Принцип ефективності полягає в досягненні раціонального співвідношення між витратами на створення АСНК і цільовими ефектами, включаючи кінцеві результати, одержувані в результаті автоматизації. Принцип розвитку (відкритості) полягає в тому, що виходячи з перспектив розвитку об'єкта автоматизації, АСНК повинна створюватися з урахуванням можливості поповнення та оновлення функцій і складу АСНК без порушення її функціонування. Принцип стандартизації (уніфікації) АСНК полягає в тому, що при створенні АСНК повинні бути раціонально застосовані типові, уніфіковані та стандартизовані елементи, проектні рішення, пакети прикладних програм, комплекси, компоненти [3].

В роботі розглянуті призначення, склад, структура, основні принципи та особливості створення автоматизованих систем неруйнівного контролю.

Література:

1. РД 50-680-88. Автоматизированные системы. Основные положения:– Москва, 1989.
2. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Под ред. В. В. Клюева. – Москва: Машиностроение, 1995. – 488 с.
3. Григоренко І. В. Розроблення системи контролю параметрів середовища в акваріумі / І. В. Григоренко, С. М. Григоренко // Метрологія та прилади. – 2019. – №1 (75). – С. 66–71.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВОГО ВИХРОСТРУМОВОГО ДЕФЕКТОСКОПУ

Григоренко С. М., Нестеренко С. Ю.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сучасному етапі розвитку промисловості в галузі машинобудівної техніки використовують вихроструміву дефектоскопію та дефектометрію електропровідних поверхонь, отворів об'єктів контролю (ОК), для неруйнівного контролю розмірів ОК, для визначення фізико-механічних параметрів і структуроскопії ОК, контролю хімічного складу та стану поверхових шарів ОК.

У роботі розглянуто основні положення та особливості використання цифрового вихроструміву дефектоскопу ELOTEST IS500 як сортувальника при масовому виробництві металовиробів та кріплення для машинобудівної техніки.

Завдяки кореляційному зв'язку між фізико-механічними властивостями матеріалу та сигналами вихроструміву перетворювача, що діє через електрофізичні властивості матеріалу, а саме через електричну провідність і магнітну проникливість вдалося створити цифровий вихроструміву дефектоскоп ELOTEST IS500, який став новим кроком у промисловому при використанні вихроструміву методу неруйнівного контролю. Унікальність цього приладу полягає у тому, що він може працювати як дефектоскоп, так і сортувальник. Цифрова обробка сигналів реалізована на FPGA, що забезпечує надзвичайно високий рівень обробки та неперевершену швидкість, точність і стабільність обчислень. Підтримується швидке мультиплексування параметрів і датчиків, що дозволяє значно знизити загальну вартість системи. Алгоритми цифрової обробки сигналів забезпечують повний динамічний діапазон в 96 дБ для всього частотного діапазону. Інтерфейс користувача забезпечується за допомогою яскравого кольорового TFT дисплея з форматом 16:9, який встановлює нові стандарти в цій галузі, а використання FPGA для обробки і відображення сигналів дозволяє поєднати переваги традиційних аналогових дисплеїв і дисплеїв з цифровим збереженням даних [1].

На відміну від простого виявлення дефекту при сортуванні ОК не відомо на якій саме частоті будуть виявлятися відміни у твердості металовиробів після термічної обробки. Тому дуже складно підібрати частоту, на якій однаково надійно виявляються відмінності. Для вирішення цієї задачі використовують багаточастотне сортування. Якщо в процесі контролю на якійсь із частот сигнал від ОК виходить за межі порогових значень, то такий елемент попадає у групу браку. В процесі роботи сортувальник автоматично розподіляє усі деталі по групах з однаковими властивостями. Аналізу точності такого сортування присвячені подальші дослідження.

Література:

1. Вихретоковий контроль. http://rohmann.ru/defectoscop_2.html#3.

СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ СТАРТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДВЗ

Гулов А.А., Лисенко В.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Проведення контролю за станом і режимом роботи стартерної системи двигунів внутрішнього згоряння ДВЗ являється актуальною задачею. Більшість сучасних засоби вимірювання характеристик стартерів являють собою складні системи і мають велику вартість. Прості методи і засоби не забезпечують достатньої інформації о стані стартера і характеру роботи стартерної системи. Крім того усі вони потребують демонтажу стартера від двигуна.

По даним, отриманим з результатів аналізу побудови аналогів і технічних вимог до стартерів, був створений власний варіант автоматизованої системи контролю АСК режимів роботи стартера на базі програмного логічного контролера ПЛК. АСК можна використовувати для визначення характеристик стартерів і оцінки ефективності роботи стартерної системи в цілому. З можливих типів ПЛК ми обрали UNITRONICS M91-2-T2C, бо він відповідає вимогам АСК.

Технічні характеристики ПЛК:

1. Джерело живлення – 12 В або 24 В пост. струму.
2. Допустимий діапазон живлення – 10,2 - 28,8 В пост. струму
3. Макс. споживання струму – 70 мА при 24 В пост. струму; 130 мА при 12 В пост. струму; 170 мА.
4. Номінальна вхідна напруга - 15 В або 30 В пост. струму.
5. Вхідний струм – 4 мА при 12 В пост. струму; 8 мА при 24 В пост. струму.
6. Повний вхідний опір – 3 кОм.
7. Дисплей 2x16 символів.
8. Послідовний інтерфейс RS-232/USB.

До складу системи діагностики входять: дільники напруги, вимірювач струму працюючий на ефекті Холу, нормуючий перетворювач сигналу обертів НП, елементи комутації, ПЛК, портативний комп'ютер ПК.

Програмний код для діагностики стартерної системи ДВЗ було створено за допомогою програмного забезпечення Unitronics U90 Ladder, що використовується для створення програм НМІ (Human-machine interface, Інтерфейс людина-машина).

Аналіз побудови бездемонтажної автоматизованої системи контролю показав, що розроблена система додатково має можливість виконувати дії що до визначення і деяких даних о роботі генератора і самого двигуна.

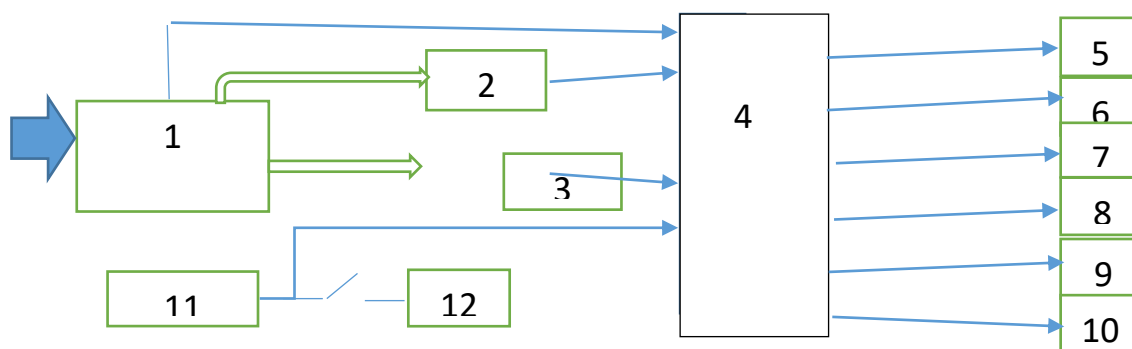
Перспективою розвитку роботи над даною системою може бути її технічна реалізація для практичного використання на автотранспортних підприємствах і станціях технічного обслуговування України.

МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ІНДИКАТОР ВМІСТУ АЛКОГОЛЮ

Гунбін М.В., Кордюмов О.І., Гайдаш А.М., Кубрик Б.І., Русенко Ю.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В інтернеті рекламують десятки різних типів алкотестерів. Їх можливості лежать в діапазоні від вимірювання процентного вмісту алкоголю в повітрі, що видихається і друку результатів на мініпринтері, до монтажу в систему запуску автомобіля. Більшість алкотестерів, що випускаються, сертифіковані. Ціна таких пристроїв від 2000 до 25000 грн.

Метою даної розробки є створення дешевого індикатора наявності алкоголю в повітрі, що видихається, який повинен бути в багажнику кожного автомобіліста. Особливістю розробки є наявність тільки однієї кнопки "ВМК" і світлодіодними індикаторами даних: зелений світлодіод - вміст алкоголю дорівнює нулю; жовтий - $\leq 0,2$ мГ / л; червоний - $\geq 0,21$ мГ / л. Через USB-роз'єм є можливість передавати дані в смартфон. На рис.1 представлена структурна схема пристрою.



1 - витратомір; 2 - датчик алкоголю; 3 - датчик температури; 4 - мікроконтролер; 5 - світлодіод зелений; 6 - світлодіод жовтий; 7 - світлодіод червоний; 8 - звуковий сигнал; 9 - USB-роз'єм; 10 - індикатор розряду акумулятора; 11 - акумулятор; 12 - стабілізатор напруги.

Рисунок 1 – Структурна схема пристрою

Після включення живлення через 2 сек. закінчується нормалізація параметрів і подається звуковий сигнал готовності. Кількість повітря, що видихається контролюється витратоміром, і після проходження необхідного обсягу проводиться вимірювання температури і по її значенню коригується рівень алкоголю. Значення вмісту алкоголю виводиться на індикатор. При наявності алкоголю більше, ніж 0,21 мГ / л. лунає переривчастий звуковий сигнал. У пристрої ведеться контроль рівня заряду акумулятора. Зарядка виконується через USB-роз'єм. Орієнтовна вартість пристрою 900 грн.

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ В MATLAB

Денисенко М. А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Одним з найбільш енергоємних процесів є сушка, тому організація оптимального по економії енергетичних ресурсів процесу сушіння є актуальною проблемою. В роботі розглядається технологічний процес пропарювання при сушці капілярно-пористих матеріалів в сушильній камері періодичної дії [1,2]. Показано, що математична модель такого процесу може бути представлена у вигляді системи лінійних диференціальних рівнянь п'ятого порядку з одним входом і одним виходом (рис.1).

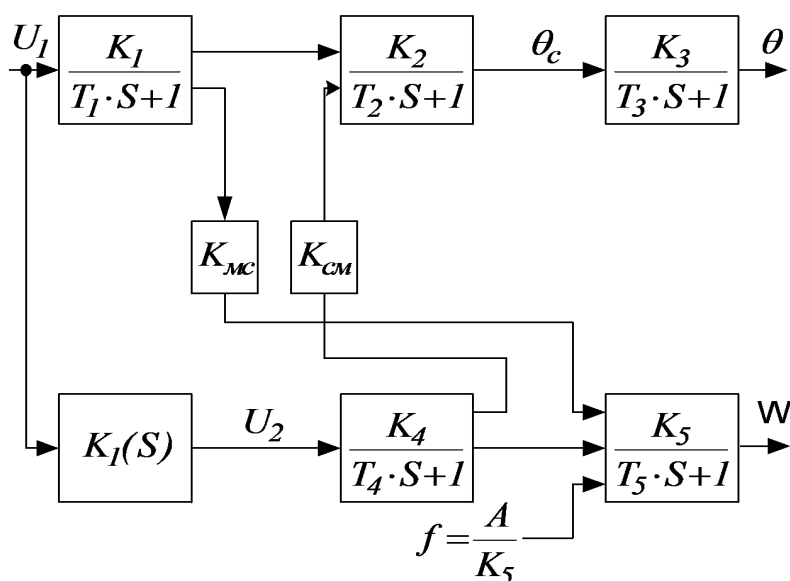


Рисунок 1 – Структурна схема об'єкта управління

На підставі зазначеної структурної схеми (рис. 1) проведено нове моделювання з урахуванням зміни температури в заданому діапазоні. Зроблено висновки про реалізацію завдання мінімізації витрати теплоносія з впровадженням системи MATLAB.

Література:

1. Рогачёв А.И., Денисенко Н.А. Моделирование процессов сушки капиллярно-пористых материалов в пакете MATLAB/Simulink. Вісник НТУ «ХПІ», збірник наукових праць. Тематич. випуск Автоматика та приладобудування. Харків. 2010. №23. С.85-91.
2. Рогачёв А.И. Минимизация расхода теплоносителя в объекте с вырожденной передаточной функцией. Интегровані технології та енергозбереження. Харків: НТУ «ХПІ», 2003. №1. С.11-14.

АНАЛИЗ ИНТЕРВАЛА СУЩЕСТВОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Дудник А.В., Евсина Н.А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В различных отраслях народного хозяйства: в строительстве, промышленности, электротранспорте и т.д. — везде широко используется электропривод разной мощности. Многие из них (клетки реверсивных прокатных станов, подъёмные краны, экскаваторы, лифты) работают в режиме частых пусков-торможений-реверсов. Эти режимы сопровождаются потерями энергии, которые могут быть минимизированы путём соответствующей организации диаграмм тока якоря двигателя.

В [1] показано, что минимум затрат энергии достигается при соблюдении соотношения $i = 2m_n$, где i — ток якоря, m_n — момент нагрузки на валу. При этом имеет место увеличение длительности переходного процесса. Кроме того, на координаты объекта — скорость вращения вала, ток якоря и скорость нарастания тока — накладываются ограничения, что не только усложняет алгоритмы управления, но и может не позволить достичь требуемой величины тока. В [2] показано, как располагаются алгоритмы управления внутри интервала существования решения задачи.

В работе продолжен анализ энергосбережения внутри интервала решения задачи применительно к электродвигателям, используемым в современных реверсивных прокатных станах. Показано, что интервал может достигать 50% в сторону увеличения длительности переходного процесса по сравнению оптимальным по быстродействию. Энергозатраты в этом случае снижаются на 6–15%, и ограничения по координатам соблюдаются. Однако в ряде случаев существенного увеличения длительности переходного процесса допустить нельзя из соображений производительности труда. Исследования показали, что вблизи границы быстродействия наблюдается спад энергозатрат, близкий к экспоненциальному: существенное их снижение (до 10%) наблюдается при увеличении длительности процесса на 10-20%. Эта часть интервала характеризуется алгоритмами управления с достижением ограничений по току и скорости (т.н. многоинтервальные алгоритмы).

Исследования проводились в среде MATLAB. Элементы алгоритмов управления были реализованы для микроконтроллера TMS320.

Литература:

1. Рогачёв А.И. Энергосберегающее управление электроприводом при вариации момента нагрузки. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Харків. 2002. №6. С.3-6.
2. Дудник А.В. Выбор оптимального по энергозатратам алгоритма управления позиционным электроприводом. КазККА Хабаршысы. 2015. № 4. С. 51–58.

1. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ОВОЧЕСХОВИЩА

Євсєнко О. М., Гапон А. І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Як показують дослідження, у XXI столітті чисельність населення збільшилася на 35.5% до 7.7 млрд. осіб. Разом зі збільшенням населення планети росте і попит на продукти харчування. Сезонність і необхідність у продуктах створюють потребу в тривалому і якісному зберіганні продуктів, а, отже, у будівництві овочесховищ.

Розглянуто існуючі системи керування овочесховищами, здійснено підбір контролера для створення системи керування, розроблено програми управління. Розроблена система здійснює контроль аварій і контроль перевищення значень датчиків заданих технологічних параметрів температури повітря і вологості в овочесховищі.

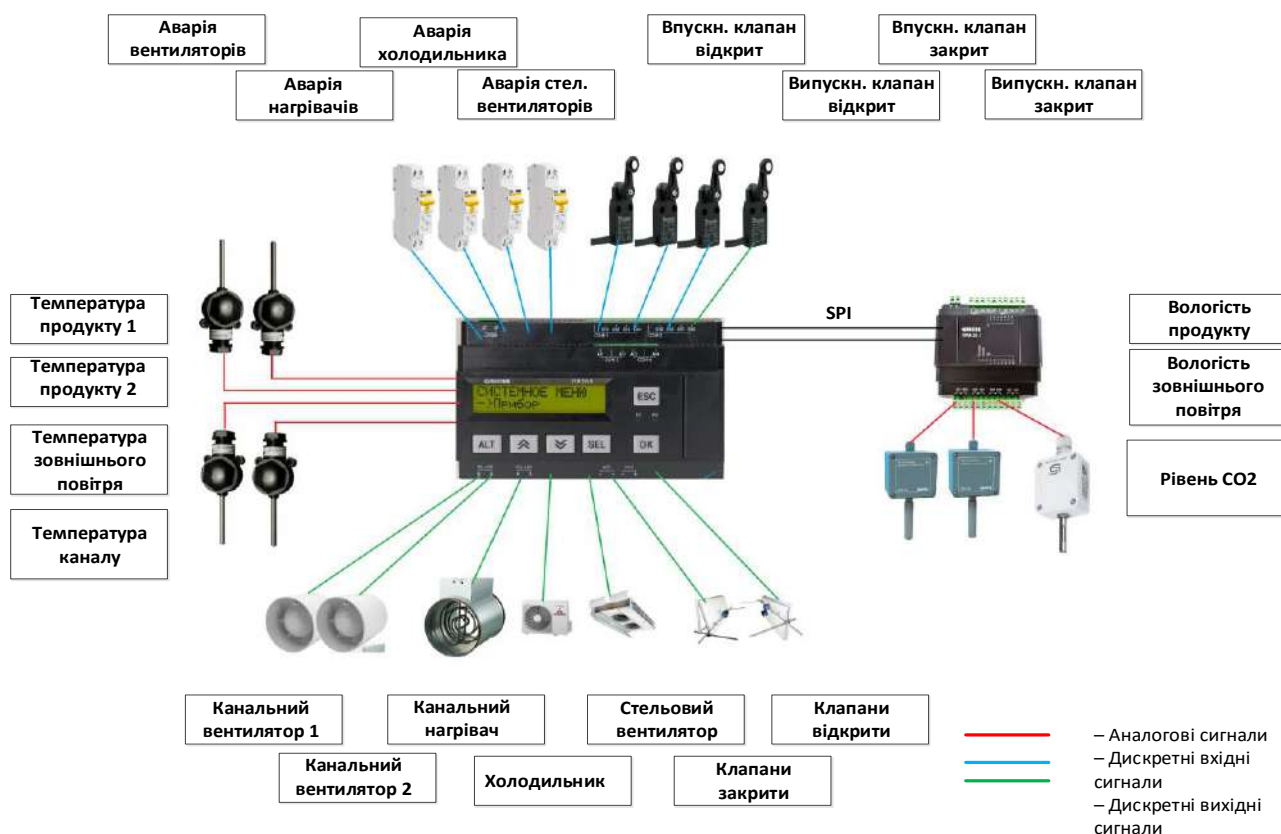


Рисунок 1 – Структурна схема керування мікрокліматом овочесховища

На базі проведеного огляду складено перелік вхідних-вихідних сигналів, на підставі яких розроблено структурну схему блоку управління (рис. 1). Ця структурна схема та отриманий перелік сигналів дозволяють здійснити подальший підбір обладнання та побудувати систему керування мікрокліматом овочесховища.

ГРУБИСТЬ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ СТОСОВНО ОБМЕЖЕНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

Євсіна Н.О., Ліберг І.Г., Гапон А.І., Євсін Г.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Нечіткий регулятор є безперервним оператором $C_f(\cdot)$, де (\cdot) сукупність аргументів - змінні руху об'єкта управління і / або допустимі функції від них. Візьмемо нечітку систему у вигляді Такагі-Сугено:

$$y = Lx \quad (1)$$

$$\dot{x} = A_0x + B_0 \sum_{l=1}^2 C_{f_l} y + \varphi, \quad \varphi = \varphi((\cdot), t) = \sum_{k=1}^n h_k(\cdot) \Delta L_k(\cdot), \quad \Delta L_k(\cdot) = (A_k - A_0)x + (B_k - B_0)v + \eta_k,$$

де A_0, B_0, L – постійні матриці (в тому числі з номінальними значеннями); обмежена невизначеність керованого об'єкта виражена в приведених до входу збурення φ ; η_k – зовнішні обмежені обурення; n – кількість нечітких правил; $x = x(t)$ – закінчено-вимірний вектор стану.

Методом функцій Ляпунова для нечіткої системи встановлюються:

– асимптотична стійкість в цілому нечітким стабілізуючим управлінням, якщо $\sup_K \|B_0 C_{f_1} - K\| < \varepsilon_1$, $u = Kx$ – стабілізуючий чіткий закон, що забезпечує бажану якість управління системі з матрицями A_0, B_0 без урахування наведених збурень;

– грубість, якщо $\sup_{(\cdot)} \|B_0^+ \varphi - C_{f_2}\| < \varepsilon_2$, що означає нечітку компенсацію збурень.

Тут $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – точності апроксимації.

Відзначимо, що збільшення кількості правил нечіткого умовного логічного висновку призводить до поліпшення точності апроксимації, але до погіршення узагальнюючої здатності або властивості грубості.

Тому пропонується побудова нечітких регуляторів пакетної структури, що складається з об'єднання, в простому випадку - суми, нечітких регуляторів з невеликим числом зазначених правил. Збільшення числа нечітких регуляторів в пакетній структурі забезпечить необхідні точності $(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$ апроксимації стабілізуючого регулятора і приведених до входу системи збурень.

За необхідністю компенсації збурень з великим радіусом граничної множини, нарощується кількість нечітких регуляторів.

БЕСКОНТАКТНЫЙ КОНТРОЛЬ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Железняк О. А., Львов С. Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Во многих промышленных отраслях важную роль имеет качество изготовления деталей: шероховатость, наличие дефектов и микротрещин, напряжённо-деформированное состояние. В настоящее время существует большое количество различных физических методов и средств контроля для обеспечения качества деталей. Остаточные напряжения влияют на износостойкость, коррозионную стойкость, усталостную прочность, долговечность изделий и другие свойства.

Остаточные напряжения существуют и уравниваются внутри твердого тела, жесткого агрегата материалов, сборной или сварной конструкции после устранения причин вызвавших их появление. Эти напряжения всегда внутренние, их образование всегда связано с неоднородными линейными или объемными деформациями в объемах материала, агрегата, конструкции.

По типу физических полей известные методы диагностики состояния материалов можно разделить на электрические, электромагнитные, тепловые и механические. Широко применяются оптические, радиоволновые, рентгеновские, акустические, голографические, капиллярные, электрического сопротивления и тензометрические методы.

К контактному контролю относится тензометрический метод. Его сложность определяется малым диапазоном изменения сопротивления тензорезистора под воздействием деформации. На исследуемых объектах больших размеров, длина соединительных проводов от датчика до измерительного устройства может быть значительной, и возникают проблемы, снижение уровня сигнала и температурная чувствительность.

Бесконтактный акустический метод реализуется с использованием бесконтактных преобразователей, за счет прозвучивания образца с использованием нескольких типов волн.

Принцип действия бесконтактных оптических систем основан на определении изменения положения точек неоднородной структуры изделия при освещении монохромным свечением светодиодной системы.

Для оценки напряженно-деформированного состояния металла, положительно зарекомендовали себя магнитные методы неразрушающего контроля. Механические напряжения и деформации, возникающие в стальных стержнях и трубах, оказывают существенное влияние на величину коэрцитивной силы металла. Развитие коэрцитиметрического метода позволит осуществлять экспресс-анализ напряженного состояния в элементах конструкций различных объектов.

РЕАЛІЗАЦІЯ ШИФРУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФІЧНОГО ПРИСКОРЮВАЧА НА БОРТОВОМУ КОМП'ЮТЕРІ БПЛА

Зуєв А. О., Караман Д. Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сучасні БПЛА і системи, які їх використовують, потребують забезпечення належного рівня кібербезпеки, для зберігання та передачі критично важливої інформації про об'єкт моніторингу та його оточення з використанням мереж передачі даних загального призначення [1].

Типова схема БПЛА, з використанням комп'ютера-компаньйона, що набула широкого поширення, оскільки має істотну перевагу: контролер управління польотом і бортовий комп'ютер розділені, і функціонально не залежать один від одного що підвищує надійність всієї системи в цілому.

Особливістю комп'ютера-компаньйона, який знаходяться в основі системи, є наявність вбудованого графічного прискорювача (GPU), який може бути використаний для проведення розрахунків загального призначення. GPU функціонує незалежно від CPU, таким чином, розрахунки можуть виконуватися одночасно з основним процесом управління БПЛА. Перевагою роботи шифрування на GPU є те, що цей процес вимагає істотних обчислювальних ресурсів, а обчислювальне навантаження на GPU, зазвичай незначне.

Для виконання процесу шифрування прикладних даних на борту БПЛА був обраний блоковий симетричний алгоритм шифрування «Калина», який був прийнятий як національний стандарт України ДСТУ 7624 до: 2014 [2]. Але для реалізації алгоритму шифрування на GPU потрібно зробити його адаптацію, щоб забезпечити ефективну роботу. Наведене рішення працює без використання спеціалізованих АРІ, прив'язаних до апаратного забезпечення будь-якого з виробників [3], дозволяє знизити навантаження на CPU бортового комп'ютера, найбільш ефективно використовувати можливості апаратної платформи БПЛА.

Література:

1. Javaid A. Y. Cyber security threat analysis and modeling of an unmanned aerial vehicle system/ A. Y. Javaid, W. Sun, V. K. Devabhaktuni, M. Alam. Homeland Security (HST), 2012 IEEE Conference on Technologies for, pp. 585–590, IEEE, 2012.
2. ДСТУ 7624:2014. Інформаційні технології. Криптографічний захист інформації. Алгоритм симетричного блокового перетворення. [Текст]. – Введ. 01–07–2015. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015.
3. K. Iwai, T. Kurokawa, and N. Nishikawa, “AES encryption implementation on CUDA GPU and its analysis,” Proc. of 2010 First International Conference on Networking and Computing, 2010, pp.209-214, doi:10.1109/IC-NC.2010.49.

СТРУКТУРА СУМАТОРА ДЛЯ ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВИХ

ПЕРЕТВОРЕНЬ ЗА МОДУЛЕМ $7 \cdot 2^N + 1$

Івашко А.В., Лунін Д.О., Ліберг І.Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У завданнях дискретного спектрального і кореляційного аналізу широке застосування знайшли теоретико-числові перетворення (ТЧП), які дозволяють швидко розраховувати кореляцію і згортку на основі обчислювальної схеми, розглянутої в [1].

Зазвичай визначення ТЧП починається з вибору модуля p , а потім досліджуються можливі значення N . В якості модуля вибираються прості числа, що дозволяє провадити як пряме, так і зворотне ТЧП

Серед простих модулів найчастіше використовують числа Ферма $2^{2^m} + 1$ та Мерсена $2^q - 1$ [2]. (де q - просте) [2]. Також існує ряд модулів виду $p = p_1 \cdot p_2 + 1 = (2^a - 1) \cdot 2^b + 1$. Ці модулі забезпечують обчислення ТЧП розмірності $2n$, що дозволяє застосовувати ефективні алгоритми швидких перетворень.

У роботі розглядається структура суматора за модулем $p = 7 \cdot 2^n + 1$. Для цього виду модуля було знайдено просте число $p = 7 \cdot 2^n + 1 = 114\,689$, для якого $n = 14$, довжина послідовності $N = 16384$ і первісний корінь $g = 15$.

Результати арифметичних дій за модулем $7 \cdot 2^n + 1$ можуть бути легко приведені до залишків, якщо врахувати, що $8 \cdot 2^n$ порівняно з $(2^n - 1)$ за модулем $7 \cdot 2^n + 1$. Тому при додаванні, розряд перенесення з вагою $8 \cdot 2^n$ формує значення, що складається з n одиничних біт. Далі це сформоване значення необхідно скласти з n - молодшими розрядами вийшла суми. В результаті формується сума за модулем $p = 7 \cdot 2^n + 1$.

Структура суматора була промодельована і протестована в середовищі Active-HDL ver.9.1, що довело її працездатність і можливість побудови процесорів ТЧП на основі ПЛІС або спеціалізованих БІС.

Література:

1. Ивашко А.В. Оценивание автокорреляционных функций с использованием теоретико-числовых преобразований / Ивашко А.В., Лунин Д.А. – Вестник НТУ «ХПИ». – 2005.- № 38 – стр. 50-54.
2. Andrey Ivashko, Igor Liberg, Denis Lunin Synthesis of fast-operating devices for digital signal processing based on the number-theoretic transforms. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 1/4 (103). P. 6–10.

ПРИЛАД ДЛЯ ЗАХИСТУ АКУМУЛЯТОРА ВІД НИЗЬКОГО ЗАРЯДУ

Кальченко О. О., Балєв В. М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Автомобільний акумулятор є важливим елементом електрообладнання, поряд з генератором виступає джерелом струму. В автомобілі акумуляторна батарея виконує кілька функцій:

- живлення стартера при запуску двигуна;
- живлення електроприладів автомобіля при вимкненому двигуні;
- живлення електроприладів автомобіля, коли не достатньо потужності генератора.

Для всіх легкових автомобілів використовуються АКБ з номінальною напругою 12 В, що складаються з шести 2-вольтів елементів, з'єднаних в єдину батарею. Принцип дії акумуляторної батареї заснований на перетворенні електричної енергії в хімічну енергію при заряді і навпаки хімічної енергії в електричну при розряді. Робота акумуляторної батареї носить циклічний характер: розряд-заряд. Заряд батареї повинен проводитися при оптимальній напрузі. Висока напруга призводить до сильного розкладання води і зниження рівня електроліту. Низька напруга загрожує неповною зарядкою батареї і, відповідно, зменшенням терміну її служби.

Автомобільні акумулятори вимагають дбайливого ставлення. Для них згубні і сильний холод, і спека. Але найчастіше їх губить неправильна експлуатація. Причини швидкого розряду справної акумуляторної батареї:

- при вимкненому двигуні залишилися включеними на тривалий термін електроприлади: ближнє світло, габаритні вогні, обігрів стекол і дзеркал, підігрів сидінь, освітлення салону або багажника, тощо;
- поїздки на короткі відстані, акумулятор просто не встигає заряджатися від генератора;
- саморозряд при негативних температурах навколишнього середовища.

Для того щоб мінімізувати подібні ситуації був розроблений прилад для захисту АКБ від низького заряду.

Принцип дії пристрою: коли рівень заряду на акумуляторі досягне 10,8 В, мінусова клемма акумулятора відключається від бортової мережі автомобіля, тобто вимикається живлення в усьому автомобілі. Вбудований датчик вібрації запобігає відключенню напруги, коли двигун автомобіля працює, а також вбереже автомобіль від злону в момент роботи пристрою. В момент, коли напруга вимкнена, сигналізація теж відключена, але при дотику до автомобіля датчик вібрації спрацює і увімкне акумулятор, а значить і сигналізацію, це вбереже автомобіль від злону навіть коли пристрій працює. Даний пристрій має можливість передавати дані на смартфон, що дає змогу слідкувати за станом акумулятора.

ОПТИМАЛЬНИЙ АЛГОРИТМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЯКОСТІ СЕРІЙНОГО ПРОДУКТУ

Качанов П. О. Пивоваров А. С.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Одним із найважливіших питань сучасних підприємств виготовлення багатосерійної продукції є контроль вихідної якості кінцевого продукту, що виробляється відносно швидко, та в багатотисячній кількості. Існуючі в даний час методи оцінки якості готової продукції суб'єктивні, та засновані на зоровому контакті людини-оператора в короткі проміжки часу. Таким чином, основною метою була розробка програмно-візуальних засобів на основі штучних нейронних мереж для виявлення дефектів продукції серійного виготовлення, а саме пошук ефективного алгоритму роботи самонавчальної нейромережі, яка буде здатна розпізнавати та відбраковувати продукцію в режимі реального часу. Алгоритм такої нейромережі зображений на рис. 1.

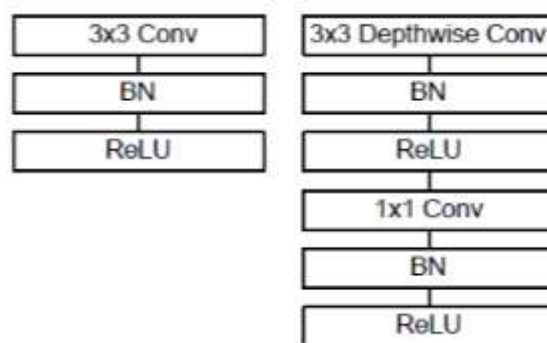


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму MobileNet

На підставі зазначеної структурної схеми (рис. 1) проведено моделювання та випробування роботи нейромережі, яка показала високу швидкість та ефективність, порівняно з деякими іншими схемами нейромереж.

Література:

1. Особенности брака продукции на предприятиях. – Управленческий учет. – Парасоцкая Н.Н., – 2006. – С. 22-28.
2. Jaber M. et al. Using neural networks for quality management //2008 IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation. – IEEE, 2008. – С. 1441-1448.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ КЕРОВАНОЇ ДЖОЙСТИКОМ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ARDUINO NANO

Колісник О.О., Тищенко І.В., Золотарьов Д.Є.

Харківський комп'ютерно-технологічний коледж НТУ«ХПІ», м. Харків

У сучасному Світі бездротові технології міцно увійшли в наше життя. Найпростішим прикладом тому - є мобільні телефони, або бездротові мережі Wi-Fi. Метою даної роботи було створення власноруч платформи, що має можливість управління за допомогою бездротового радіозв'язку і представляє собою базу для подальшого використання в інших проектах.

Головною ідеєю було створення моделі машини-робота, яка керується запрограмованим мікроконтролером. Ідея полягала в тому, що буде набагато цікавіше зробити машинку, яка цілком контролюється своїм алгоритмом. На даний момент керування моделлю реалізовано за допомогою мікроконтролера Arduino Nano, а безпосередня передача команд керування - Nrf24I01 та джойстика, який, по суті, являє собою два потенціометри, з'єднані в одній ручці. Передача діє у радіусі одного кілометра. Для живлення моделі використовуються акумулятор Krona, а для живлення контролера використовується USB роз'єм. Arduino NANO побудована на чипі ATmega328P. Характеристики Arduino Nano: робоча напруга (логічна рівень) - 5в; вхідна напруга - 7-12 В; цифрові входи / виходи - 14 (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ); аналогові входи - 8; постійний струм через вхід / вихід - 40 mA з одного виводу і 500 mA з усіх висновків; флеш-пам'ять - 16 Кб (ATmega168) або 32 Кб (ATmega328) при цьому 2 Кб використовуються для завантажувача; ОЗУ - 2 Кб; тактова частота - 16 МГц; розміри - 1.85 см x 4.2 см. У платі використовується чип FTDI FT232RL для USB-Serial перетворення і використовується mini-USB кабель для зв'язку з Ардуіно замість стандартного. Зв'язок з різними пристроями забезпечують UART, I2C і SPI інтерфейси.

Платформа має контакти у вигляді пінів, тому її легко встановлювати на макетну плату. Arduino Nano використовується там, де важлива компактність. Arduino Nano має 8 аналогових входів, вони можуть використовуватися як цифровий вихід, 14 цифрових з яких 6 можуть працювати як широтно-імпульсний модулятор (ШІМ), ще два задіяні під I2C і 3 під SPI. ШІМ виходи і транзистори працюють: регулювати обороти двигуна, яскравість світлодіодів, потужність нагрівачів і багато іншого. А аналогові входи дозволяють читати значення з аналогових датчиків.

У подальшому на цю машинку можна встановити мікро камеру, світло діоди і передавати зображення на приймач з важко доступних місць, наприклад з - під днища автомобіля з метою діагностики несправностей, а також використовувати дану технологію в експериментальних цілях.

Даний матеріал буде корисним для студентів – початківців, які хочуть вивчати та використовувати бездротові технології на своїх радіокерованих приладах.

УНИФИЦИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Крылова В.А., Тверитникова Е.Е., Мирошник А.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Известно, что параметры кодера выбирают исходя из некоторого «среднего» состояния канала связи, что приводит либо к уменьшению скорости передачи информации, из-за большей избыточности кода либо к потере связи при ухудшении качества канала. Одним из путей решения данной проблемы является переход к унифицированным средствам защиты информации, в которых коды способны изменять свои параметры на стадии эксплуатации системы связи, обеспечив при этом высокую достоверность за счет перераспределения избыточности кода. Для построения адаптивных систем кодирования в работе были исследованы двоичные свёрточные коды со скоростью $1/n$. Множество свёрточных кодов, синтезированных из базового со скоростью $R=1/n$ с помощью изменения длины кодового ограничения и порождающих полиномов, получило название гнездовые свёрточные коды. Множество гнездовых свёрточных кодов с длиной кодового ограничения $m-l$ синтезируются путем изменения порождающих полиномов базового кода. Для построения адаптивной системы защиты информации необходимо учитывать, что параметры декодера должны меняться в соответствии с параметрами кодера. Поэтому для декодирования адаптивных свёрточных кодов скорости $R=1/n$ может быть использован алгоритм Витерби. Известно, что базовым элементом решетчатой диаграммы алгоритма Витерби является бабочка, которая реализует главную операцию сложить-сравнить-выбрать (ССВ). Было установлено, что состояния 0, 4, 2 и 6 для кодера с $m=3$ повторяют значения ребер состояний 0, 2, 1 и 3 для кодера с $m=2$. Поэтому доказано, что программируемый процессор Витерби, рассчитанный для декодирования свёрточного кода с длиной кодового ограничения $m=3$, с помощью двух блоков Сложить-Сравнить-Выбрать, может также декодировать и код с длиной кодового ограничения $m+l$ т.д. Для того чтобы адаптации осуществлялась по двум критериям: ЭВК и скорость передачи были исследованы перфорированные свёрточные коды которые строятся из низкоскоростных кодов с помощью периодической перфорации кодовых символов. Получены оптимальные перфорированные коды, построенные из гнездовых свёрточных кодов со скоростью $1/2$ и длиной кодового ограничения m , которые по своим вероятностным характеристикам превосходят известные оптимальные коды.

Литература:

1. Jordan R., Johannesson R., Bossert M. On Nested Convolutional Codes and their application to woven codes/ Jordan R.// IEEE Trans on Inform Theory, Volume 50 Issue 2, February 2004, p. 380-384.
2. Dieterich H. Partitioning of Convolutional Codes and Applications/ Dieterich H. // Fortschritt-Bericht, VDI R. 10, 2000.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СТРУКТУРОСКОПІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Львов С.Г., Попова О.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В існуючому різноманітті завдань, що вирішуються методами неруйнівного контролю, важлива роль відводиться структуроскопії. На відміну від дефектоскопії, яка пов'язана з виявленням та оцінкою параметрів вже існуючих дефектів в матеріалах і виробках, структуроскопія займається оцінкою структурних і фізико-механічних характеристик матеріалів та виявленням таких їх змін, які попереджують виникнення дефектів, тобто дозволяє прогнозувати предефектні стани.

В даній роботі розглянуті основні напрямки електромагнітної структуроскопії конструкційних матеріалів. До зрівняння та вивчення обрані феромагнітні і неферомагнітні матеріали, зокрема алюмінієві та титанові сплави. Показано, що основним інформативним параметром про структуру неферомагнітних конструкційних матеріалів, який успішно застосовується при їх вихрострумовому контролі, є питома електрична провідність (ПЕП). Розглянуто принципи побудови вихрострумових вимірників ПЕП, проведена їх класифікація. Виявлено, що між ПЕП алюмінієвих сплавів і їх структурно-механічними провідностями існують стійкі кореляційні зв'язки. Аналогічні зв'язки характерні і для титанових сплавів, проте абсолютні зміни їх ПЕП значно менше. Приклади цих кореляційних зв'язків між ПЕП, механічними властивостями і показниками термообробки для ряду алюмінієвих і титанових сплавів також є у наявності в цій роботі. Для проведення структуроскопії алюмінієвих і титанових сплавів найкраще підходять фазові вихрострумові вимірювачі ПЕП, що забезпечують високу локальність контролю і малочутливі до коливань зазору між перетворювачем і поверхнею контролюваного виробу.

У структуроскопії виробів з феромагнітних матеріалів показано, що найбільш доцільно використовувати метод вимірювання коерцитивної сили. Коерцитивна сила є структурочутким параметром для широкої номенклатури феромагнітних конструкційних матеріалів (стали, чавуни, спечені тверді сплави, постійні магніти та ін.). Дана класифікація методів вимірювання коерцитивної сили і розглянуті області застосування коерцитиметрії в неруйнівному контролі.

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Мигущенко Р. П., Борисенко Є. А., Волобуєва В. В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для вимірювання температури промислових об'єктів найчастіше використовуються термоелектричні перетворювачі (ТЕП) і термоперетворювачі опору. Дуже часто перевагу надають термоелектричним перетворювачам через кращу лінійність характеристики та широкий температурний діапазон. Особливістю експлуатації термоелектричних перетворювачів є те, що в процесі тривалої експлуатації на об'єкті у складі автоматизованих інформаційних систем контролю і управління вони змінюють свої точнісні характеристики внаслідок фізико-хімічних деградаційних процесів, що протікають в термоелектродах термопар. Дрейф функції перетворення (ФП) ТЕП, тобто зміна параметрів номінальної функції перетворення, і зумовлена ним прогресуюча похибка знижують точність вимірювання температури. Через вищезазначене розробка вбудованої системи підвищення точності ТЕП є актуальною науково-практичною задачею.

У ДСТУ-Н РМГ 64:2006 наведені методи та способи підвищення точності вимірювань, серед яких для усунення похибок, викликаних дрейфом ФП ТЕП найбільш прийнятними є:

- метод порівняння з мірою;
- застосування тестових методів;
- метод зворотного перетворення.

Серед перелічених тестові методи виглядають переважними, оскільки вони здатні компенсувати як адитивні так і мультиплікативні систематичні похибки і, таким чином, підвищити точність результату вимірювань. Сутність тестових методів полягає в створенні пов'язаних електричних впливів на термопару за рахунок ефектів Пельтьє і Джоуля в околицях робочої і реперної точок реальної ФП ТЕП а також у зміні ФП масштабного перетворювача. Реперна точка визначається температурою фазового переходу вбудованого калібратора, тобто сплаву, що вбудований в склад ТЕП. Застосування двох таких калібраторів із розбіжністю температур ΔT фазових переходів дозволяє відтворювати адитивний тест. Відтворення мультиплікативного тесту вимагає відомої зміни крутизни нахилу ФП ТЕП, що може бути досягнуто за рахунок зміни коефіцієнту підсилення ΔK масштабного перетворювача, до якого надходить сигнал із термопар. Для того, щоб розроблювана система підвищення точності була ефективною необхідно дотриматися певних умов. Значення ΔT має бути не дуже великим, щоб нелінійність ФП ТЕП не проявлялась; в той же час мале значення ΔT призведе до масштабування похибки відтворення адитивного тесту. Так само для мультиплікативного тесту ΔK , для недопущення появи похибки слід уникати виходу в нелінійну область роботи підсилювача та масштабування похибки відтворення мультиплікативного тесту.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ НИЗЬКОВОЛЬТНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Мигущенко Р. П., Соболев А. І., Дроздова Т. В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Статистика нещасних випадків через несправність електрообладнання вказує на неблагополучне становище справ з безпекою цього виду продукції. Так, за даними МНС України, за 2019 рік зареєстровано 95 915 пожеж, внаслідок яких загинуло 1 902 людини, у тому числі 58 дітей. Внаслідок несправностей електропроводки, побутової техніки тощо відбулося близько 16 000 пожеж, на яких загинуло понад 500 осіб. Мають місце і зарубіжні дані за відгуками небезпечної продукції електрообладнання з ринку.

Метою даного дослідження є розробка моделі формування обов'язкових вимог до низьковольтного електрообладнання методом вертикальної статистичної декомпозиції, а також аналіз процесу пошуку критичних точок, які є основою методу вертикальної статистичної декомпозиції з метою встановлення мінімально необхідних обов'язкових вимог.

Суть методу вертикальної статистичної декомпозиції зводиться до побудови ієрархічної вертикальної структури елементів, що містять обов'язкові вимоги до низьковольтного електрообладнання. При цьому передбачається, що як самі показники, складові ці вимоги, так і взаємозв'язок між ними може носити статистичний характер. У цьому випадку завдання вимог здійснюється на основі відповідного статистичного аналізу. Зокрема, в ході цього аналізу виявляється роль форс-мажорних обставин, різних видів ризиків невідповідності та інші фактори.

У складних виробках можуть бути визначені деякі елементи, що включають в себе компоненти, вузли, окремі частини апарату, названі критичними точками. Метод пошуку критичних точок і визначення для них факторів і норм безпеки стосовно до виробів, для яких основними процесами функціонування є процеси, що протікають в електричних ланцюгах, можна звести до побудови графів та проведення певних операцій над ними.

Пропонується формувати обов'язкові вимоги у вигляді відповідних норм і допусків на параметри безпеки. При цьому дотримання зазначених вимог має забезпечувати ймовірність заборони завдати шкоди в разі знаходження параметрів продукції в допустимих межах, задану або директивно, або встановлену експертним методом. Очевидно, що $R < R_{дон}$ в тих випадках, коли $\{r_1 < r_{1доп}, r_2 < r_{2доп}, \dots, r_i < r_{iдоп}\}$, $i=1, \dots, n$ де n – кількість критичних точок, $R_{дон}$ – рівень допустимого ризику заподіяння шкоди.

Такий підхід дозволяє звести розгляд питань безпеки, зокрема для побутового електрообладнання, до аналізу нормативної бази, заснованої на гармонізованих стандартах Міжнародної електротехнічної комісії (International Electrotechnical Commission, IEC), де критичні точки, вимоги до них, а значить і рівень допустимого ризику заподіяння шкоди, встановлені відповідним міжнародним стандартом.

РОБОЧИЙ ЕТАЛОН ПАРАМЕТРІВ ЧАСТОТНО-МОДУЛЬОВАНИХ КОЛИВАНЬ

Павленко Ю.Ф., Лисенко В.В., Пащенко Т.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут, м. Харків»

Частотно-модульовані коливання застосовується в системах зв'язку УКВ – діапазону, радіолокації і радіонавігації, телебаченні, радіовимірвальній техніці.

Основним параметром частотної модуляції є девіація частоти.

Єдність вимірювання девіації частоти забезпечується шляхом створення первинного еталона, а робочий еталон призначений для калібровки і повірки ЗВТ в цій галузі:

- приймального виду (девіометри, аналізатори спектра, вимірювальні демодулятори);
- генераторного виду (вимірювальні генератори, калібратори тощо).

Розроблений робочий еталон поєднує функції міри девіації частоти і вимірювача і складається з таких функціональних частин:

- генераторів еталонних частотно-модульованих сигналів;
- приймально-вимірювальної системи;
- компараторів девіації частоти;
- керуючої обчислювальної системи;
- допоміжної апаратури.

В еталоні використовуються два основних метода вимірювання девіації частоти:

- методу "нулів функції Бесселя" (НФБ), заснованого на властивостях спектрального розкладу частотно-модульованого сигналу [1, 2].
- методу "електронно-лічильного частотоміра" (ЕЛЧ), заснованого на перенесенні частотно-модульованого сигналу на нульову проміжну частоту і подачі його на ЕЛЧ [1, 2].

В ході роботи було проведено розробку необхідної апаратури, дослідження методів вимірювання, а також оцінка невизначеності відтворення одиниці девіації частоти еталона.

При експериментальному дослідженні еталона було проведено звірення двох методів, НФБ і ЕЛЧ, співпадання яких стало підтвердженням правильності оцінки невизначеності відтворення девіації частоти еталона.

Література:

1. Павленко Ю.Ф., Шпаньон П.А. Измерение параметров частотно-модулированных колебаний. М.: Радио и связь, 1986. 208 с.
2. Картьяну Г. Частотная модуляция. Бухарест: Меридиан 1964. 578 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВОГО ОСЦИЛОГРАФУ

Пащук Я. Ю., Балєв В.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У попередній роботі [1] було описано характеристики розробленого осцилографу. Було розширено діапазон частоти вхідного сигналу розробленого осцилографу до 100 кГц для можливості дослідження різноманітних сигналів. Також розширено межі вимірювання напруги до ± 100 В. Було проведено роботи для надання можливості підключення осцилографу окрім смартфона ще й до комп'ютеру за допомогою середовища розробки та платформи для виконання програм LabVIEW, для подальшого використання монітору комп'ютеру в якості екрану для спостереження сигналів та розширення функціоналу осцилографу при виникненні у оператора потреби на виконання приладом тієї чи іншої функції. Було розроблено схему електричну принципову осцилографу, а для підвищення компактності і зручного використання розроблено для нього корпус.

Мета роботи - дослідження характеристик та функцій розробленого осцилографу. Завдяки можливості підключення приладу до комп'ютеру за допомогою нього можна визначити період і частоту сигналу, мінімальне і максимальне, амплітудне, верхнє і нижнє значення сигналу, шпаруватості сигналу, час наростання, час спаду, позитивний коефіцієнт заповнення, негативний коефіцієнт заповнення, також виконувати функцію реєстрації та архівації інформації. Розроблений прилад має два канали для вимірювання характеристик електричного сигналу, за допомогою змінних вхідних дільників напруги можна обирати амплітудні межі вимірювання приладу. Динамічні характеристики приладу залежать від швидкості роботи внутрішнього АЦП мікроконтролера Atmega328 який має максимальну частоту тактування 200 кГц при роботі у 10 бітному режимі та максимальну частоту тактування 500 кГц при роботі у 8 бітному режимі це дає нам змогу розширити можливий частотний діапазон приладу до 200 кГц при використанні одного каналу, або до 500 кГц, але з втратою точності перетворення.

Прилад вже можна використовувати для дослідження сигналів невеликої амплітуди всередині приладів, які знаходяться у ремонті, чи просто для проведення діагностики. Розроблений осцилограф – це платформа для проведення великої кількості досліджень. Основним завданням роботи є дослідження поведінки приладу під час вимірювання електричних сигналів різної амплітуди та частоти.

Література:

1. Пащук Я.Ю., Балєв В.М. Дослідження характеристик цифрового осцилографу. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Харків: НТУ «ХПІ». 400 с.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ БІЖУЧОГО РЯДКА НА МІКРОКОНТРОЛЕРІ AVR

Смолін Ю. О., Сусла В. С., Гончаров А. С., Колесніков К. В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

На сьогоднішній день практично всі компанії, що розробляють комп'ютерну техніку, займаються розробкою і виробництвом мікроконтролерів, яких налічується десятки типів. Однією з таких фірм є американська компанія Atmel. Більш десяти років ця компанія випускає сімейство мікроконтролерів AVR. У AVR-контролерів є істотні відмінності від інших мікроконтролерів, які дозволяють програмісту працювати в програмному середовищі AVR Studio і середовищі CodeVision. Програма AVR Studio розроблена фірмою Atmel і дозволяє створювати, транслювати і налагоджувати програми на Асемблері. Програма CodeVision дозволяє створювати і налагоджувати програми на мові Сі.

Одним з важливих завдань в будь-якій галузі промисловості, а також комерційної діяльності та галузі культури є подання інформації в найбільш доступному і добре сприймається людиною вигляді. Найбільш перспективним у цьому напрямку є подання інформації у вигляді біжучого рядка. Створювати інформацію в такому вигляді і керувати нею в режимі on-line можна тільки за допомогою мікроконтролерів.

Алгоритм функціонування біжучого рядка, реалізованої на світлодіодах, обов'язково повинен включати в себе набір найпростіших керуючих команд, які забезпечують роботу світлодіодного табло в трьох режимах:

- по-перше, почергове включення і відключення світлодіода, як окремого конструктивного елемента, тобто режим перемикавання світлодіодів;
- по-друге, включення і виключення світлодіода, тобто режим миготіння світлодіодів;
- по-третє, переміщення в інформаційному полі двох попередніх режимів перемикавання і миготіння світлодіодів, тобто рух включених, виключених або миготливих світлодіодів в різних напрямках. Такий режим називається бігучі вогні або біжучий рядок.

В процесі створення програмного забезпечення для програмування біжучого рядка були виконані такі етапи робіт:

- 1) обрана схема управління світлодіодними індикаторами;
- 2) розроблені алгоритми програм управління світлодіодом в режимах перемикавання, миготіння та біжучого рядка;
- 3) розроблені програми на асемблері для управління світлодіодом в режимах перемикавання, миготіння та біжучого рядка;
- 4) розроблені програми на мові Сі в режимах перемикавання, миготіння та біжучого рядка.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПАРАЛЕЛЬНИХ ЦАП

Смолін Ю. О., Усольцев А. П., Лісний Б. М., Катихов Д. В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Цифро-аналогові перетворювачі характеризуються цілим рядом різних характеристик і параметрів, які діляться на дві групи: статичні та динамічні. Важливішою статичною характеристикою є характеристика (функція) перетворення. Саме на основі цієї характеристики і визначають інші статичні параметри ЦАП. Оскільки цифро-аналогове і аналого-цифрове перетворення грає велику роль в цифровій техніці, то студенти всіх комп'ютерних, електронних, телекомунікаційних та інших спеціальностей вивчають тему, присвячену цифро-аналоговому перетворенню.

Саме з цією метою на кафедрі КРСКД був розроблений макет для дослідження різних типів паралельних ЦАП, що дозволяє визначати експериментальним шляхом характеристики перетворення ЦАП різних типів і провести на їх основі оцінку основних параметрів ЦАП.

Для досягнення цієї мети були вирішені такі задачі:

- а) обрані найбільш розповсюджені схеми ЦАП для дослідження в лабораторному макеті;
- б) обрані параметри ЦАП, що необхідно досліджувати;
- в) виготовлена експериментальна установка для досліджень – лабораторний макет;
- г) визначені експериментальним шляхом характеристики перетворення ЦАП, обраних для дослідження;
- д) на підставі експериментально отриманих характеристик перетворення проведена оцінка параметрів ЦАП;
- е) розроблено програмне забезпечення для розрахунків параметрів ЦАП.

За результатами експериментальних даних були побудовані характеристики перетворення (ХП) ЦАП, тобто сукупність значень вихідний аналогової величини x_i в залежності від значень вхідного коду α_i , з яких:

1) визначено діапазон вихідної величини: для ЦАП з матрицею R-2R $D_{R-2R} = 75,9$ мВ; для ЦАП на генераторах струму $D_{\text{ген}} = 99,8$ мВ; для ЦАП з ваговими резисторами $D_{\text{ваг. R}} = 87,0$ мВ;

2) ступінь квантування: для ЦАП з матрицею R-2R $\Delta A_{\text{шк}} = 0,292$ мВ; для ЦАП на генераторах струму $\Delta A_{\text{шк}} = 0,387$ мВ; для ЦАП з ваговими резисторами $\Delta A_{\text{шк}} = 0,338$ мВ;

3) диференціальна нелінійність, тобто- відхилення дійсних значень кроків квантування ХП від їх середнього значення: для ЦАП з генераторами струмів δ_L досягає 0,483 ОМР; для ЦАП з матрицею R-2R δ_L досягає 0,448 ОМР; для ЦАП з ваговими резисторами δ_L не перевищує 0,183 ОМР.

ДВІ ГАЛУЗІ КОНТРОЛЮ

Смолін Ю. О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У техніці склалися дві головні галузі контролю - контроль величин (контрольовані параметри - скалярні чи векторні величини) і контроль функцій (контрольовані параметри - скалярні чи векторні функції). Перша галузь має багату історію і добре опрацьована, як в теоретичному, так і в практичному плані. І зараз вона продовжує інтенсивно розвиватися, особливо в плані «активізації» контролю. Друга галузь має менш представницьку історію і послужний список. Але саме вона прикувала до себе увагу дослідників контролю починаючи з другої половини двадцятого століття, відкривши широкий шлях автоматизації безперервних виробництв. І саме з неї почалися помітні різночитання контролю.

До середини двадцятого століття монопольне положення в контролі займала «величина». Для неї фізично не існувало проблеми визначення контролю. Йому цілком відповідала словникове трактування, з якого з очевидністю йшов і алгоритм контролю: вимір величини, зіставлення результату з її граничними значеннями, видача судження «так» або «ні» (потрапила або не потрапила величина усередину меж). Цей алгоритм може розглядатися як конструктивне визначення контролю величини.

З ростом автоматизації безперервних технологічних процесів наукова думка приступає до розробки контролю принципово нового об'єкта - скалярною або векторної функції. Крім чисто технічних, виникають і термінологічні складності. І перш за все - проблема визначення. Попереднє конструктивне визначення контролю не відображало його теперішньої будови. З'явилися нові конструктивні трактування.

У кожен фіксований момент функція часу є величина. Отже, контроль функції можна побудувати як безперервний в часі (в інтервалі завдання функції) контроль величини. Так народилося нове конструктивне визначення контролю як спостереження за ходом функції (процесу). Строго кажучи термін «спостереження» має дещо інше смислове навантаження. З'явилося уточнене визначення контролю функції як спостереження плюс виявлення відхилень.

Широка автоматизація промислового виробництва, обмежене вплетення контролю в технологічний процес істотно розширили уявлення про його можливості. Контроль стає важливою ланкою в ланцюзі управління виробничим комплексом. В.Ю. Кнеллер запропонував під контролем розуміти процес виявлення подій, що визначають управляючі дії. Це трактування виявилось дуже плідним. Охоплюючи широкий спектр завдань контролю, воно мобілізувало увагу дослідників на одне з його найбільш важливих і маловивчених практичних напрямків.

**РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО
ЕЛЕКТРОМАГНІТНО – АКУСТИЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА**

Сучков Г.М., Саміло І.Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Актуальність роботи полягає в тому, що розвиток, оптимізація та прискорення виробництва вимагають вдосконалення застосовуваних методів неруйнівного контролю продукції для підвищення економії матеріалів, засобів, часу і зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

У роботі розглянуто питання розробки електронних засобів, спрямованих на підвищення якості та продуктивності ультразвукового контролю з використанням електромагнітно-акустичного (ЕМА) способу збудження і прийому ультразвукових імпульсів, підвищення відношення амплітуд сигнал/шум в умовах вимірювань при значній товщині діелектричного покриття на виробі.

Для досягнення цієї мети були вирішені такі задачі:

- розроблено конструкцію макета ЕМА перетворювача для контролю металовиробів при наявності зазору між датчиком і ОК;
- розглянуто питання побудови передавального і приймального аналогових трактів, наведені схемотехнічні та конструктивні рішення;
- наведено результати досліджень залежності амплітуди сигналу на генеруючій обмотці ЕМАП від напруги живлення підсилювача;
- проведено дослідження залежності рівня корисного сигналу від напруги на передавальній обмотці датчика;
- досліджено вплив величину зазору на рівень корисного сигналу;
- наведено результати залежності тривалості «мертвої» зони від зазору і способи її зниження.

Особливістю роботи є те, що розроблені електронні засоби дозволяють здійснювати вимірювальний контроль якості виробів при наявності на їх поверхні значного шару захисного діелектричного покриття.

Література:

1. Мигущенко Р. П., Сучков Г.М., Петрищев О.Н. Теория и практика электромагнитно-акустического контроля. Особенности конструирования и практического применения ЭМА устройств ультразвукового контроля металлоизделий: монография Часть 5 Харків, 2016. 230 с.

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ НАФТОГАЗОВИДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ

Тверитникова О.Є., Демідова Ю.Є.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Експлуатація нафтогазовидобувальних підприємств веде до значного забруднення атмосфери, тому вирішення природоохоронних питань з врахуванням передового світового досвіту є важливим завданням. З 1 січня 2016 р. в Україні почав діяти екологічний стандарт Євро-5, де підвищене вимоги до вмісту сірки. А з початку 2018 р. обов'язковими стали вимоги «Технічного регламенту до автомобільних бензинів і дизельного палива», що забороняє оборот бензинів і дизпалива стандарту Євро-4. У зв'язку з цим на сучасному етапі розвитку виробництва найбільш ефективнішим способом управління є впровадження інтегрованих систем. Порівняльний аналіз результативності впровадження інтегрованих систем свідчить про популярність цих заходів на підприємствах Європи. Її формування повинно починатися з впровадження системи управління якістю на основі стандарту ДСТУ ISO 9001:2015, а також стандарту ISO 9004 (управління задля досягнення сталого успіху) та ДСТУ ISO/TR 10013:2003 «Настанова з розроблення документації систем управління якістю».

Крім того, потрібно враховувати особливості впровадження систем управління якістю на підприємствах нафтової, нафтохімічної та газової промисловості регіону відповідно до вимог ДСТУ ISO/TS 29001:2010 «Системи управління якістю. Вимоги до організацій, які постачають продукцію і надають послуги в нафтовій, нафтохімічній і газовій промисловості (ISO/TS 29001:2010, IDT)». Наступним етапом є впровадження системи екологічного управління на основі ДСТУ ISO 14001:2015 та система управління безпекою та гігієною праці на основі ДСТУ OHSAS 18001:2010, а також новий нормативний документ, що став чинний 12.03.2018 р. – BS ISO 45001:2018 «Системи менеджменту професійної безпеки.

Вимоги та настанови щодо застосовування». До системи залучено стандарт ISO SA 8001:2008 «Social Accountability 8000», який спрямований на оцінку соціальних питань. Це стандарт нового покоління, який був розроблений для інтеграції з іншими стандартами систем управління ІСО, а головне має високий рівень сумісності з останніми версіями ISO 9001 та ISO 14001. Також систему управління соціальною відповідальністю повинно посилити стандартом ISO 26000:2010, що сприяє налагодженню діяльності підприємств соціально відповідним чином до потреб суспільства.

Отже, сукупність цих стандартів є організаційно-методичною основою створення інтегрованої системи управління. Впровадження таких систем має значні переваги, це перш за все забезпечення більшої узгодженості у внутрішньому середовищі підприємства та між різними системами управління, підвищення ефективності діяльності та використання ресурсів, оптимізація внутрішніх та зовнішніх зв'язків та документообігу на всіх рівнях підприємства та зниження витрат на розроблення й впровадження низки систем управління.

РОЗРОБКА ПРИЛАДУ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ СПІДОМЕТРІВ

Тополов І.І., Мікеладзе О.Д.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут» м. Харків

На сьогоднішній день актуальність проблеми точного вимірювання швидкості полягає в проблемі розбіжностей показань спідометра і реальної швидкості автомобіля [1]. Звичайно, розбіжність на кілька кілометрів показань спідометра і контрольних вимірів не суттєво важлива, але при зустрічі з працівниками ДАІ така різниця може стати причиною гарантовано зіпсованого настрою. Але і це не є головною проблемою точного вимірювання швидкості, тому що головне це безпека руху та дотримання швидкісного режиму в населених пунктах і взагалі на дорогах.

Існуючі на сьогоднішній день методи перевірки автомобільних спідометрів, а також одометрів, досить складні і вимагають спеціального габаритного обладнання [2]. Тому і виникла необхідність в розробці нового приладу який враховує коефіцієнти, що впливають на показання спідометра і одометра, а саме коефіцієнт редуктора і розмір встановлених шин та дозволить виділити та оцінити похибку механічної частини спідометру [3].

Робота розробленого приладу базується на методиці, яка:

– по-перше, має на увазі створення в вимірювальній системі паралельного каналу з можливістю введення в нього коефіцієнтів нештатної комплектації;

– по-друге, задіяти пристрій який дозволить синхронізувати показання бортового (штатного) спідометру з показаннями значень миттєвої швидкості паралельного каналу;

– в третє, по виділенім різницеvim сигналам, підрахувати та вивести результати вимірювань швидкості, пройденого шляху та похибки штатного спідометра на цифровий дисплей.

Розроблений прилад дозволить виявити джерело похибки штатних механічних і електричних спідометрів.

Література:

1. Спидометр: типы, устройство, неисправности, диагностика, ремонт. Електронний ресурс. Режим доступу <http://www.autoshcool.ru/>.

2. ДСТУ ГОСТ 8.262:2008. Государственная система обеспечения единства измерений. Спидометры автомобильные и мотоциклетные. Методы и средств. – Москва: Изд-во стандартов, 1977 г. – 6 с.

3. Тополов І.І., Іванова Є.В. Пристрій перевірки каналу вимірювання швидкості для автомобільного ряду моделі ВАЗ. Міжнародна НТК «Термографія і термометрія» Метрологічне забезпечення вимірювань та випробувань. 23-27 вересня 2013 р., м. Львів, Україна.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ТИСКУ

Чіліндрішвілі О. Й., Борисенко Є. А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Задача вимірювання тиску є досить розповсюдженою, це необхідно як під час вирішення розрахункових задач, наприклад для визначення витрати, кількості та теплової енергії середовища, так і в задачах контролю і прогнозування безпечних і ефективних гідравлічних режимів напірних трубопроводів, які використовуються на підприємстві. Для рідинних та газових середовищ розрізняють зовнішній, або поверхневий тиск – на поверхні середовищ, і внутрішній тиск, всередині, в об'ємі або масі середовища. На практиці тиск газоподібних і рідинних середовищ можуть вимірюватися щодо двох різних рівнів: рівня абсолютного вакууму та рівня атмосферного тиску. Тиск, що вимірюється щодо вакууму, називають абсолютним тиском. Атмосферний тиск – це абсолютний тиск земної атмосфери, він залежить від конкретних умов вимірювання: температури повітря і висоти над рівнем моря. Тиск, який більше або менше атмосферного, але вимірюється щодо атмосферного, називають відповідно надмірною або тиском розрідження. При вимірюванні різниці тисків середовищ в двох різних процесах або двох точках одного процесу, причому таких, що жодне з тисків не є атмосферним, таку різницю називають диференціальним тиском.

Задача вимірювання абсолютного тиску постає під час налагодження та контролю протікання технологічних процесів, під час виявлення витоків із трубопроводів та під час вимірювання надмалих витрат рідинних та газоподібних середовищ.

Сучасні перетворювачі тиску реалізовані [1] на основі ємнісних (використовує чутливий елемент у вигляді конденсатора зі змінним зазором: зсув або прогин під дією тиску, що додається рухомого електрода мембрани щодо нерухомого змінює ємність) п'єзоелектричних (базуються на залежності поляризованого заряду або резонансної частоти п'єзокристалу від тиску) або тензорезисторних (використовують залежність активного опору провідника або напівпровідника від ступеня його деформація) чутливих елементів. В останні роки отримали розвиток і інші принципи створення перетворювачів тиску: волоконнооптичні, гальваномагнітні, об'ємного стиснення, акустичні, дифузійні та інші. На вітчизняному ринку найбільш розповсюдженими є тензорезистивні, через привабливу ціну, високу надійність та стійкість до жорстких умов експлуатації.

Література:

1. Гуртовцев А. Измерение давления в автоматизированных .системах [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.cta.ru/cms/f/366739.pdf>.

СЕКЦІЯ 9. ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ТА ЕЛЕКТРИЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ

РОЗРАХУНОК ЗАДАЧ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОМАГНІТІВ СОЛЕНОІДАЛЬНОГО ТИПУ БЕЗ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДЕФОРМУВАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ СІТКИ

Байда Є. І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

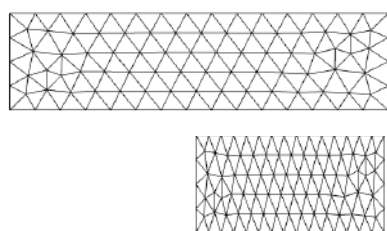


Рис.1. Недеформована та деформована сітка

У роботі розглядається задача розрахунку динаміки електромагнітного механізму у вигляді соленоїда без магнітної системи. Розв'язання цієї мультифізичної задачі базується на системі рівнянь електромагнітного поля, електричного кола та рівнянь динаміки руху якоря. Причому, рух якоря розраховується в системі COMSOL на сітці, що деформується. Деформація сітки визначається рівняннями динаміки руху якоря і залежить від механічних, електричних та магнітних параметрів електромагніта

рис.1. Для коректного

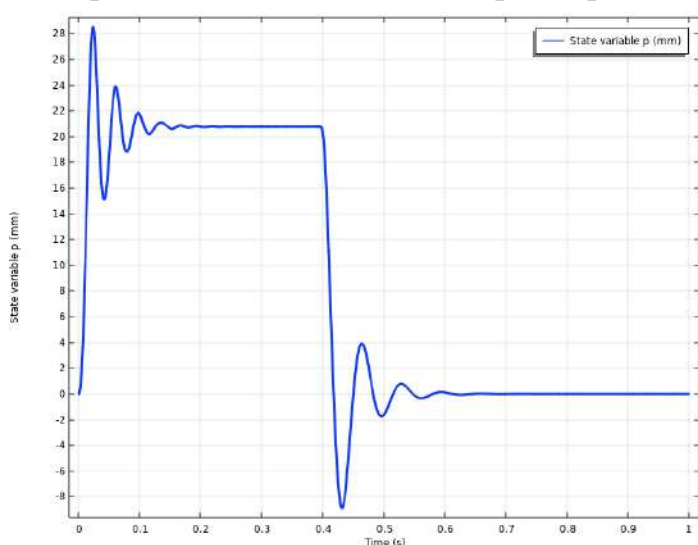


Рис.2. Графік руху якоря при імпульсній напрузі котушки

вирішення поставленого завдання, рухомі і нерухомі області представлені у вигляді граничних пар, що «ковзають» одна відносно одної. Така постановка проблеми дозволяє значно спростити процес отримання рішення у порівнянні з методом перебудови сітки під час руху. На рис. 2 показано результат розрахунку руху якоря електромагніта, динаміка якого базується на диференційному рівнянні другого порядку при

подачі на його котушку імпульсної напруги тривалістю 0,4 с.

Розрахунок руху якоря на сітці, що деформується, дозволяє достатньо просто врахувати процеси, які пов'язані з рухом провідника в магнітному полі – вихровими струмами в феромагнітному якорі, які, в свою чергу, впливають на магнітну індукцію в феромагнетику та електромагнітну силу.

Часткові результати розрахунку у вигляді графіка магнітних силових ліній при протіканні по котушці струму 10 А показано на рис.3.

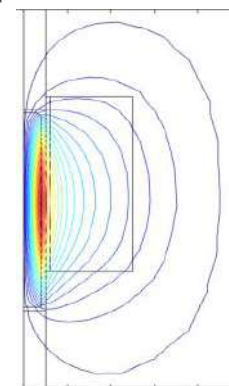


Рис.3. Графік поля

GAS BUBBLE DISCHARGE OPTIONS FOR DISINFECTING AND CLEANING WATER

Boyko M.I., Makogon A.V.

National Technical University

«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The work is devoted to the development of technology for disinfecting and purifying water using discharges in gas bubbles. Bubbles are obtained inside the water by injecting gas into the water (for example, from a compressor). When discharging in gas bubbles (for example, air) inside water takes place, a complex of high-intensity factors is generated in them, including electrons, OH radicals, atomic oxygen, hydrogen peroxide, ozone (O₃), broadband radiation, including ultraviolet, etc. This combination of factors provides significantly more effective disinfection and purification of water than ozonation, which is confirmed experimentally.

Variants of discharges inside gas bubbles in water may be different.

A variant of discharges inside small gas bubbles with line characteristic dimension of any single bubble $l_b \sim 1$ mm exists. In such bubbles, discharges are carried out due to the breakdown voltage induced in them (direct current voltage, alternating, or pulsed), which is substantially less than the total applied voltage. In this case, the electrodes between which the full voltage is applied are located outside the bubbles. This version of discharges has some similarities with partial discharges in gas inclusions in solid and liquid dielectrics.

There is a variant of discharges in gas bubbles with a characteristic linear size of an individual bubble $l_b \sim 1$ cm or more. In such bubbles, discharges can be carried out by positioning the tip of the high voltage electrode inside the bubble. In this case, almost all of the total external voltage is applied to this bubble and can be tens or more kilovolts; when the voltage rises on the bubble, there is no energy loss due to leakage currents in the water. This variant (type) of discharges can be divided into two main subspecies:

1. a discharge from the tip of the high-voltage electrode inside the bubble through the gas bubble to the interface of water volume and gas bubble and further through the layer of water to the low voltage (grounded) electrode;
2. a discharge from the tip of the high-voltage electrode inside the bubble along to the interface between the bubble and water and then through a layer of water to a low-voltage (grounded) electrode.

It is known from the high voltage technique that the breakdown voltage along the interface between two media is always less than the breakdown voltage through for each of the two media. Therefore, the working electric field strengths, the number, and intensity of accumulated disinfecting and water-purifying factors in subspecies 1 discharges in gas bubbles are greater than in subspecies 2, *ceteris paribus*.

INFLUENCE OF PULSE EXCITATION ON ELECTROMECHANICAL INDICATORS OF A LINEAR PULSE CONVERTER OF ELECTRODYNAMIC TYPE

Bolyukh V.F., Kashanskyi Y.V., Shchukin I.S.

National Technical University

«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Linear pulse converters provide a high speed of the actuator movement in a short active section, and / or powerful power (shock-mechanical) pulses on the target. One of the promising ones is a linear pulse electrodynamic type converter (LPEC), the windings of which are excited from a capacitive energy storage device (CES) [8]. Converters of electrodynamic type, in spite of a more complex design, have higher electromechanical indices in comparison with converters of induction and electromagnetic types

Purpose. Investigation of the effect achieved by the electronic circuit-controlled inductor and armature windings pulsed excitation, powered with the capacitive energy storage (CES) source, on the speed and power indicators of a linear pulse electrodynamic type converter (LPEC).

On the basis of the developed numerical model, the influence of pulsed excitation — vibrationally damped, half-wave, aperiodic, and aperiodic with recharge, on the characteristics and performance of LPEC is studied. The mathematical model of LPEC, using the lumped parameters of the stationary winding of the inductor and the movable winding of the armature, takes into account the interconnected electromagnetic, mechanical and thermal processes, presenting their solutions in a recursive form.

It was found that the pulse excitation of LPEC insignificantly affects the maximum speed, the pulse of electrodynamic forces (EDF) and the temperature rise of the inductor winding. The highest values of the maximum speed and impulse of an EDF arise upon excitation by a vibrationally damped current pulse, and the smallest ones upon excitation by an aperiodic pulse. The excitation of LPEC by an aperiodic current pulse with recharge allows the use of a reduced charge voltage for rechargeable CES. With a decrease in this voltage and with conservation of the energy of the CES, the amplitude of the EDF decreases by 31.5%, but due to the delay of electromagnetic processes, the pulse of the EDF increases by 3%, and the efficiency - by 8.2%.

A comprehensive criterion for the efficiency of LPEC was introduced, which takes into account the amplitude of the excitation current, the mass of the windings, the temperature of the inductor winding, the magnitude of the EDF pulse, the efficiency, and the maximum speed for a given reliability coefficient. Using this criterion, it was found that in terms of power and speed indicators, the most efficient is a converter excited by an aperiodic current pulse with recharge, and the quality of work is a converter excited by an aperiodic pulse.

The influence of the width of the copper bus and the corresponding axial heights of the windings of the inductor and the armature on the speed and power performance of LPEC using vibration-damping, half-wave, aperiodic and aperiodic with recharge current pulses is established.

АНАЛІЗ ЛІНІЙНИХ ІМПУЛЬСНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ МУЛЬТИЯКІРНИХ КОНФІГУРАЦІЙ

Болюх В.Ф., Кочерга О.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Лінійні імпульсні електромеханічні перетворювачі (ЛЕП) індукційного, електродинамічного та електромагнітного типів забезпечують різні силові і швидкісні показники, утворюючи різні величини магнітних полів розсіяння в навколишнє середовище. Вони мають різні маси активних елементів і амплітуди струмів збудження індуктора, що важливо для електронної системи живлення з ємнісними накопичувачами енергії, різні швидкості протікання електромагнітних процесів, різні напрямки дії електродинамічних та електромагнітних сил та ін. Традиційні перетворювачі мають один яркір. Перетворювач індукційного типу включає електропровідників яркір (ЛЕП-Е). Перетворювач електродинамічного типу включає котушковий яркір (ЛЕП-К). Перетворювач електромагнітного типу включає феромагнітний яркір (ЛЕП-Ф).

Одним із шляхів підвищення ефективності ЛЕП являється розробка конструкцій, які об'єднують властивості зазначених перетворювачів. При наявності декількох яркорів одного або різних типів, які відносно індуктора утворюють одно направлену силу та прискорення, можна сите тезувати ЛЕП мільтияркірних конфігурацій.

Перетворювачі з одним яркорем будемо вважати перетворювачами I рівня. Перетворювачі з двома яркорями будемо вважати перетворювачами II рівня. А перетворювачі з трьома яркорями будемо вважати перетворювачами III рівня (рис.1).

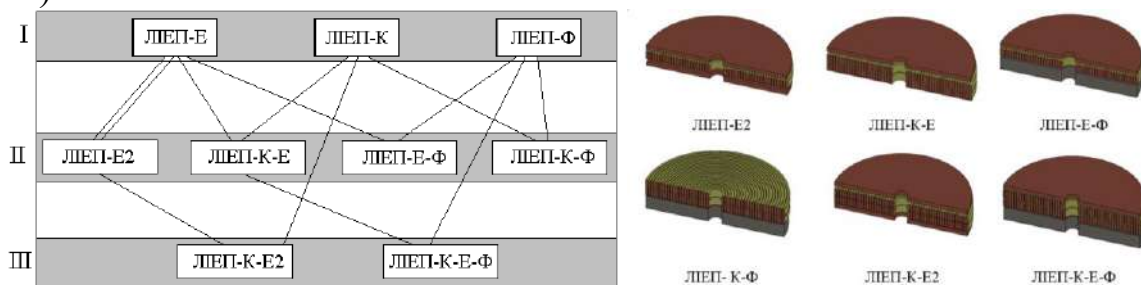


Рисунок 1 – Загальна класифікація ЛЕП мільтияркірних конфігурацій

Розроблено математичну модель ЛЕП мільтияркірних конфігурацій, яка описує взаємопов'язані електромагнітні, теплові та механічні процеси ЛЕП. Встановлено особливості протікання електромагнітних процесів та визначено електричні, магнітні та силові показники ЛЕП мільтияркірних конфігурацій. Показано, що практично всі ЛЕП мільтияркірних конфігурацій мають більш високу ефективність у порівнянні з традиційними ЛЕП з одним яркорем. Найбільш ефективним є ЛЕП з двома електропровідними і одним котушковим яркорями. Останній послідовно з'єднаний з індуктором. Цей перетворювач з різних варіантами стратегії оцінки в 3-5 і більше разів ефективніший, ніж традиційний ЛЕП одним електропровідним яркорем.

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ СКИДАННЯ ОЖЕЛЕДНИХ І СНІГОВИХ ВІДКЛАДЕНЬ З ПРОВОДУ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Болюх В.Ф., Кочерга О.І., Щукін І.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто оригінальну конструкцію електромеханічного пристрою для скидання ожеледних та снігових відкладень з проводу лінії електропередачі.

Пристрій для скидання ожеледних та снігових відкладень з дроту електропередачі містить лівий *1а* і правий *1б* зовнішні корпусу, які виконані однаковими. Ці корпуси витягнуті уздовж напрямку дроту *2*. Корпуси *1а* і *1б* розташовані один навпроти одного під кутом $\alpha=90-120^\circ$. На протилежних краях кожного корпусу встановлені опори *3*, які приєднані до двох підвісних кілець *4*, всередині яких розташований провід *2* (рис.1). У середній частині кожного корпусу на осі *5* розташовані нижня *6* і верхня *7* обмотка індуктора (ОІ), які з'єднані послідовно.

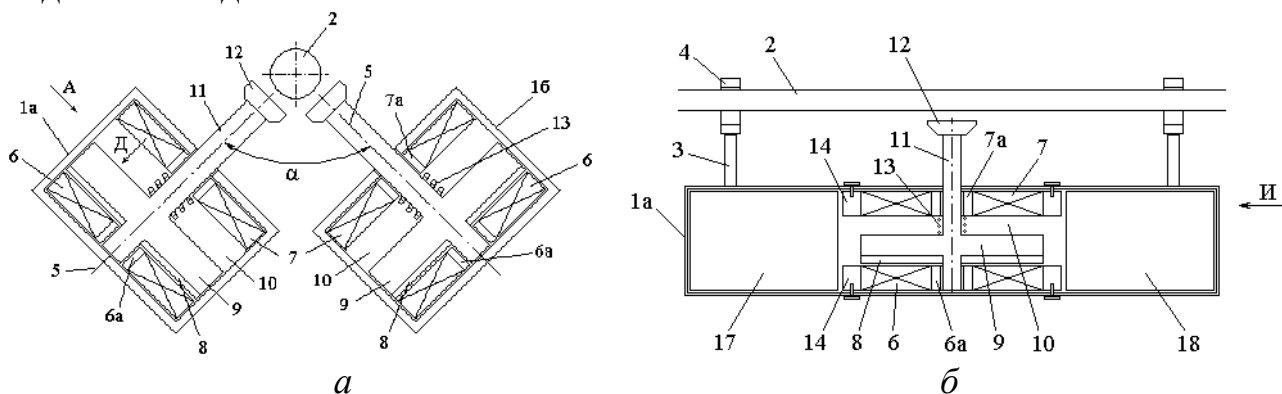


Рисунок 1 – Конструкція пристрою: *а* – вигляд спереду; *б* – вигляд з ліва

При появі ожеледних і снігових відкладень на дроті *2* блок управління *18* запускає пристрій в роботу. Після заряду ємнісного накопичувача енергії електронний комутатор підключає до нього одну пару ОІ *6* і *7*, розташованих в одному, наприклад в лівому *1а* зовнішньому корпусі. При цьому ОІ *6* індукуює вихрові струми в ЕЯ *8*, внаслідок чого між ними виникає електродинамічна сила відштовхування. А магнітне поле ОІ *7* впливає на ФЯ *9*, внаслідок чого між ними виникає електромагнітна сила притягнення. Під дією сумарних електродинамічної і електромагнітної сил відбувається переміщення направляючого стрижня *11* уздовж осі *5* в електроізоляційних втулках *6а* і *7а*.

Таким чином, почергове підключення ОІ лівого *1а* і правого *1б* зовнішніх корпусів створює знакозмінну горизонтально спрямовану силу і відповідні коливання проводу *2*. Це сприяє ефективному скиданню ожеледних і снігових відкладень з дроту *2*.

Пат. України № 120661. МПК H02G 7/16. Пристрій для скидання ожеледних і снігових відкладень з проводу лінії електропередачі / Болюх В.Ф., Кочерга О.І., Лучук В.Ф., Щукін І.С. – Заявка № а201803355. – Заявл. 30.03.2018. – Надрук. 10.01.2020, Бюл. № 1

ГЕНЕРАТОР ІМПУЛЬСІВ СТРУМУ З УЗГОДЖЕННЯМ

Бондаренко О.Ю., Ледєнєв В.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Високовольтні генератори імпульсів струму, за звичай, мають одне навантаження у вигляді масивної котушки (індуктора). Індуктор є змінною частиною генератора. В залежності від конкретної задачі він може мати різні розміри та різну кількість витків. Таким чином, індуктивність навантаження може змінюватися у широких межах. При зниженні індуктивності навантаження падає к.к.д. генератора. Традиційним способом підвищення коефіцієнту використання енергії у цьому випадку є узгодження навантаження за допомогою введення у розрядне коло генератора узгоджувального імпульсного трансформатора [1]. Установлення узгоджувального трансформатора [2] у розрядному колі діючого генератора становить складну конструкторську задачу, що далеко не завжди здійснимо. Крім того, при установленні багатовиткового індуктора з великою індуктивністю узгоджувальний трансформатор необхідно демонтувати. Спрощення конструкції та розширення функціональних можливостей високовольтного генератора імпульсів струму досягається за рахунок того, що у високовольтному генераторі імпульсів струму, що містить декілька розрядних ланцюгів, з'єднаних послідовно у замкнене коло, кожен з яких складається із послідовно з'єднаних ємнісного нагромаджувача енергії, розрядника та шин з перетином довільної форми, пристрій зарядження ємнісних нагромаджувачів через резистори та схему запуску генератора, до шин розрядного кола прилягають шини кола навантаження, що повторюють форму шин розрядного кола, відділені від них ізоляцією і до них приєднано навантаження, причому, шини кола навантаження можуть бути з'єднані між собою послідовно, паралельно або послідовно – паралельно. Високовольтний генератор імпульсів струму [3] дозволяє без змінювання конструкції генератора та застосування додаткових громіздких та складних узгоджувальних пристроїв забезпечувати достатньо високий коефіцієнт використання нагромадженої енергії поза залежністю від індуктивності індуктора навантаження лише за рахунок змінювання схеми з'єднання шин контуру навантаження.

Література:

1. Техника больших импульсных токов и магнитных полей / Под. ред. В.С. Комелькова– М.: Атомиздат. – 1970. – 472 с.
2. Леденёв В.В. Сегментный согласующий трансформатор / Леденёв В.В., Хименко Л.Т. // Электротехника. – 1987. - №5. – С. 6 – 9.
3. Пат. 136336 Україна, МПК Н03К 3/53(2006.01). Високовольтний генератор імпульсів струму / О.Ю. Бондаренко, В.В. Ледєнєв (Україна). – №u2019 02530, Заявл. 15.03.2019; Опубл. 12.08.2019, Бюл. №15. – 4 с

ГЕНЕРАТОР ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ ПРИСТРОЇВ ВИМІРЮВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ СТРУМІВ

Борцов А.В., Ревуцький В.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Для калібрування вимірювачів імпульсних струмів, макетування первинної обмотки потужного імпульсного трансформатора, а також ряду різних фізичних застосувань необхідний регульований генератор імпульсних струмів (ГІТ).

Із цією метою розроблено ГІТ, у якому в якості швидкодіючого ключа використовується тиристорний комутатор. Для запуску цього комутатора розроблена система керування й захисту.

У роботі розглянута структура проектного джерела струму для заряду ємності малоіндуктивного ГІТ з навантаженням у вигляді кільцевого витку; для зменшення індуктивності монтаж розрядного контуру виконаний мідними шинами мінімальної довжини, у якості накопичувачів використані малоіндуктивні металоплівкові конденсатори.

Величина зарядної напруги U_3 ємнісних накопичувачів змінюється в діапазоні 0 – 300 В методом широтно-імпульсного регулювання. Вихідний струм навантаження генератора - до 5 кА. Крім режиму одиночних імпульсів, у схемі передбачений генератор із регулюванням частоти, що дозволяє реалізувати частотний режим роботи.

Контроль вихідного струму передбачається проводити за допомогою імпульсного шунта, вбудованого у зворотний токопровід розрядного контуру, а контроль зарядної напруги накопичувачів – за допомогою дільника напруги.

Для системи контролю й керування передбачений захист від перешкод – з'єднання плат керування виконані витою екранованою парою, а самі плати керування розміщені в металевому екранованому корпусі.

Відмінними рисами розроблювального генератора є стабільність вихідних параметрів, відсутність високовольтної ізоляції й дорогих компонентів.

Недоліком схеми є використання тиристора як силового ключа, пов'язаними зі складністю його керування, й обмеженими частотними параметрами. Надалі в якості силових ключів генератора передбачається використання комутаторів на основі *IGBT* - транзисторів.

Також планується вдосконалити захист від короткого замикання й підвищити вихідну потужність, що дозволить уможливити більш швидке заряджання ємнісного навантаження.

ПРОБЛЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ПОВІТРООБМІНУ БУДІВЛІ ДЛЯ ЦІЛЕЙ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ

Булгаков О. В., Немировський І. А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Згідно з вимогами «Закону про енергоефективність будівель» з 1 липня 2019 року, значна кількість будівель повинна мати сертифікати енергоефективності. Станом на 16 січня 2020 року, по даним Держенергоефективності розроблено та прийнято 1566 сертифікатів. При цьому практично не представлено звітів по обстеженню технічного стану будівель (аудитів). Це свідчить про те, що сертифікація будівель виконується на підставі наявної технічної документації і не відповідає фактичному стану.

Що стосується будівель, які збудовані до 2007 року, то їх, як правило, і без обстеження можна віднести до класу енергоефективності F та G, що стосується будинків за типовими проектами, то на наш погляд їх сертифікація теж повинна бути типовою. Але за законом енергетична сертифікація обов'язково повинна здійснюватися за методиками, що розроблені для цілей проектування, що значно ускладнює розрахунок, і потребує великого об'єму вхідних даних, які для більшості існуючих будівель давно втрачені.

В жовтні 2019 року спеціалістами Асоціації енергоаудиторів України були підготовлені пропозиції [1] щодо вдосконалення базового стандарту за яким розраховується енергопотребити будівлі, серед яких основною, була доповнення стандарту алгоритмом розрахунку повітрообміну для різних типів будівель, так як на даний момент єдиного методу розрахунку цієї величини немає. Як показує практика, енергія що витрачається на нагрів припливного повітря за рахунок вентиляції та інфільтрації займає від 30 до 60 відсотків у загальній енергопотребі будівлі на опалення, і незнання точної величини повітропроникності будівлі вносить значну похибку у розрахунок класу енергетичної ефективності.

Діючими стандартами передбачено декілька методів визначення обсяг повітрообміну будинку: за будівельними нормами, що діяли на момент будівництва; за розрахунком, описаним окремим розділом настанови з розробки енергопаспорту; за результатами випробувань згідно відповідного стандарту, з дотриманням санітарних норм кратності повітрообміну у природних умовах. Якщо розрахувати обсяг повітрообміну різними методами, можна виявити значну розбіжність в результатах – 0,5, 1,2, та 3 відповідно, для однієї і тієї ж будівлі. Кінцева величина енергоспоживання будівлі на опалення в такому разі може відрізнятись у два рази, що звичайно ж ставить під сумнів весь розрахунок, і фактично, лише випробування дозволяють отримати точний результат.

Література:

1. Пропозиції щодо вдосконалення та зауваження по ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [Електронний ресурс] // Сайт Асоціації енергоаудиторів. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://aea.org.ua/2019/10/propozytsii-shchodo-vdoskonalennia-ta-zauvazhennia-po-dstu-b-a-2-2-12-2015/>.

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИМ РЕЛЕ З ВИКОРИСТАННЯМ GSM МОДУЛЯ

Вировець С.В., Макєв С.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

В період розвитку технологій все більш розповсюдженими стають системи дистанційного керування. Самою широкою зоною покриття на даний час є мережі мобільного зв'язку, тому представлений пристрій може використовуватися майже в будь-якому кутку України.

На базі багатофункціонального мікроконтролера STM-32 був побудований пристрій, в декілька разів дешевший за свої ринкові аналоги.

Мікроконтролер керує електромеханічним реле отримуючи команди через GSM модуль. Окрім основних запрограмованих функцій прийому виклику та зворотнього зв'язку, можна налаштувати управління через SMS повідомлення, а також встановити таймер автоматичного відключення, і запрограмувати список базових команд для будь якого цільового призначення.

Також даний пристрій відповідає стандартам захисту IP20, та може бути встановлений на DIN-рейку, що спрощує монтаж і розміщення в електричному щитку (рис. 1).

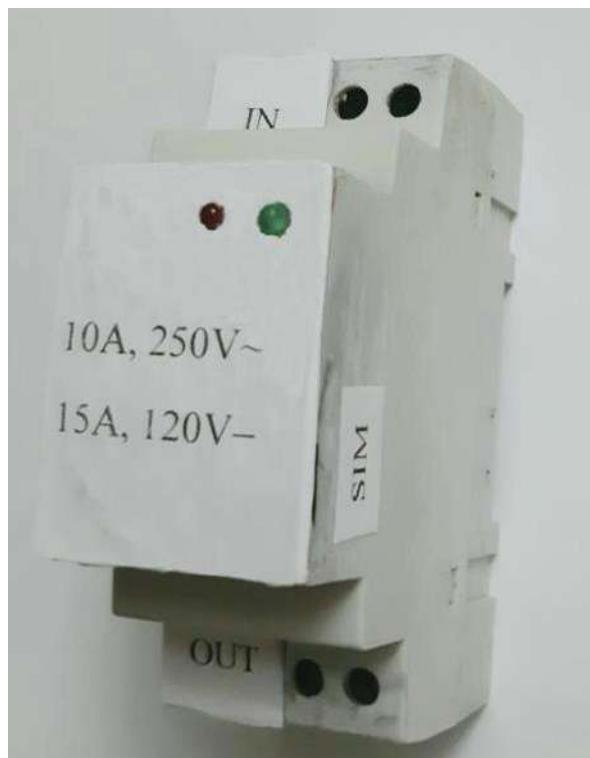


Рисунок 1 Зовнішній вигляд пристрою

ПРОЕКТУВАННЯ МОБІЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Воронцова М.Ю., Олейник А.Є., Котляров В.О., Коліушко Д.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Одним з найважливіших етапів електромагнітної діагностики стану заземлювального пристрою (ЗП) є експериментальне визначення його конструктивного виконання. Методика діагностики [1] добре опрацьована, однак процес визначення розташування горизонтальних заземлювачів вимагає суттєвих витрат фізичних сил і достатньої кваліфікації персоналу, що виконує дослідження. На високовольтних підстанціях є місця, де оператор не зможе виконати пошук заземлювача з умов техніки безпеки (наприклад, при низькому розташуванні ошиновки). Знизити вплив людського фактору на результати діагностики стану ЗП дозволяє автоматизація досліджень за допомогою мобільних роботів [2]. Такий робот здатний в режимах відстеження або сканування ЗП під керуванням оператора чи автоматично провести дослідження, самостійно плануючи траєкторію свого переміщення по території об'єкта. Ці режими роботи та особливості об'єкта дослідження, наприклад розгалуженість ЗП чи глибина залягання горизонтального заземлювача, визначають конструкцію робота та мову його керування. До сих пір не виявлено найбільш ефективних або універсальних проектних рішень. В процесі проектування пропонується застосування мови SysML та семантичних мереж для представлення чисельних взаємовідносин вимог робота та характеристик технічних рішень. Спільне проектування команд керування і конструкції робота для дослідження ЗП (HW / SW Codesign) забезпечує оптимізацію низки його технічних характеристик, наприклад, точність позиціонування, прохідність, тощо. Конструкція робота вимагає окремого аналізу, для проведення якого необхідні форми подання вимог, що забезпечують наочність і можливість автоматизації аналізу комп'ютерними засобами спеціалізованих САПР, за допомогою семантичних мереж.

В результаті дослідження були виявлені чіткі взаємозв'язки між завданнями використання і конструкцією робота-дослідника ЗП, режимами його роботи і мовою керування. Запропоновано використання мови SysML та семантичних мереж для подання та аналізу цих взаємозв'язків.

Література:

1 Випробування та контроль пристроїв заземлення елект-роустановок. Типова інструкція. СОУ 31.2-21677681-19:2009 [Чинний від 29.03.2010]. – К.: Мінпаливенерго України, 2010. – 54 с. – (Національний стандарт України)

2 Колиушко Д.Г., Котляров В.О. О применении мобильных роботов при диагностике заземляющих устройств объектов электроэнергетики // Електротехніка і Електромеханіка. – Харків : НТУ «ХПІ». – 2016. – Випуск 4(2). – С.67-70.

ВИБІР КІЛЬКОСТІ ЗУБЦІВ СТАТОРА/РОТОРА В ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНОМУ ДВИГУНІ РУДНІЧНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА

Галайко Л.П., Вишняк О.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Із наведеного в [1] аналізу застосувань вентильно-індукторних двигунів на транспорті випливає, що значна кількість розробників віддає перевагу конструкції трифазного двигуна з 12 зубцями на статорі та 8 зубцями на роторі (12/8). Однак в роботі [2] застосовується конструкція чотирьохфазного двигуна (8/6). Метою цієї роботи є розробка конструкції двигуна (12/8) в габаритах двигуна, що застосовано в роботі [2], та розрахунок і порівняння характеристик цих двох конструкцій. Результати розрахунків характеристик наведено у таблиці.

Таблиця – Результати розрахунку характеристик конструкцій двигуна

Варіант	Ω , рад/с	M_{ave} , Н·м	P , Вт	I_{max} , А	K_r , в.о.	Δp_{el} , Вт	I , А
8/6	65	212,6	13819	252	1,16	375	125
12/8	64,4	212,4	13678	235	1,28	532	133,2

В таблиці наведено наступні позначення: Ω – кутова швидкість; M_{ave} – середній за період результуючий момент усіх фаз; P – потужність на валу двигуна; I_{max} – максимальний струм фази; K_r – коефіцієнт пульсацій моменту, відношення максимального моменту до середнього; Δp_{el} – електричні втрати потужності в котушках статора; I – ефективне або діюче значення струму в котушках статора.

Для розрахунку були використані: 1) пакет програм для розрахунку магнітного поля методом скінчених елементів *FEMM*; 2) програма на алгоритмічній мові Паскаль для розрахунку сталого режиму роботи вентильно-індукторного двигуна, що описана в роботі [3].

Аналіз результатів, наведених у таблиці, дозволяє зробити висновок, що варіант двигуна (8/6) більш привабливий, тому що має менші втрати потужності та менше значення пульсацій моменту. Варіант (12/8) має перевагу у тому, що має меншу вартість напівпровідникового перетворювача. В наш час, коли основним при розробці електрообладнання є проблема енергозбереження, очевидно треба віддати перевагу чотирьохфазному двигуну.

Література:

1. Галайко Л.П., Вишняк А.А., Корсаков В.Р. Применение вентильно-индукторных двигателей на транспорте. Тези доповідей XXV11 міжнародної науково-практичної конференції. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. ч.11. Харків, 16-18 травня 2019р, стор.66.
2. Галайко Л.П. Выбор управляющих параметров для регулирования режимов работы вентильно-индукторных машин. // Вісник Нац. Техн. ун-ту «ХПІ»: зб. наук. пр. Сер. : Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2018. – №32 – С. 51–54.
3. Галайко Л.П. Математическая модель вентильно-индукторного двигателя с учетом магнитных потерь. Вестник НТУ «ХПИ», 9'2003. №3. Харьков.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ З МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Гончаров Є.В., Поляков І.В., Марков В.С., Крюкова Н.В., Бойков Д.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Розвиток комп'ютерних технологій та можливостей Інтернет, поява досягнень в області інформаційних та мережевих технологій, інформаційно-керуючих систем на базі мікропроцесорної та силової електроніки стали передумовою розвитку концепції “розумної ефективності” – “Smart Grid”.

Основою електроенергетики нашої країни є об'єднана енергетична система України. Наприклад, загальна встановлена потужність електрогенеруючих станцій України за останні роки складала біля 60 ГВт, з яких 51% припадало на теплові електростанції, 25,7% – на атомні електростанції, 10,2% – на гідроелектростанції і гідроакумуючі електростанції, 13,1% – на теплоелектроцентралі, блок-станції й інші об'єкти.

Сучасний стан в області інформаційних технологій характеризується значним розвитком інформаційних апаратних і програмних засобів, накопиченням в базі знань людства величезних обсягів інформації різного типу. Особисте місце в галузі інформаційних технологій займають геоінформаційні системи, мережі і системи, які передбачають високорівневу обробку інформації, її передачу, а також інтелектуальне управління конкретно визначеними ресурсами.

В інформаційно-енергетичній області України сучасні розробки можна розділити на два основних класи:

а) каналні рішення – які передбачають використання окремих складових для спільної передачі інформації та енергії (наприклад, використання об'єднаного варіанту каналів передачі у високовольтних лініях електропередачі). У них передбачена лише спільна інформаційно-енергетична передача без управління та перерозподілу енергетичних ресурсів і не передбачено функцій інтелектуального управління;

б) мережеві рішення – в яких окрім функцій передачі передбачено інтелектуальне керування і перерозподіл як інформаційних так і енергетичних потоків, що власне і є геоінформаційно-енергетичними мережами і системами.

Обидва стандарти передбачають суттєву економію по створенню інформаційних мереж за рахунок відсутності потреби створення фізичного середовища передачі інформації. Основними обмежувачими показниками по впровадженню цих стандартів стали швидкість і дальність передачі інформації.

Таким чином, аналіз сучасного стану електроенергетичної галузі України вказує на подальшу необхідність її модернізації та вдосконалення. Запропоновані та використані раніше підходи та методи побудови електричних мереж не завжди задовольняють сучасні вимоги, тому велика увага має приділятися розвитку та вдосконаленню існуючої енергетичної системи України згідно з концепцією “інтелектуальних” електричних мереж “Smart Grid”.

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ З ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ТА ЗАСОБІВ БОРОТЬБИ З ПЕРЕНАПРУГОЮ У ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Гречко О.М., Зеленський В.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Вступ. Проблема безпечного використання електричної енергії побутовими споживачами є актуальною, оскільки вона пов'язана як із захистом людини від шкідливого і небезпечного впливу електричного напруги і струму, так й із захистом електрообладнання побутових споживачів від неприпустимих відхилень напруги в мережі живлення, які, в залежності від їх рівня, можуть привести до скорочення термінів роботи електроприладів, виходу їх з ладу, а також, іноді, до можливого їх займання. Тому навчання студентів з засобами боротьби з перерахованими проблемами є актуальним завданням.

Мета. Розробка та виготовлення лабораторного стенду для дослідження причин виникнення перенапруги у побутовій мережі та засобів боротьби з нею.

Основна частина. Для захисту побутових однофазних споживачів електричної енергії від неприпустимих відхилень напруги в мережі живлення на електротехнічному ринку України пропонується досить широкий спектр реле напруги, серед яких можна виділити реле напруги Zubr та Adecs, які і були використані при виготовленні стенду (рис. 1). Завдяки цьому стенду можна досліджувати варіанти апаратного захисту, боротьби і попередження аварійних ситуацій у побутовій електричній мережі 220 В. Також стенд дає можливість студентам наочно розглянути процеси, що відбуваються в електричній мережі після обриву нейтрального N провідника, чому відбувається перекид фаз, для чого саме необхідно заземлювати електропобутову техніку і які потрібно вживати заходи задля безпечної експлуатації електричної мережею.

Висновок. Розроблений на кафедрі «Електричні апарати» НТУ «ХПІ» лабораторний стенд із дослідження причин виникнення перенапруги та засобів боротьби з нею у побутовій мережі дозволяє підвищити фахову компетентність студентів, що вивчають відповідні навчальні дисципліни.

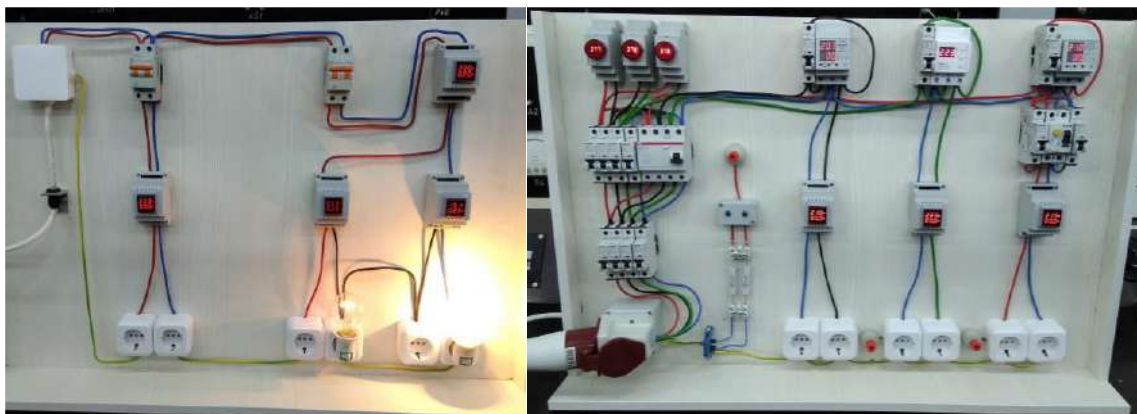


Рис. 1. Розроблений лабораторний стенд

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИПРОБУВАНЬ І ДОСЛІДЖЕНЬ МІКРОХВИЛЬОВИХ ПЕЧЕЙ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА STM32

Гришук Ю.С., Лещенко В.М., Сідак В.О.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Автоматизація досліджень і випробувань мікрохвильових печей (МХП) та покращення їх техніко-економічних характеристик є актуальним завданням.

Метою роботи є розробка структурної схеми мікроконтролерного стенду та алгоритму роботи для автоматизації випробувань і досліджень МХП.

В роботі запропонована структурна схема стенда на базі ARM мікроконтролера (МК) і алгоритм роботи стенда, що в автоматичному режимі забезпечить збір даних з подальшим збереженням, обробкою та дослідженням.

Огляд і аналіз конструкцій, технічних вимог до МХП та дослідних мікроконтролерних стендів [1,2] показує, що автоматизацію випробувань і досліджень МХП доцільно здійснити шляхом розробки автоматизованої системи керування на базі сучасного 32-х розрядного МК STM32F102C4T6A.

Основні характеристики даного МК наведені в [2] і включають в себе: ядро ARM 32-бітне Cortex-M3 з частотою тактування до 24 МГц; флеш-пам'ять до 512 кБ; RAM до 32 кБ; напруга живлення: 2–3,6 В; аналоговий комутатор; 12-бітні АЦП і ЦАП; модулі налагодження SWD/JTAG; 6 інтерфейсів обміну даними, в тому числі USB; температурний датчик; таймери та ін.

Структурна схема для автоматизованого дослідження МХП включає наступні елементи: мікрохвильову піч з елементами приготування їжі (магнетрон, гриль, конвектор); вісім датчиків контрольованих параметрів – двійкові датчики типу так/ні, ДД1–ДД4 і аналогові датчики контрольованих параметрів, ДА1–ДА4, які є первинними перетворювачами ваги, температури, пару і вологості в напругу; СУ – схеми узгодження, які погоджують вихідну напругу датчиків з необхідним вхідним сигналом АЦП і забезпечують низький вихідний опір; К1–К3 – компаратори; R1–R3 – потенціометри; СО1–СО3 – схеми об'єднання по «АБО»; нормуючі підсилювачі П1–П4, які забезпечують необхідну напругу для роботи виконавчих органів ВО1–ВО3; мікроконтролер, характеристики і вбудовані елементи якого наведені вище.

Через інтерфейси обміну даними схема пов'язана з ПЕОМ, яка може за розробленим алгоритмом змінювати режими випробувань або досліджень, а також приймати, запам'ятовувати, обробляти і документувати результати.

Література:

1. Мікроконтролери: архітектура, програмування та застосування в електромеханіці: навчальний посібник / Ю. С. Гришук. – Харків: НТУ «ХПИ», 2019. – 384 с. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/42222>.

Усовершенствованные 32-разрядные микроконтроллеры на базе Arm. Справочные руководства. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/STM32F102C4T6A.pdf>

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИПРОБУВАНЬ І ДОСЛІДЖЕНЬ КОНТАКТОРІВ

Гришук Ю.С., Антонію Д. Г. Ж.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м.Харків*

Автоматизація досліджень і випробувань контакторів та покращення їх техніко-економічних характеристик є одним із актуальних завдань.

Метою роботи є розробка структурної схеми та алгоритму роботи мікроконтролерного стенду для автоматизації випробувань і досліджень контакторів середніх напруг.

В роботі запропонована структурна схема стенда на базі ARM мікроконтролера (МК) і алгоритм роботи стенда, що в автоматичному режимі забезпечить збір даних з подальшим збереженням та обробкою.

Огляд і аналіз конструкцій і технічних вимог до контакторів та дослідних мікроконтролерних стендів [1-2] показує, що автоматизацію випробувань і досліджень контакторів доцільно здійснити шляхом розробки автоматизованої системи керування на базі сучасного 32-х розрядного МК STM32F102C4T6A.

Основні характеристики даного МК наведені в [3] і включають в себе: ядро ARM 32-бітне Cortex-M3 з частотою тактування до 24 МГц; флеш-пам'ять до 512кБ; RAM (ОЗП) до 32кБ; напруга живлення: 2–3,6 В; аналоговий комутатор; 12-бітні АЦП і ЦАП; модулі налагодження SWD / JTAG; шість інтерфейсів обміну даними, в том числі USB; таймери; температурний датчик.

Структурна схема для автоматизованого дослідження контакторів включає наступні елементи: контактор середніх напруг; вісім датчиків контрольованих параметрів: двійкові датчики типу так/ні, ДД1–ДД3 (контакти включення/відключення головного кола і контакти керування пусковою і утримуючою обмотками); аналогові датчики контрольованих параметрів, ДА1–ДА6, які є первинними перетворювачами струму і напруги, в головному колі та в пусковій і утримуючій обмотках, в напругу; нормуючі підсилювачі П1–П6, які погоджують вихідну напругу датчиків з необхідним вхідним сигналом АЦП і забезпечують низький вихідний опір; мікроконтролер СУ – схеми узгодження; К1–К3 – компаратори; R1–R3 – потенціометри; СО1–СО3 – схеми об'єднання; ВО1–ВО3 – виконавчі органи. Через інтерфейси обміну даними схема пов'язана з ПЕОМ, яка може за розробленим алгоритмом змінювати режими випробувань або досліджень, а також приймати, запам'ятовувати, обробляти і документувати результати досліджень контакторів середніх напруг.

Література:

1. Клименко Б.В. К49 Электричні апарати. Загальний курс : навчальний посібник (видання друге, допрацьоване та доповнене). – Харків: Вид-во <<Точка>>, 2013.–400с.
2. Мікроконтролери: архітектура, програмування та застосування в електромеханіці: навчальний посібник / Ю. С. Гришук. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 384 с. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/42222>
3. Усовершенствованные 32-разрядные микроконтроллеры на базе Arm. Справочное руководство. [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/STM32F102C4T6A.pdf>

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Замаруєв В.В, Литвиненко В.Д.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Україна за кліматичними умовами належить до регіонів із середньою інтенсивністю сонячної радіації. Кількість сонячної енергії, що припадає на одиницю площі земної поверхні впродовж року, становить близько 1000-1350 кВт*год/м² (рис 1). В Україні переважають дні з ясною сонячною погодою – у середньому на рік їх 230-235. Фотоелектричних системи (ФЕС) можуть достатньо ефективно експлуатуватися протягом всього року, але максимально ефективно – протягом 7 місяців на рік (з квітня по жовтень). У Харківській області майже всі зимові місяці року переважає хмарність або похмурість, але з травня по вересень вже переважають сонячні дні (рис 2), тому в ці місяці року робота сонячних панелей (СП) буде ефективною.

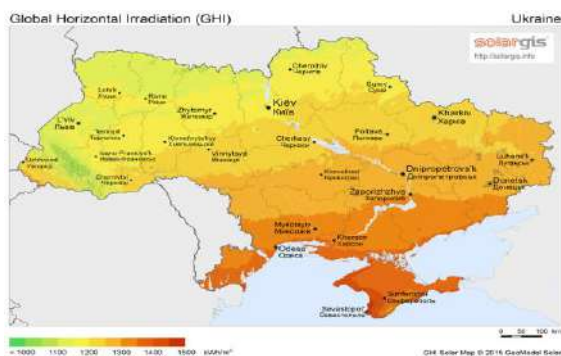


Рисунок 1 – Карта розподілу сонячної енергії в Україні



Рисунок 2 – Графік сонячної активності Харківської області

Середня потужність сонячного випромінювання у зимові та літні місяці відрізняється більш ніж у десять разів. Для автономних ФЕС встановлена потужність СП залежить від споживаної потужності навантаження та ємності буферної акумуляторної батареї (АБ). Наприклад, при середньодобовому споживанню енергії 2,4 кВт*год (100 Вт протягом 24-х годин) та буферній АБ напругою 24 В та ємністю 475 А*год, що забезпечує автономне споживання енергії на протязі чотирьох діб, встановлена потужність СП дорівнює 2300 Вт-пік (у 23 рази більше потужності навантаження). При цьому, вірогідність залишитись без постачання енергії у зимові місяці дорівнює 4%. Збільшення ємності АБ несуттєво впливає на встановлену потужність СП, однак її зменшення (автономність зменшена до 12 год) подвоює встановлену потужність СП. Величина потужності СП залежить, також, від графіку споживання енергій протягом доби. У наведеному прикладі передбачається 100% використання ємності АБ, що суттєво зменшує час її роботи.

Перетворення сонячної енергії в електричну в умовах України слід орієнтувати в першу чергу на використання ФЕС з подальшою передачею виробленої електроенергії до комунальних мереж змінного струму. Такий підхід дозволяє більш ефективно використовувати СП.

**ДО 90 - РІЧЧЯ КАФЕДРИ
«АВТОМАТИЗОВАНІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ»**

Клепиков В.Б.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Кафедра заснована в 1930 році одночасно з виділенням із ХПІ Харківського електротехнічного інституту (ХЕТІ). Кафедра створена за ініціативою професора П.П. Копняєва, засновника української електротехнічної школи. Викладачі і випускники кафедри зіграли велику роль в електрифікації та індустріалізації країни, вирішуючи завдання проектування, виготовлення, налагодження електроустаткування та систем автоматизації прокатних і доменних цехів Запорізького, Криворізького, Харківського турбінного заводів і багатьох інших важливих об'єктів перших п'ятирічок. До 1940 року кафедра була єдиною в Україні з підготовки інженерів-електроприводчиків.

У роки війни евакуйовані співробітники і випускники здійснили значний вплив на формування в Челябінську, Свердловську, Уфі, Кемерово, Прокоп'євські та Чебоксарах електротехнічних центрів і на створення у 1942 році в Москві тресту, який у подальшому став ведучим інститутом «ВНІ електропривод». У післявоєнні роки кафедра внесла великий вклад в підготовку гостродефіцитних фахівців з електрифікації промислових підприємств, приймаючи на перший курс до 200 студентів.

К досягненням кафедри останніх 60-ти років відносяться: формування групи викладачів під керівництвом О.О. Маєвського і В.Т. Долбні, яка займається питаннями перетворювальної техніки, що привело до відкриття в 1963 році кафедри промислової електроніки; захист 5-ти докторських і 51-й кандидатської дисертацій; створення нового наукового напрямку «Динаміка електромеханічних систем з нелінійним тертям», по якому захищено 21 кандидатська дисертація та використані теоретичні положення у 4-х докторських; ініціатива застосування методів нейронних мереж і генетичних алгоритмів для керування ЕМС та перші в СНД роботи з даного напрямку; розвиток топологічних методів аналізу та синтезу систем; новий метод мінімаксної оптимізації багаторазово інтегруючих систем; впровадження результатів наукових розробок на 17 підприємствах України; участь у 2-х Європроектах «TEMPUS» та оснащення навчального процесу сучасним обладнанням на суму 50 тис.€; створення першого в Україні електропривода електромобіля з суперконденсаторною батареєю; дослідження ролі модернізації електроприводів у збереженні енергетичних ресурсів і одержання в 2015 році Державної премії України в галузі науки і техніки; створення встановленого в електрокорпусі у 2011 році пам'ятного бюста професора Копняєва П.П.; підготовка для країни більш 6000 фахівців з вищою освітою.

Особлива заслуга кафедри - організація та проведення 25-ти міжнародних конференцій «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика», 62 учасника яких захистили докторські та більш 160 – кандидатські дисертації.

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ ТОПКИХ ЗАПОБІЖНИКІВ

Клименко Б.В., Литвиненко В.В., Лелюк М.А., Левченко Є.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Робота виконана на кафедрі «Електричні апарати» в рамках програми переобладнання навчальної лабораторії. У роботі досліджується низьковольтний топкий запобіжник побутового призначення класу gG/gL, який може обслуговуватися некваліфікованими особами, тому що небезпечні струмопровідні частини запобіжника у робочому стані закриті ізоляційними деталями (ІЕС 60269-1). Основним призначенням запобіжника є захист мереж від перевантажень та коротких замикань. В ході виконання роботи було розроблено схему лабораторної установки для дослідження топких запобіжників та виготовлено мобільний лабораторний стенд.

Роботу впроваджено у навчальний процес кафедри «Електричні апарати» як складову лабораторного практикуму з відповідної навчальної дисципліни. Основною захисною характеристикою запобіжника є часо-струмова характеристика. В ході виконання лабораторної роботи студенти отримуватимуть перехідні характеристики напруги, струму через топкий елемент запобіжника та визначатимуть час спрацьовування за осцилограмами, отриманими за допомогою сучасного цифрового осцилографа при різних значеннях струму.

Досліджуваний запобіжник та схема лабораторної установки представлені на рис. 1. На схемі окремо показано стаціонарний стіл з брейкером Q1, лабораторним автотрансформатором T1 та всіма необхідними роз'ємами для підключення мобільного лабораторного стенду та мобільний стенд з досліджуваним запобіжником QF. Сигнал для вимірювання струму подається з шунта RS. Сигнал для вимірювання напруги подається з подільника напруги, утвореного резисторами R1-R2.

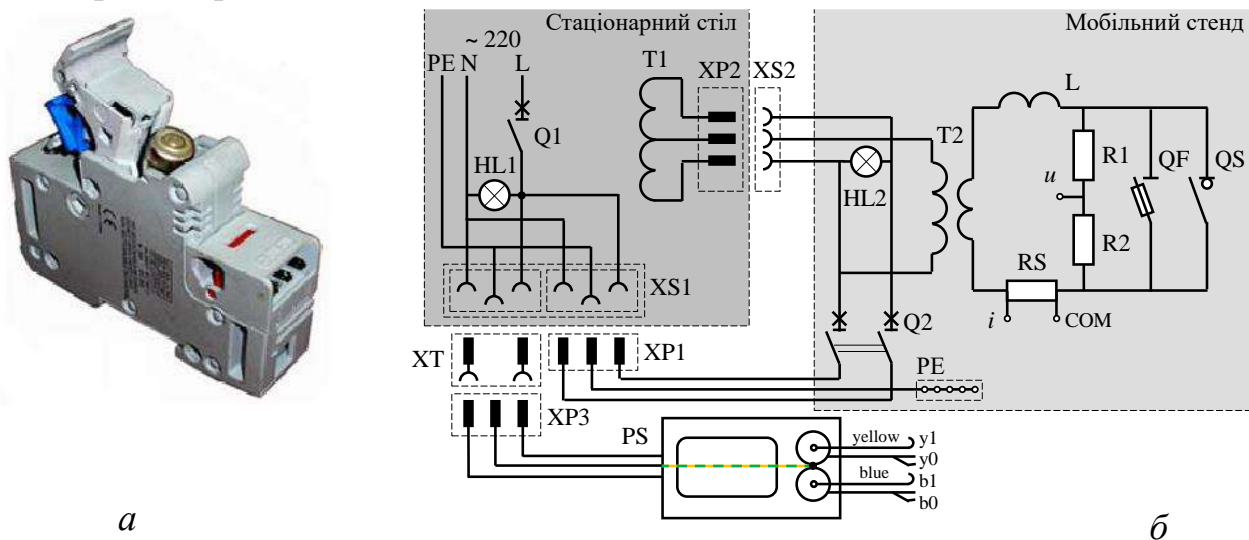


Рис. 1. Досліджуваний запобіжник (а) та схема лабораторної установки (б)

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ І ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ГОЛОВНОГО РУХУ УНІВЕРСАЛЬНОГО ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 6Н81

Коваленко В.В., Кунченко Т.Ю.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний університет», м. Харків

Система транзисторний перетворювач – двигун постійного струму незалежного збудження (ТрП – ДПС НЗ) відрізняється досить високою швидкістю перетворювача. Стала часу ТрП при напівпровідниковому широтно-імпульсному модуляторі не перевищує 0,005с. Відповідно можливості створення швидкодіючих електроприводів при переході до системи ТрП – ДПС НЗ суттєво розширюються. Такі системи досить прості в керуванні. Транзисторний перетворювач у порівнянні з тиристорним має перевагу, пов'язану з відсутністю режиму переривчастих струмів, який знижує якість регулювання швидкості.

Система тиристорний перетворювач – ДПС (ТП – ДПС НЗ) у порівнянні із ТрП – ДПС НЗ має менше число ступенів перетворення енергії, можливість рекуперації енергії в мережу і, як наслідок, більший к.к.д. Зазвичай система ТП – ДПС застосовується для приводів більшої потужності, ніж ТрП – ДПС. Однак системи ТП і ТрП мають загальний недолік, пов'язаний із ДПС – це його висока ціна та необхідність проведення профілактичних робіт на щітково-колекторному вузлі.

Найбільш простим, дешевим і надійним є асинхронний короткозамкнений двигун, його використання в регульованому електроприводі становить інтерес. Можливості регулювання, аналогічні можливостям зміни напруги на якорі двигуна постійного струму з незалежним збудженням, в асинхронному електроприводі забезпечуються шляхом зміни частоти напруги та струму статорної обмотки. Найбільш близькою до ТП – ДПС НЗ за масогабаритними показниками є система перетворювач частоти – асинхронний двигун (ПЧ – АД), а система з перетворювачами, що містять ступень постійного струму, поступається за цими показниками ТП – Д. Вдосконалення ПЧ скорочує це розходження.

Коефіцієнт корисної дії системи ПЧ – АД нижчий, ніж у ТП – Д, якщо є ланка постійного струму, бо перетворення напруги та струму здійснюється двічі. Коефіцієнт потужності в цій системі близький до значення коефіцієнта потужності в системі ТП – Д. Використання режимів рекуперації енергії суттєво знижує споживання енергії, це необхідно враховувати при порівнянні варіантів.

Таким чином для привода головного руху верстатів підходять ЕП як постійного, так і змінного струму. Зважаючи на вартість сучасних ПЧ, яку можна порівняти з вартістю ТП та недоліки, притаманні ДПС, можна зробити висновок, що для привода головного руху універсального фрезерного верстата моделі 6Н81 найбільш раціональною системою електропривода буде – ПЧ – АД.

Література:

1. Сандлер А.С. Электропривод и автоматизация металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 2002.
2. Казачковський М.М. Керовані випрямлячі: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НГА України, 1999. – 228 с.

РЕГУЛЮВАННЯ ЧАСТОТИ ТА ПОТУЖНОСТІ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ ЗІ СТОХАСТИЧНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ

Колбаса О.В., Червоненко І.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В роботі розглянуті питання забезпечення стійкості енергосистеми. Стійкість є необхідною складовою існування електроенергетичної системи. Надійність енергосистеми – це здатність забезпечувати стійкість при флуктуаціях і глибоких змінах режиму як зі сторони споживача так і зі сторони генерації. Стійкість характеризується показниками запасу: резервом потужності на завантаження та розвантаження, конфігурацією мережі, пропускною здатністю ліній та обладнання.

Зниження можливої невизначеності, хаотичності роботи системи в умовах параметричних і режимних збурень означає підвищення її організованості. Тому принцип організованості системного підходу означає, що при невизначеності умов функціонування управління складною системою повинно здійснюватися таким чином, щоб одночасно забезпечити максимум запасу стійкості енергосистеми і мінімум неузгодженості її поведінки.

Стохастичну генерацію можна охарактеризувати наявністю деякої середньої потужності $P_{г.ср}$ та змінної складової потужності $P_{г.Δ}$ як функції часу. Середня потужність може вважатися передбачуваною на короткотривалому періоді часу та контрольованою. Отже за для забезпечення стійкості енергосистеми мають бути накладені обмеження на допустимий перетік потужності. Так згідно з [1] коефіцієнт запасу стійкості з активної потужності в контрольованому перетині визначається:

$$K_p = (P_{гр} - P - \Delta P) / P_{гр}$$

де $P_{гр}$ – гранично допустима потужність, яка передається через перетин, P – поточний перетік потужності, ΔP – амплітуда нерегулярних коливань активної потужності.

Тому $P_{г.Δ}$ спричиняє вплив на амплітуду нерегулярних коливань активної потужності ΔP . За для забезпечення стійкості існує первинне, вторинне та третинне регулювання частоти та потужності. При цьому постає питання в достатності та спроможності оперативного резерву, який може бути залучений за для забезпечення стійкості енергосистеми зі стохастичною генерацією.

Література:

1. СОУ-Н МЕН «Стійкість енергосистеми. Керівні вказівки»

ЧИСЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОЧАТКОВОГО ТИСКУ НА ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ІСКРОВИЙ РОЗРЯД В АЗОТІ

**Коритченко К.В., Варшамова І.С.,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків**

Іскровий розряд широко застосовується в різноманітних технологіях при різних умовах початкового розряду. Вплив початкового тиску на напругу пробою при іскровому розряді добре вивчено. Наприклад, закон Пашена дає залежність напруги пробою від початкового тиску та довжини зазору при коротких іскрових розрядах. З'ясовано, що зростання початкового тиску викликає збільшення енергії, що виділяється в іскровий канал. Але існує проблема у виявленні функції залежності від іскрової енергії, що вводиться в канал розряду та початкового тиску газу через низьку точність вимірювання. Точність вимірювання енергії, що виділяється в іскровому каналі, є важливим фактором для оцінки мінімальної енергії запалювання. Відомо, що підвищення тиску газу призводить до зниження мінімальної енергії запалювання через зростання щільності горючих газів. Але підвищення тиску також призводить до підвищення ефективності іскри. Таким чином, під час дослідження мінімальної енергії запалювання за допомогою іскрового розряду необхідно розділити впливи цих процесів. Додатковим складним завданням є оцінка витрат енергії, спричинених перепадами напруги анода та катода, для вилучення енергії, що надходить у канал іскрового розряду із загальної енергії, що розсіюється іскрою. Дослідження не включають часто процес поблизу електродів, що призводить до приблизної оцінки мінімальної енергії запалювання. Еволюція іскрового каналу, що відбувається після розряду, в основному залежить від струму. Таким чином, моделювання еволюції іскрового каналу за рахунок впливу струму розряду дозволяє уникнути впливу процесів поблизу електродів на розрахунок енергії іскри.

У роботі було проведено моделювання розвитку іскрового каналу при різних початкових тисках для оцінки впливу початкового тиску на виділення енергії в газі під час розширення іскри та виявлення коефіцієнту кореляції між тиском та ростом внесеної енергії. Для створення чисельної моделі розширення іскрового каналу для моделювання процесу розряду в газі при різних початкових тисках, коли відомо тільки параметри електричного кола (R , L , C) і довжину розрядного проміжку було підсумовано і спрощено результати попередніх досліджень. Чисельна модель була раніше підтверджена в декількох роботах, де застосовувалися різні параметри повної енергії, газу і контуру.

В результаті моделювання розвитку іскрового каналу при різних початкових тисках була проведена оцінка впливу початкового тиску на виділення енергії в газі під час розширення іскри. Було встановлено, що коливання енергії, що виділяється, при різних початкових тисках викликається зміною в опорі іскри. Початковий ріст тиску призводить до зростання енергії, що виділяється, та ефективності. Але коефіцієнт приросту енергії нижчий від коефіцієнта росту тиску.

SIMULATION OF DAILY PROSUMER LOAD PROFILES

Kulapin O.V., Makhotilo K.V.

National Technical University

«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Nowadays, power systems around the world are being transformed by integrating renewable energy sources and new types of energy consumers. Prosumer are becoming a central figure in grid through the fusion of production and consumption. These processes tend to increase the discrepancies between the energy demand and supply in the household sector and might become a threat to the power system stability. To overcome these problems, it is necessary to create automatic control systems for the prosumer's energy equipment [1], which in turn requires models of their energy generation and consumption. This report is dedicated to the problem of simulation of prosumer load profiles.

There are two main approaches to simulation of the household consumers load profiles – “top-down” and “bottom-up”. The “top-down” approach considers the household sector as a single energy consumer and does not take into account individual end-users. It uses aggregate historical power data of region and regresses individual household energy consumption depending on top-level variables such as macroeconomic indicators, energy price, and overall climate. The “bottom-up” approach extrapolates the estimated energy consumption of a representative set of individual households to regional and national levels. It consists of two different methods: the statistical method and the engineering one. Bottom-up statistical models describe basic devices usage and take into account a consumer behavior, leading to a deviation from typical energy consumption. Bottom-up engineering models estimate the device consumption based on their technical characteristics trying to cope the wide variety of energy devices in households.

Earlier in [1], a top-down model was used to simulate the operation modes of prosumer integrated into a smart grid. In this study, this model was changed to bottom-up models described in [2] and [3] and available as load profile generating applications. Model [2] is based on detailed behavioral models of the residential electricity consumers, while model [3] is more focused on the HVAC systems consumption. A comparison of the prosumer's energy equipment operating modes showed an increased amount of battery charge/discharge switching, a shift in peak load moments, and a change of energy sale periods. This indicates a significant impact of the load model accuracy on the resulting control and working modes of prosumer power equipment.

A comparison of the models [2] and [3] and corresponding load profile generating applications showed that the model [2] makes it easier to take into account the local consumers and prosumers features, e.g. in Ukraine. In general, the use of bottom-up engineering models allows researching of the Smart grid control system at the initial stages of implementation while lacking detailed statistical information.

Reference:

1. *Kulapin O. V., Modeling smart grid of prosumers with photovoltaic systems / O. V. Kulapin, K. V. Makhotilo // Вісник Національного технічного університету «ХПІ», № 14 (1339), 2019. – С. 61-66.*
2. *Pflugradt N. Synthesizing residential load profiles using behavior simulation / N. Pflugradt, U. Muntwyler // Energy Procedia. 2017. P. 655–660.*
3. *Hoogsteen G. Generation of flexible domestic load profiles to evaluate Demand Side Management approaches / G. Hoogsteen, A. Molderink, J. L. Hurink, G. J. M. Smit // Proc. IEEE International Energy Conference 2016, Leuven, 2016, P. 1–6.*

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОПРИВОДА МАГІСТРАЛЬНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА ДСЗ

Кутовий Ю. М., Кириленко Я.О., Беляєв О.С.

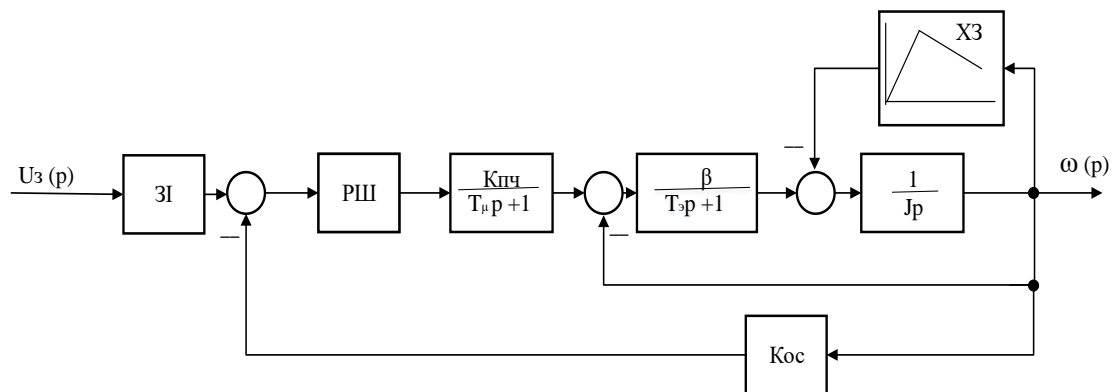
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Електровоз ДСЗ один з найбільш сучасних магістральних електровозів з частотно-регульованим електроприводом і мікропроцесорним управлінням, який використовується на залізницях України.

З метою вивчення його характеристик в динамічних режимах роботи складена математична модель при наступних припущеннях [1]:

- зв'язки в механічній передачі жорсткі;
- втрати в тяговому трансформаторі не враховуються;
- двигун і перетворювач частоти представлені аперіодичними ланками;
- характеристика зчеплення містить висхідний і падаючу ділянку;
- регулятор швидкості налаштований на модальний оптимум;
- задатчик інтенсивності забезпечує лінійний закон зміни керуючого напруги;

З урахуванням зазначених припущень структурна схема ЕП має вигляд, представлений на малюнку 1.



Малюнок 1 - структурна схема електроприводу електровоза ДСЗ

На цій схемі ЗІ - задатчик інтенсивності, РШ - регулятор швидкості, ХЗ - характеристика зчеплення,

При виконанні розрахунків використовувалися технічні характеристики асинхронного двигуна АД914У1. З отриманих розрахунків слід, що максимальне значення моменту двигуна не перевищує значення критичного моменту - $M_k = 35200 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Прискорення при розгоні не більше $0,3 \text{ м/с}^2$, в той час як максимально допустимий на залізницях має величину $0,7 \text{ м/с}^2$. Час розгону вантажного складу до курсової швидкості знаходиться в межах $2 \div 3$ хвилини, що відповідає прийнятим нормативам на залізничному транспорті.

Література:

1. Исследование пусковых режимов частотно-регулируемого электропривода магистрального электровоза ДСЗ / Ю. Н. Кутовой [и др.] // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ РЕЙКОВИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ З ЕЛЕКТРИЧНИМ ПРИВОДОМ

Кутовий Ю. М., Кириленко Я.О., Сапаров Я.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

До рейкових транспортних засобів (РТЗ) можна віднести залізнодорожний транспорт, внутрішньозаводський транспорт, міський транспорт, транспорт шахт, рудників, кар'єрів і інші види транспорту. РТЗ забезпечують основний потік вантажопасажирських перевезень країни і від його ефективної роботи залежить більшість економічних показників, а також безпека перевезень.

Аналіз статистичних даних нещасних випадків (зіткнень поїздів, сходів з рейок і т.д.) показує, що основним вразливим фактором є стан залізничного полотна і людський фактор. [1]

З метою підвищення енергоефективності роботи і безпеки руху, міжнародні науково-технічні організації впроваджують сучасні системи управління РТС на базі нових технологій і алгоритмів. Стандарт 62290-1 Міжнародної електромеханічної комісії визначає чотири ступені автоматизації. Системи автоматизації РТЗ України відповідають GOA1 і GOA2,

де GOA - grade of automation.

З метою підвищення продуктивності, безпеки, і енергоефективність в даний час необхідний перехід до систем зі ступенем автоматизації GOA3. Це можливо за рахунок застосування доповненої реальності, що забезпечує більшу ситуаційну обізнаність під час операцій на маршруті, що реалізується в якості проекції на лобове скло машиніста. Наступною перспективною технологією є комп'ютерний зір, за рахунок застосування алгоритмів якого можна реалізувати обчислення лінійної швидкості і швидкості ковзання, виявлення на полотні сторонніх об'єктів, розпізнавання знаків руху.

Крім того, в даний час на залізницях України, в окремих випадках застосовуються пристрої автоматичного гальмування з рекуперацією енергії в мережу, пристрої реалізації максимальної сили тяги за умовою зчеплення, пристрої автопілоту, які істотно підвищують техніко-економічні показники перевезень.

Література:

1. Матеріали сайту <https://safetydata.fra.dot.gov/OfficeofSafety/default.aspx>
2. IEC 62290-1:2014, Railway applications – Urban guided transport management and command/control systems – Part 1: System principles and fundamental concepts, MOD)

ІНДУКЦІЙНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ МАГНІТНИХ ПОЛІВ

Ледєньов В.В., Лютенко Л.А., Марценюк В.Є.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Найбільш поширеним методом вимірювання напруженості імпульсних магнітних полів є індукційний метод, який відрізняється простотою реалізації, забезпечує необхідну точність вимірювань і має широкий амплітудно-частотний діапазон. Вимірювальним перетворювачем є котушка (частіше одношарова), яку прийнято називати індукційним перетворювачем (ІП). При розміщенні ІП в вимірюване поле з напруженістю $H(t)$ в ньому наводиться е.р.с.: $e(t) = \mu_0 n S dH(t)/dt$, де n – число витків котушки; S – площа витка.



Рисунок 1 – Індукційний перетворювач для вимірювання імпульсного магнітного поля

Таким чином, для вимірювання $H(t)$ сигнал, що знімається з котушки, необхідно інтегрувати. Інтегрування зазвичай здійснюють за допомогою пасивного RC або RL – інтеграторів. Для вимірювання імпульсу $H(t)$ з тривалістю фронту не більш 1 мкс був створений ІП з RL – інтегратором (самоінтегруючий ІП, рис.1).

ІП має наступні параметри: діаметр котушки 70 мм; число витків - 50; діаметр дроту 0,2 мм. В якості інтегруючого опору використовувався узгоджувальний резистор вимірювального кабелю $R=75$ Ом. Індуктивність шунта складає $L \approx 300$ нГн; паразитна ємність ~ 7 пФ.

Для захисту від електромагнітних завад ІП був поміщений у тороїдальний екран з алюмінію, який має радіальний розріз для проникнення вимірювального поля в котушку ІП. Вимірювальний кабель також був екрановано. Чутливість ІП визначалась експериментально, калібруванням. Полеутворююча система калібратора має вигляд одновиткового соленоїду, напруженість поля в центрі якого дорівнює $H=I/D$, де I – струм через виток, D – діаметр витка. Струм вимірювався за допомогою шунта. Чутливість шунта виявилась рівною $k \approx 0,06$ В/А/м. Похибка калібрування дорівнює: $\delta_k \approx 1,1\sqrt{2\delta_u^2 + \delta_{R0}}$, де δ_u – похибка реєстратора (осцилографа), а δ_{R0} – похибка визначення опору шунта.

За допомогою розробленого імпульсного перетворювача можна вимірювати імпульси $H(t)$ з фронтом до 1 мкс. Обмеження на мінімальний фронт, який передається без спотворень, накладає частота власних коливань котушки, яка дорівнює ~ 4 МГц.

МУНІЦИПАЛЬНА ДАХОВА СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ

Лисенко Л.І., Рожелюк М.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Сонячна енергетика в Україні розвивається вражаючими темпами. Встановлена потужність СЕС за останні три роки зросла з 741,9 МВт (в 2017 р.) до 2640 МВт (станом на 1 липня 2019 р.) [1], а частка сонячного випромінювання серед джерел енергії, використаних для виробництва електричної енергії, проданої на оптовому ринку електроенергії України, за 6 місяців 2019 року склала 6,42% [2]. При цьому все більш активно діють володарі приватних СЕС, так звані просьюмері, кількість яких наближається до 5000 загальною потужністю понад 120 МВт. Звичайним явищем стають дахові сонячні електростанції різної потужності і різної форми власності. В населених пунктах знаходиться досить велика кількість комунальних закладів, на дахах будівель яких володар, тобто муніципалітет, може встановити сонячні модулі, стати учасником ринку і отримувати прибуток в муніципальний бюджет.

Автори проаналізували варіанти встановлення і використання дахової сонячної станції на покрівлі будівлі комунального дитячого садку типового проекту на 160 дітей в смт Якімівка Запорізькій області. Кут нахилу даху 20° , тому корисна площа складає 480 м^2 , на якій можна укласти 224 сонячних модуля JAM60S10-340/PR, скомпонувавши їх в 14 ланцюжків по 16 модулів. Скати даху відхилені від напрямку на південь на $\pm 45^\circ$, що знижує розрахункове значення середньорічної інсоляції на модулі до $3,89 \text{ кВт}\cdot\text{г}/(\text{м}^2\cdot\text{доб})$, але тим не менше встановлена СЕС загальною потужністю 76 кВт дозволить отримувати до $120,8 \text{ МВт}\cdot\text{г}$ електроенергії щорічно. При цьому річне електроспоживання дитячим садком значно менше; наприклад, в 2018 році воно склало $58823 \text{ кВт}\cdot\text{г}$.

Вироблена електроенергія може повністю продаватися у мережу (перший варіант) або використовуватися для власного електроспоживання дитячим садком з продажем лише надлишків (другий варіант). У обох випадках муніципалітет отримає прибуток. Якщо використовувати дахову СЕС для покриття власних потреб, сумарний прибуток муніципалітету буде складатися з річної економії коштів на оплаті спожитої електроенергії і прибутку від продажу надлишків виробленої електроенергії у електромережу. В сьогоденних умовах перший варіант незначно більш привабливий з економічної точки зору, але враховуючи, що тарифи на електроенергію з електромережі неминуче зростатимуть, а «зелені» тарифи знижуватимуться, економічні показники в обох випадках будуть вирівнюватися.

Література:

1. Інформація що до потужності та обсягів виробництва електроенергії об'єктами відновлюваної електроенергетики, яким встановлено «зелений» тариф [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sae.gov.ua/sites/default/files/RE_II_2019.pdf
2. Аналіз роботи ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку за 2019 рік (6 місяців) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oree.com.ua/index.php/web/65>

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АСИНХРОННИХ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ

Любарський Б.Г., Васильєва О.Є., Штабровський Д.Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Перетворення енергії в рухомому складі електротранспорту обумовлюється, в першу чергу, процесами, що протікають у тяговому приводі. В перспективних для України асинхронних тягових приводах, залежить від їх режимів роботи, які обумовлені профілем колії та графіком руху електрорухомого складу, з одного боку, та режимами роботи системи управління, з іншого. Втрати, що виникають в елементах тягових приводів, призводять до нагріву елементів їх конструкції при цьому найбільші втрати у тягових приводах виникають в тягових двигунах [1].

Для підвищення ефективності тягових приводів було розроблено методику визначення енергетичних параметрів тягових двигунів, яка адекватно відображає зв'язок критерію ефективності приводу зі складовими вектора режимів роботи і вектора параметрів управління, які обрано на підставі положень [1]. Визначено, що найбільш ефективним методом розв'язання задачі оптимізації ефективності тягового приводу є метод простих ітерацій.

Ефективність тягового приводу в певному режимі його роботи була оцінена за критерієм максимуму його ККД за умови дотримання вимог, що накладаються режимами роботи.

Для тягового приводу на основі асинхронного двигуна запропоновано в якості компонента вектора управління вибрати ковзання, коефіцієнт модуляції і режим роботи напівпровідникового перетворювача.

Встановлено, що для тягового приводу трамваю порівняння наведених кривих дозволило зробити висновок, що ККД асинхронного приводу з просторово-векторної ШІМ до частоти обертання 730..825 об / хв вище, ніж його ККД з одноразовою ШІМ. Встановлено, що для малих швидкостей руху рухомого складу доцільна робота тягового приводу в режимі просторово-векторної ШІМ, а далі з ростом частоти обертання - в режимі одноразової ШІМ.

Встановлено, що ковзання двигуна зростає зі збільшенням частоти обертання в тяговому режимі, що викликано обмеженням струму ротора двигуна, і різко знижується при малих значеннях частоти обертання в гальмівному режимі в зв'язку з прагненням підвищити ЕРС двигуна.

Література:

1. Любарський Б.Г. Оптимизация режимов работы тягового асинхронного привода / Б.Г. Любарский // Электрика – Курск. – 2014 – №6 –С 5-10.
2. Любарський Б. Г. Теоретичні основи для вибору та оцінки перспективних систем електромеханічного перетворення енергії електрорухомого складу. – Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.09. - «Електротранспорт». Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Харків, - 2014. 368с.

ВИБІР КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ АМОРТИЗАТОРІВ

¹Любарський Б.Г., ¹Єрціян Б.Х., ²Лукашова Н.П.

¹*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*,

²*Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова, м. Харків*

В сучасному рухомому складі транспортних засобів знаходять використання електромеханічні амортизатори на основі різних типів перетворювачів енергії таких як: синхронні, електромагнітні та постійного струму. Для синхронних перетворювачів характерна досить складна система напівпровідникового перетворювача, що обмежує галузь його застосування. Недоліком електромагнітного амортизатору є досить нерівномірна характеристика сили тяги від переміщення, яка близька до гіперболічної. Для електромеханічного амортизатора потрібна постійна тягова (механічна) характеристика що змінюється лише від швидкості руху якоря. В роботах [1,2] запропоновано конструкцію електромеханічного амортизатору коаксіального типу зі збудженням від постійного магніту яка належить до електромеханічних амортизаторів постійного струму та на нашу думку є найбільш перспективною.

Для визначенні ефективності ресорного підвішування з електромеханічним амортизатором, необхідно визначити, для моделі транспортного засобу що досліджується, залежності значень показників їх динамічних якостей від швидкості руху. Отримані значення показників якості необхідно порівняти з допустимими значеннями, які регламентуються діючими нормами. При цьому визначається допустима швидкість руху при руху з нерівностями, які задані за здалегіть.

Перелік та допустимі значення показників динамічних якостей для транспортних засобів, що призначені для перевезення пасажирів наведено нижче. Так допустиме значення коефіцієнту плавності руху становить 3,25 , максимальне вертикальне прискорення кузова – 0,35g , коефіцієнт динаміки в центральному підвішуванні – 0,2, коефіцієнт динаміки в буксовими підвішування – 0,35. Важливим показником енергетичної ефективності електромеханічного амортизатору є середня генерована потужність при випадковій збуджуючій нерівності. Таким чином за переліченими вище показники можливо використовувати в якості критеріїв ефективності транспортних засобів з електромеханічними амортизаторами.

Література:

1. Liubarskyi, B. Procedure for modeling dynamic processes of the electromechanical shock absorber in a subway car / B. Liubarskyi, N. Lukashova, O. Petrenko, B. Yeritsyan, Y. Kovalchuk, L. Overianova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – Vol. 5, N 5 (101). - P. 44-52.

2. Liubarskyi, B. Devising a procedure to choose optimal parameters for the electromechanical shock absorber for a subway car / B. Liubarskyi, N. Lukashova, O. Petrenko, T. Pavlenko, D. Iakunin, S. Yatsko, Y. Vashchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – Vol. 4, N 5 (100). - P. 16-25.

МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНЕ РОЗШИРЕННЯ ЗОВНІШНІМ ІНДУКТОРОМ ТРУБЧАСТИХ ЗАГОТОВОК МАЛОГО ДІАМЕТРУ

Лютенко Л. А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Одною з відомих операцій в магнітно-імпульсній обробці металів – є «роздача» циліндричних деталей внутрішнім індуктором магнітного поля. Але, у випадках недоступності оброблюваної деталі зсередини або при ускладненнях виготовлення внутрішнього індуктора, є необхідність використання сил тяжіння оброблюваної деталі до зовнішнього індуктора. Найбільш ефективним способом створення сил тяжіння до індуктора є застосування «зрізаних» імпульсів розрядного струму [1].

На кафедрі інженерної електрофізики НТУ «ХПІ» на магнітно-імпульсній установці з керованим вакуумним розрядником вперше виконані технологічні

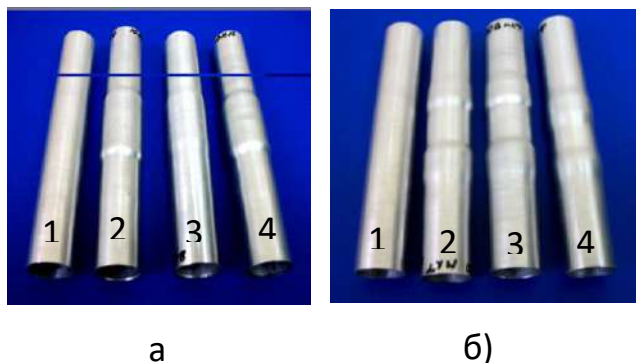


Рис. 1 – Циліндричні деталі отримані силами тяжіння до індуктору

операції виготовлення деталей з одним (рис. 1, а: 1 – вихідна заготовка, 2,3,4 –отримані деталі) та двома (рис. 1, б) виступами які засновані на розширенні трубчастих заготовок малого діаметру зовнішнім індуктором за допомогою переривання (далі «зрізу») коливального затухаючого імпульсу розрядного струму поблизу переходу через нульове значення.

Технологічні операції проводились на заготовках з

алюмінієвого сплаву АМг2М з внутрішнім діаметром 16 мм та товщиною металу 0,5 мм. Усередині заготовок був розміщений діелектричний циліндр для запобігання їх стиснення першою позитивною напівхвилею тиску магнітного поля. Для отримання рельєфної поверхні заготовки поміщувались у роз'ємні матриці з однією (шириною 30 мм) та двома (кожна шириною 15 мм) внутрішніми циліндричними канавками глибиною 0,5 мм.

Були проведені дослідження ймовірності «зрізу» імпульсів струму в розрядному колі магнітно-імпульсної установки з керованим вакуумним розрядником та обрані оптимальні параметри, які забезпечують виникнення «зрізу» ($C=900$ мкФ, $U_0=3,2$ кВ, $f=3,13$ кГц).

Під час технологічної операції досягнута максимальна можлива радіальна деформація з повним заповненням матриці.

Література:

1. Патент Україна, МПК В21Д26 / 14. Спосіб магнітно-імпульсного розширення трубчастих металевих заготовок / О.Я. Коновалов, Л.А. Лютенко, В.М. Михайлов (Україна). – №72272. заявл. 15.02.2012. Опубл. Бюл. №15.– 3с.

АНАЛІЗ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ДВИГУНА З ПОПЕРЕЧНИМ МАГНІТНИМ ПОТОКОМ МЕТОДОМ МАГНІТНОГО КОЛА

Масленніков А.М., Бредун Р.В., Дунєв О.О., Єгоров А.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Загальна мета проектування двигунів спеціального призначення включає досягнення високого питомого обертового моменту та ефективності. Складність розрахунку електричних машин з поперечним магнітним потоком полягає в тому, що основний магнітний потік рухається у трьох вимірах (рис. 1).

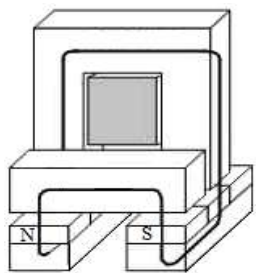


Рис.1 – Загальний вид магнітної системи ДПП

Таким чином, розрахунок магнітної системи та проектування цього типу електричних машин краще проводити в спеціалізованих програмних комплексах, що дозволяють отримати методом скінчених елементів картину магнітного поля на тривимірній моделі. Чисельні методи розрахунку магнітного поля у тривимірній постановці задачі набули найбільшого поширення у програмному середовищі COMSOL Multiphysics та ANSYS Maxwell, але потребують певних навичок та потужного комп'ютерного обладнання [1].

Використання аналітичних методів дозволяє облегшити і скоротити процес проектування, але вони менш точні. Це пов'язано з використанням припущень, але для попереднього аналізу магнітної системи, їх використання є доцільним та більш простим і відносно швидким рішенням.

Розрахунок тривимірної магнітної системи двигуна з поперечним магнітним потоком (ДПП) можна виконати методом магнітного кола з використанням еквівалентної схеми заміщення. Як бачимо з рис. 1 конструкція ДПП виконана з U- та I-подібних осердь, обмотки статора та постійних магнітів на роторі. Тому для розрахунків і дослідження магнітної системи розроблено еквівалентну схему заміщення для однієї пари U- та I-подібних осердь, що

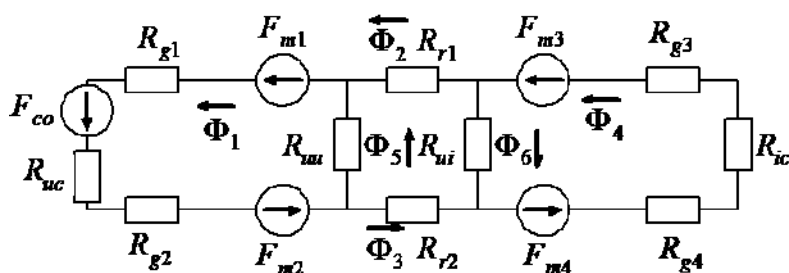


Рис. 2 – Еквівалентна схема заміщення однієї пари U- та I-подібних осердь та постійних магнітів

показана на рис.2. До даної схеми входить по одному U- та I-подібному осердю статора та частина ротора з постійними магнітами. За допомогою цієї схеми визначено необхідні розміри осердь та кількість витків в котушці статора, розраховано магнітні потоки в кожному елементі магнітопроводу системи.

Література:

1. R. Blissenbach, G. Henneberger, U. Schafer, W. Hackmann. Development of a Transverse Flux Traction Motor in a Direct Drive System; International Conference on Electrical Machines (ICEM), Vol. 3, S. 1457-1460; 2000.

MONITORING OF INDUCTION MOTORS

Markov V.S.

National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute», Kharkov

Induction motors are the most popular prime mover for rotating equipment because they are highly reliable, efficient, and simple. There are many factors that cause motors to fail. For long-term reliability and good performance, failure factors should be understood, monitored, and maintained. It is important to understand the benefits proper motor protection and the risks faced if the motor is not properly protected. The first task is to decide what needs to be monitored. The second is to select appropriate machine-protection devices, identify proper settings, and take action based on the monitored results. Induction motors have certain absolute limits that must be monitored and controlled.

The critical components of an induction motor that need to be monitored include:

- 1) voltage and current;
- 2) stator windings insulation integrity;
- 3) vibration of the bearings and motor enclosure;
- 4) temperature of the winding, bearings, and cooling media;
- 5) speed;
- 6) pressure of the cooling media.

Motor voltage can be measured between the stator phases or between a phase and ground. A high-voltage terminal box makes it easier to visualize the three phases.

Connection diagram documentation is required. At times, U, V, W, and so may be used per International Electrotechnical Commission (IEC). This IEC standard establishes the direction of rotation. The integrity of the stator winding insulation is measured both offline and online. Offline tests include megohm measurements, high-potential tests, surge tests, and partial discharge test. High-potential and surge tests are not used for continuous monitoring. Vibration is measured on the motor housing and/or rotor shaft, depending on motor design. In motors with antifriction bearings, the supporting bearing housing follows the rotor motion because the bearing stiffness is greater. Thermocouples are constructed of two dissimilar metals that are welded together. When the temperature changes, a millivolt signal is generated and fed to an instrument that amplifies the signal and uses it to control the system. Two major types are used: the open-ended type or the type encased in a steel tube. There is nonspecific limit on motor speed variation, but there are limits on the maximum frequency variation from the power supply, which will be proportional to speed, this may carry a time limit.

The list of parameters is by no means complete. Any other parameters to be measured will depend on the end user, and monitoring methods and degree can vary significantly.

Literature:

1. Rajendra Mistry, William R. Finley Rotating machines. The pros and cons of monitoring devices//IEEE Industry Applications November/December 2018, Vol.24, No.6, pp. 44-55.

SURGE TEST FOR INDUCTION MOTORS

Markov V.S.

National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute», Kharkov

The purpose of the surge test is to apply short rise time and relatively high-magnitude voltage impulses to stress the terminal-end insulation to check whether the motor can withstand the surges encountered in service. With a short rise-time impulse voltage, a significant percentage of the voltage is applied across the turn, phase, and groundwall at the terminal end of the stator, unlike the insulation resistance or high-potential tests. The schematic of the surge generator and motor test set up is shown in Figure 1. The capacitor is charged to predetermined level and discharged into series resistor-inductor-capacitor circuit that includes the stator winding. This results in an

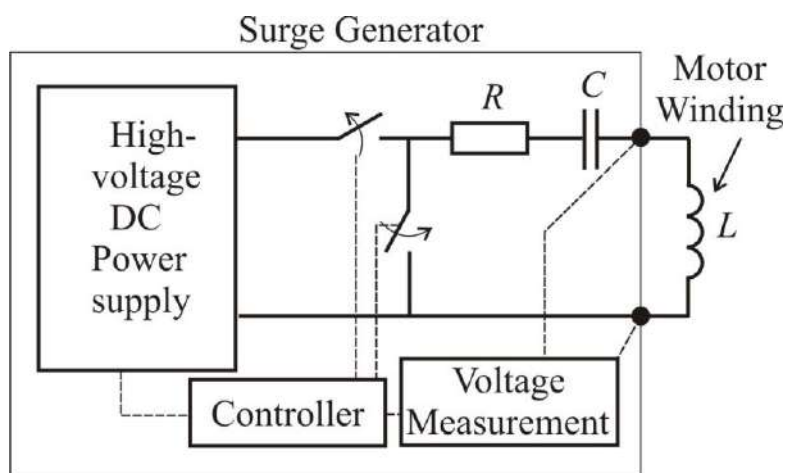


Figure 1 The schematic of a surge test circuit and setup

underdamped oscillation at the resonant frequency are given by $f = 1/(2\pi\sqrt{LC})$, where L and C are the equivalent inductance and capacitance of the series circuit. If the voltage applied to the weakened terminal-end turn insulation is high enough, it will result in arcing (shorting) between the turns and a decrease in L . The increase in the resonant frequency results in a shift in the surge waveform to the left

as the impulse voltage magnitude is gradually increased, providing an indication of weak turn insulation. It can also provide indications of weak phase and groundwall insulation near the terminal end. However, it is a pass-fail test and cannot provide a quantitative indication of the terminal-end insulation condition. The surge partial discharge test observes partial discharge activity in the stator insulation with a short rise-time voltage impulse applied to the complete stator. This test is considered in this article because partial discharge activity in the terminal-end turn and phase insulation, where the voltage stress is applied, can provide indirect indications of weak insulation with air pockets. As has been discussed in a number of publications, the test is capable of providing indications regarding end winding turn and phase winding insulation defects or degradation leading to failure. It is evaluated under the expectation that it can provide a quantitative indication of the turn or phase insulation condition. The surge partial discharge test is mainly applied for qualifying inverter-led low-voltage motors.

Literature:

1. Daewoong Choi, Tae-June Kang, Sang Bin Lee Stator insulation testing for appliance motors with aluminum windings // IEEE Industry Applications November/December 2018, Vol.24, No.6, pp. 14-24.

ЧИСЕЛЬНО-ПОЛЬОВИЙ АНАЛІЗ ЕРС В ОБМОТЦІ СТАТОРА ТРИФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Мілих В. І., Мушенко Д. Є., Тимін М. Г.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Трифазні асинхронні двигуни (ТАД) забезпечують переважну частину електроприводів різних механізмів. Ці двигуни пройшли тривалий шлях розвитку, але вони самі і система їх теоретичного аналізу продовжують удосконалюватися. Один зі шляхів цього – розвиток та уточнення гармонійного аналізу ЕРС на основі чисельного розрахунку магнітних полів.

Завданням даної роботи є представлення принципів і результатів чисельно-польового визначення і гармонійного аналізу ЕРС в обмотці статора ТАД з короткозамкненим ротором, розрахункова модель якого надана на рис. 1. Це реалізується в динаміці багатопозиційними розрахунками обертового магнітного поля методом скінчених елементів в програмному середовищі FEMM. Розрахунки автоматизовані за допомогою керуючої програми на

алгоритмічній мові Lua. Аналіз проводиться для фазної обмотки статора в режимах неробочого ходу і навантаження. Для визначення часових функцій ЕРС базовими є аналогічні функції магнітного потокозчеплення (МПЗ) цієї обмотки в дискретній числовій формі. Перехід до ЕРС здійснюється через розкладання визначених функцій в гармонійні ряди. Апробація методу аналізу ЕРС виконана на чотирьох полюсному двигуні потужністю 15 кВт.

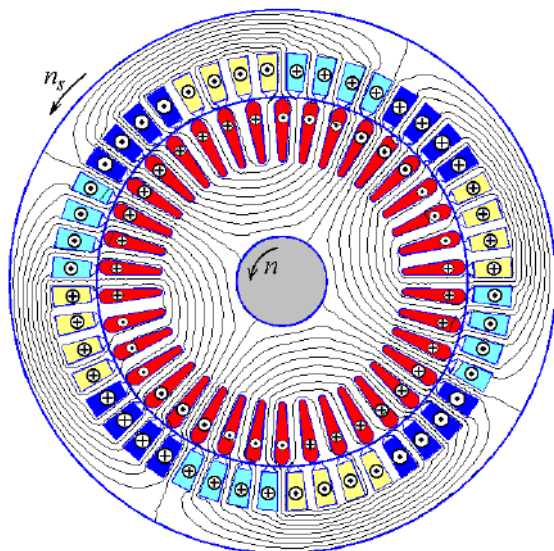


Рисунок 1

Виявлено складний характер часових функцій МПЗ Ψ_s і, особливо, ЕРС E_s і їх широкий гармонійний спектр. Графіки таких функцій зображено на рис. 2 для режиму номінального навантаження (НН) з

їх поданням у межах періоду T_s .

Для порівняння впливу вищих гармонік графіки надано для їх перших складових Ψ_{s1} і E_{s1} , а також при врахуванні інших гармонік з обмеженням їх кількості K_g . Так при $K_g = 6$ спотворення функції ЕРС E_s відбувається через вплив дискретної фазної структури обмотки статора. При врахуванні вищих гармонік до цього ще додається вплив зубцево-пазових структур осердь статора і ротора.

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТРИФАЗНОГО ІНДУКТОРА МАГНІТНОГО ПОЛЯ

Мілих В. І., Шилкова Л. В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Трифазні індуктори магнітного поля (ІМП) знаходять широке застосування в різних технологіях перемішування дрібних об'єктів або рідинних сумішей. Вони збуджують обертове магнітне поле подібно статору трифазного асинхронного двигуна, але відрізняються від нього тим, що ротор відсутній, і порожнина всередині статора є робочою камерою, через яку пропускається оброблювальна речовина. Технологічний процес здійснюється за допомогою дрібних довгастих феромагнітних елементів (ФЕ), що рухаються з обертовим полем в робочій камері і діють механічно на оброблювану речовину.

Вихідним для аналізу властивостей ІМП є режим ідеального неробочого ходу (НХ), коли ФЕ в робочій камері відсутні. В цьому режимі через чисельний розрахунок магнітного поля [1] визначено, що магнітне поле в робочій камері практично однорідне, і задане значення магнітної індукції 0,24 Тл в ній досягається при фазних номінальній напрузі $U_{sN}=220$ В і струмі статора $I_s = 950$ А.

У режимі реального НХ, тобто при відсутності в робочій камері оброблюваної речовини, але наявності ФЕ, останні розташовуються практично паралельно силовим лініям магнітного поля і, значить, один одному, і рухаються по колу разом із ним. Тоді, згідно класичної теорії синхронних машин, лінія у поперечному перерізі камери, паралельно якій ці елементи орієнтуються, є поздовжньою віссю d , а перпендикулярна їй лінія – поперечною віссю q . При розрахунках дискретне анізотропне магнітне середовище камери враховується еквівалентною заміною його на суцільне з різними магнітними проникностями по поздовжній μ_d і поперечній осях μ_q . Їх значення залежать від конкретної структури ФЕ і визначаються за розробленою спеціальною методикою, приміром, у тестовій моделі ІМП було $\mu_d = 10$ і $\mu_q = 1,5$. У такому режимі роботи ІМП при номінальній напрузі чисельним розрахунком визначено, що фазний струм встановлюється на рівні 355 А, а значення магнітної індукції в камері складає 0,38 Тл.

У режимі навантаження рухливі ФЕ «прорізають» оброблювальну речовину і отримують кутовий зсув відносно магнітного поля індуктора, що характеризується кутом навантаження Θ . Це є умовою виникнення електромагнітного моменту M_{em} , який діє на структуру ФЕ. В режимі номінального навантаження індуктора, для якого прийнятий кут $\Theta=14^\circ$, фазний струм I_s сягає значення 400 А, електромагнітний момент M_{emN} становить 260 Н·м, а магнітна індукція в камері – 0,37 Тл. Додамо, що максимальний момент $M_{em\ max}$ індуктора розвивається при $\Theta=44,5^\circ$ і складає 522 Н·м при $I_s=690$ А, і при цьому магнітна індукція в камері знизилася до 0,33 Тл.

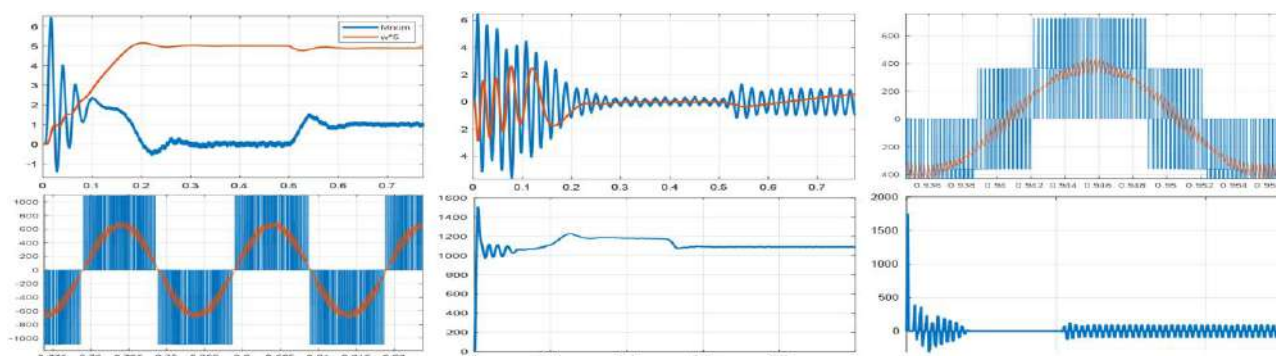
Література:

1. Milykh V. I., Shilkova L. V. Численно-полевой анализ характеристик трехфазного индуктора магнитного поля для обработки различных веществ при стабилизации его тока. // Электротехника і електромеханіка. – 2019. – № 6. – С.21-28.

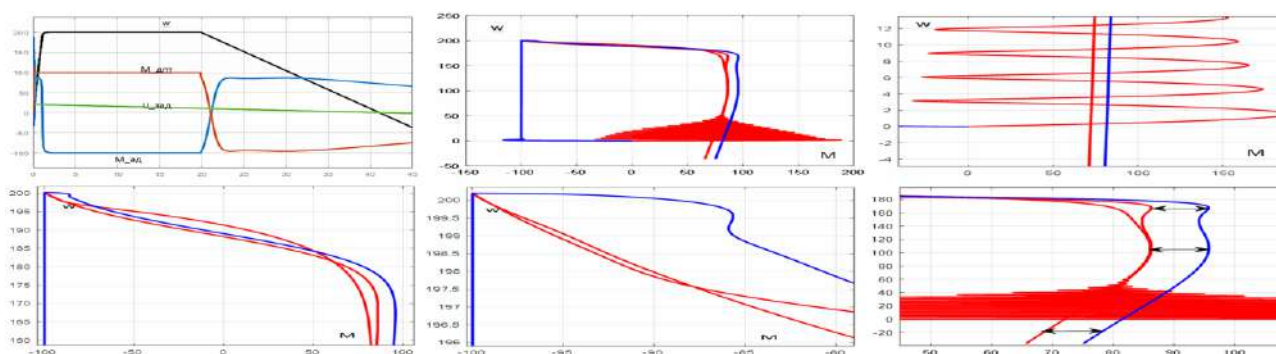
МОДЕЛЮВАННЯ ДВОКЛІТОЧНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ ЧАСТОТИ В ПАКЕТІ МАТЛАВ. ЗНЯТТЯ КВАЗІСТАТИЧНОЇ МЕХАНІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Осичев О.В., Ткаченко А.О., Почапський Б.Д.
*Національний технічний університет
 «Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

На конференції 2019 року було зроблено доповідь про результати аналізу підходів до вибору асинхронних двигунів для електроприводів, що вимагають великого пускового моменту (зокрема, конвеєрних), а також показано, наскільки різняться результати побудови статичних механічних характеристик (СМХ) таких АД у різних авторів (за різними методиками). У цьому матеріалі, розвиваючому зазначені розробки, показані результати моделювання тестових динамічних процесів пуску двокліткового АД на холостому ході з подальшим навантаженням в системі ПЧ-АД. Як видно з перших шести графіків, побудована модель забезпечує адекватне відображення динамічних процесів швидкості, електромагнітного моменту, фазних струмів статора і ротора двигуна, а також вихідної напруги ПЧ (фазного та лінійного, реального миттєвого і відфільтрованого) в режимі ШІМ-модуляції, напруги в його проміжній ланці постійного струму і фазного струму мережі живлення.



Результати побудови квазістатичної механічної характеристики модельованого ЕП показані нижче з фрагментарною деталізацією.



При коректному моделюванні експериментально знята з моделі квазістатична механічна характеристика АД збігається з його СМХ, розрахованої за аналітичними залежностями, раніше отриманими авторами.

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДУКЦІЙНИХ КУХОННИХ ПЛИТ

Пантелят М.Г., Грищук Ю.С., Єлоєв А.К., Яловенко М.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Індукційні кухонні плити все більш широко використовуються у сучасному побуті, що вказує на актуальність експериментальних досліджень теплових та електромагнітних процесів в різних режимах роботи плит.

Для вирішення даного завдання на кафедрі «Електричні апарати» НТУ «ХПІ» запропоновано експериментальний стенд, який дозволяє проводити експериментальні дослідження індукційних кухонних плит і посуду, що нагрівається. При проведенні експериментальних досліджень використовується сучасне вимірювальне обладнання, придбане завдяки фонду Олександра фон Гумбольдта. Наразі стенд дозволяє виконувати наступні дослідження:

- вимірювання швидкості нагріву їжі (води) при використанні різних потужностей індукційної плити;
- вимірювання температури та її розподілу на робочій поверхні індукційної плити, її цифровому дисплеї та панелі керування;
- вимірювання показників електричної енергії, спожитої для нагріву їжі (води).

При проведенні експериментів використовується наступне вимірювальне обладнання:

- двоканальний цифровий термометр з термопарами DT 1320 (рис. 1, а);
- пірометр Flus IR-865U (рис. 1, б);
- тепловізор Dali LT3-P (рис. 1, в);
- цифровий мультиметр («струмові кліщі») DT 3352 (рис. 1, г) та спеціалізоване програмне забезпечення до нього.



а



б



в



г

Рис. 1. Експериментальне обладнання для дослідження процесів в індукційних кухонних плитах і посуді, що нагрівається: а – цифровий термометр; б – пірометр; в – тепловізор; г – цифровий мультиметр

Розроблений експериментальний стенд і зазначене обладнання використовуються як для проведення наукових досліджень, так і в навчальному процесі.

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ АКТИВНИМ ВИПРЯМЛЯЧЕМ

Попов С.О., Крилов Д.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м Харків*

Останнім часом активні випрямлячі (АВ) все частіше використовуються у вхідному ланцюзі автономних інверторів напруги замість некерованих випрямлячів, надаючи системі ряд корисних властивостей, таких, як можливість рекуперації енергії електродвигуна в мережу живлення і підвищення електромагнітної сумісності перетворювача з мережею живлення. Це може бути реалізовано в тому числі і використанням різних топологій систем управління ними.

До систем управління активними випрямлячами пред'являються різні вимоги, в залежності від характеру навантаження і конфігурації мережі живлення. В роботі запропонована векторна система управління АВ з струмовим виходом при фіксованій частоті модуляції, побудована на основі p - q - r теорії, структурна схема якої наведена на рис.1. Її принцип дії заснований на поданні струмів і напруг мережі живлення у вигляді узагальнених векторів в просторовій системі координат, що дозволяє виділити необхідні складові сигналів і відпрацювати їх за допомогою системи управління.

На рис.2 наведені осцилограми струму і напруги фази А живильної мережі для трьох варіантів сигналу завдання по координаті q . З нього видно, що перетворювач з векторної системою управління справляється з роботою при будь-якому заданому коефіцієнті потужності на вході. Така система управління є універсальною, дозволяючи повною мірою розкрити потенціал трифазної схеми АВІН.

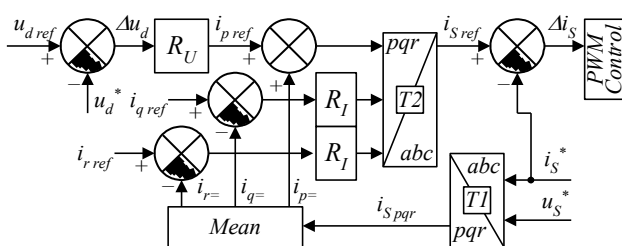


Рисунок 1 – Структурна схема СУ з векторним керуванням

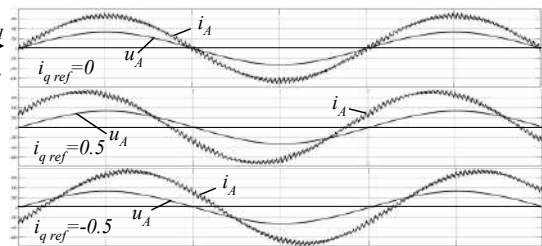


Рисунок 2 – Осцилограми струму і напруги фази А

Література:

1. Попов С.О. Активный управляемый выпрямитель в системе электропривода / С.О. Попов, Д.С. Крылов // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. - 2019. - Ч. II. - С. 108.
2. Шавьолкін О. О. Енергетична електроніка: навчальний посібник / О. О.Шавьолкін. - К. : КНУТД, 2017. - 396 с

ОРГАНІЗАЦІЯ ЧИСЕЛЬНОГО РОЗРАХУНКУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ АСИНХРОНІЗОВАНОГО ТУРБОГЕНЕРАТОРА В РЕЖИМІ НАВАНТАЖЕННЯ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ЗАДАНИХ ЙОГО ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ

Потоцький Д.В., Шевченко В.В., Петренко М.Я.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Вихідні дані асинхронізованого турбогенератора (АСТГ) ($U_s, I_s, \cos\phi$) в режимі навантаження визначаються парою параметрів: струмом обмотки ротора I_f та кутом β , для визначення миттєвих значень струму в обмотці статора.

Вибір відповідної пари I_f, β реалізується алгоритмом, блок-схема якого показана на рисунку. Розрахунки автоматизовано за допомогою керуючої програми FEMM на алгоритмічній мові Lua [1].

Блок 1 – вихідні дані АСТГ в режимі навантаження, блок 2 – значення ЕРС та фазового зсуву ЕРС, відносно струму, які знайдені за вихідними даними, блок 3 – наближені значення струму збудження та початкової фази, блок 4 – чисельний розрахунок магнітного поля за розподілом ВМП, блок 5 – значення напруги та фазовий зсув для певної ітерації, блок 6 – визначення значень U_{si}, ϕ_{si} та порівняння з вихідними даними з блоку 1. Якщо точність розрахунку не виконана, задається нова пара I_f^{**}, β^{**} (блок 7) та повторюється цикл блоків 4–7. Блок 8 – знайдена пара I_f, β , яка забезпечує вихід на задані параметри АСТГ.

Щоб уникнути тривалого ітераційного процесу пошуку значень I_f, β в програмі розроблений алгоритм вирішення чотирьохпараметричної задачі. Це дозволяє в декілька разів зменшити ітерації пошуку відповідної пари I_f, β .

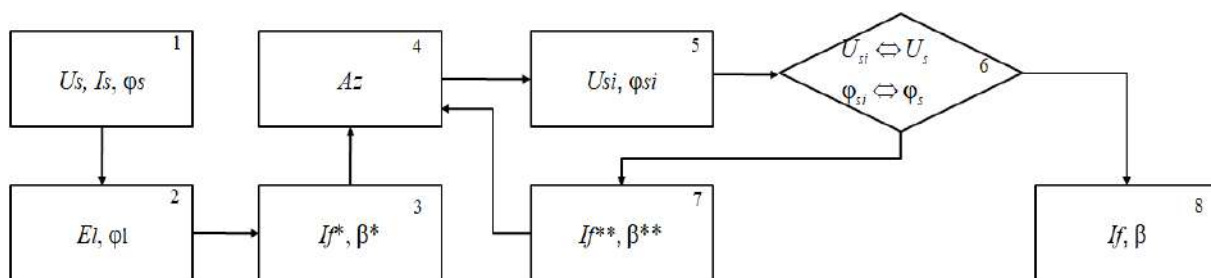


Рис. Схема алгоритму процесу розрахунку магнітного поля в режимі навантаження АСТГ

Література:

1. Finite Element Method Magnetics : OldVersions. FEMM 4.2 11Oct2010 Self-Installing Executable. – Режим доступу: <http://www.femm.info/wiki/OldVersions>.

КОНЦЕПЦІЯ СТЕНДУ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Сенченко С.О., Воробйов Б.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В даній роботі розглядаються питання створення стенду електроприводу електромобіля з асинхронним двигуном. Особлива увага приділяється створенню навантажувальної частини системи, яка імітує реальні навантаження, які відчуває електропривід електромобіля в процесі їзди[1].

Функціональна схема стенду показана на рисунку 1.

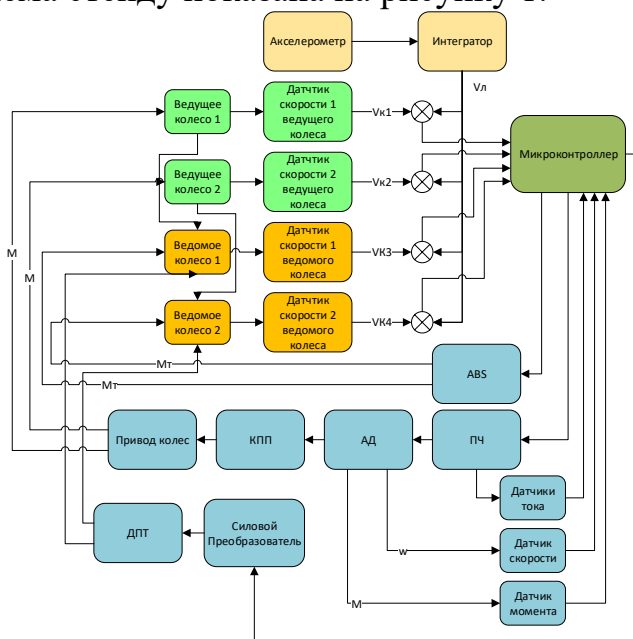


Рисунок 1 – Функціональна схема стенду

Двигун зв'язаний з навантажувальною машиною за допомогою ремінного з'єднання. На ремінь давить механічний натяжний ролик. Регулюючи тиск ролика змінюється зчеплення роликів з ременем, тим самим імітуючи проковзування колеса на дорозі. Навантаження, яке забезпечує навантажувальна машина, відповідає сумі навантажень, які відчуває електромобіль в процесі їзди. DTC метод управління дозволяє напряму керувати моментом електроприводу з педалі газу, задаючи необхідну для комфортної їзди динаміку. Система визначає проковзування колеса, порівнюючи швидкість обертання електродвигуна і швидкість обертання колеса і забезпечує максимальну силу зчеплення колеса з дорожнім покриттям. Юз визначається за допомогою акселерометра.

В результаті були визначені основні навантаження, які відчуває електропривід електромобіля в процесі експлуатації[2], отримані необхідні співвідношення, а також побудована функціональна схема стенду.

Література:

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным управлением.- М.:2006-263 с.
2. Поздеев А.Д. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах. – Чебоксары: ЧВГУ, 1998. – 172с.

СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ФОТОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Склярів В.С., Стисло Б.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Віддалений моніторинг параметрів функціонування систем керування пристроями промислової електроніки, в ряді випадків, дозволяє полегшити процес їх обслуговування. Крім того, подібні системи надають можливість спостерігати за пристроями, що розміщені в місцях підвищеної небезпеки для людини. В роботі пропонується використання *Wi-Fi* модуля *ESP8266* для забезпечення віддаленого моніторингу в режимі реального часу параметрів DC/DC перетворювача, що використовується в структурі фотоенергетичної установки.

В даному випадку дані з усіх датчиків системи (контроль струму, напруги, рівня освітленості) зручно формувати в *Google*-таблиці. В такому випадку їх відображення можливе з будь-якого пристрою, що має підключення до мережі Інтернет. Формування запитів реалізовано за допомогою *Google Apps Script*, що дозволяє полегшити процес надсилання даних. Апаратні модулі *ESP8266* можуть безпосередньо обслуговувати цифрові (або аналогові) датчики і завантажувати отримані від них дані на локальний або віддалений веб-сервер через мережу Інтернет. Контролер *ESP8266* оснащено 32-бітовим ЦП з *RISC*-архітектурою, що працює з тактовою частотою 80 МГц, повністю вбудованим модулем *WiFi* зі стеком протоколів *TCP/IP*, послідовними інтерфейсами (*I2C*, *SPI*, і *UART*), каналом АЦП і портами загального призначення для введення/виведення.

Для надсилання даних використовується метод запиту *GET* і *URL*-адреса, що починається з запиту «*https://script.google.com/...*». Звертаючись за такою адресою, сервер *Google* у відповідь перенаправляє запит *GET* браузера на іншу адресу, що знаходиться в домені *script.googleusercontent.com*. Переадресація є звичайним і поширеним явищем і браузер з легкістю її опрацьовує. При формуванні запитів засобами мікроконтролера, необхідно коректно декодувати інформацію в заголовку, отриманому разом з відповідним повідомленням від сервера, щоб з'ясувати нову адресу і зробити повторний запит на інший сервер. Для відправки даних в електронні таблиці *Google* використовуються сервіси третіх сторін (наприклад таких, як *pushingbox*) для обробки перенаправлень.

Використання бібліотеки *HTTPS Redirect* набагато спрощує задачу зв'язку. Дані датчиків записуються до таблиці кожні 15 хвилин. Візуалізацію зміни в часі показників зручно реалізувати у вигляді графіків, що є вбудованою функцією *Google*-таблиць.

Таким чином, існує можливість достатньо простої реалізації системи віддаленого моніторингу, що працює на будь якій відстані розташування системи і оператора. Рекомендовано застосування подібних систем на прикладі моніторингу параметрів та віддаленого керування лабораторними фотоенергетичними установками.

ДО РОЗРАХУНКУ І ВИБОРУ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Собченко В.В., Маляренко Г.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У зв'язку зі збільшенням числа електромобілів (ЕМБ) в Україні на кафедрі «Автоматизовані електромеханічні системи» ведеться підготовка фахівців з електроприводу ЕМБ. Для навчально-наукових цілей був створений ЕМБ на базі автомобіля Daewoo Lanos, у якому в якості джерела електроенергії використана акумуляторна батарея (АБ) свинцево-кислотного типу, яка не забезпечує повернення енергії в рекуперативних режимах. З метою розширення можливостей наукових досліджень прийнято рішення про вибір АБ, яка б усувала вищевказаний недолік.

У цій роботі виконується вибір типу акумуляторів, розрахунок їх числа і способу з'єднання для забезпечення запасу ходу $S = 60$ км від одного заряду при середній швидкості руху $V_{cp} = 60$ км/год.

Вибір типу акумуляторів для АБ робимо, виходячи з наступних міркувань: здатність приймати великі струми рекуперації, низька швидкість саморозряду, оптимальні масо-габаритні показники, необхідний термін служби. Співставлення вищезгаданих показників різних типів акумуляторів, виходячи з даних, наведених в [1], призвело до висновку про доцільність використання літій-залізо-фосфатних акумуляторів (LFP) з наступними характеристиками: напруга на акумуляторі $U_{AK} = 12$ В, ємність $W_{AK} = 26$ А·год, саморозряд – 3-5% в місяць (при кімнатній температурі), питома енергія – 90-110 Вт·год/кг. Число послідовно з'єднаних акумуляторів визначається робочою напругою електродвигуна $U_{пит} = 72$ В, тобто забезпечується 6 акумуляторами.

Розрахунок ємності акумуляторів визначимо, виходячи із заданого запасу ходу S і кількості енергії, що витрачається на подолання сил опору F_C при заданій швидкості V_{cp} , з урахуванням аеродинамічного коефіцієнта k_A : $F_C = F_{TP} + k_A \cdot V_{cp}^2$. Значення величин, які визначають силу F_C , розраховані по даним, представленим в [2] і по ним знайдена необхідна потужність АБ: $P = F_C \cdot V_{cp} / \eta_{TP} = 6,35455$ кВт. Виходячи з неї розраховуємо середню споживану від АБ силу струму $I_{cp} = P / U_{пит} = 88,26$ А, яка дозволяє знайти потрібну ємність АБ: $W_{AB} = I_{cp} S / V_{cp} = 88,26$ А·год. Число паралельних віток дорівнює $N = W_{AB} / W_{AK} = 3,39$, тобто приймаємо $N = 4$.

Таким чином, розрахункове число акумуляторів LFP дорівнює 24, з'єднаних в 4 паралельні вітки, кожна з яких складається з 6 послідовно з'єднаних акумуляторів.

Література:

1. Байрачний Б.І. Технічна хімія. / Б.І. Байрачний, Г.Г. Тульський, В.В. Штефан, І.А. Токарев. – Харків, НТУ «ХПІ», 2016. – 271 с.
2. Клепиков В.Б. Моделирование динамических процессов электромеханической системы электромобиля при буксовании колес / В.Б. Клепиков, А.В. Семиков, Е.В. Сакун, А.В. Ротару, Б.В. Воробьёв // 1st International Scientific and Technological Conference «Modern problem of power engineering and ways of solving them», Tbilisi, Georgia, October 7-11 2019, 34 с.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАРЯДО-РОЗРЯДНИХ ПРОЦЕСІВ АКУМУЛЯТОНОЇ БАТАРЕЇ ДЛЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

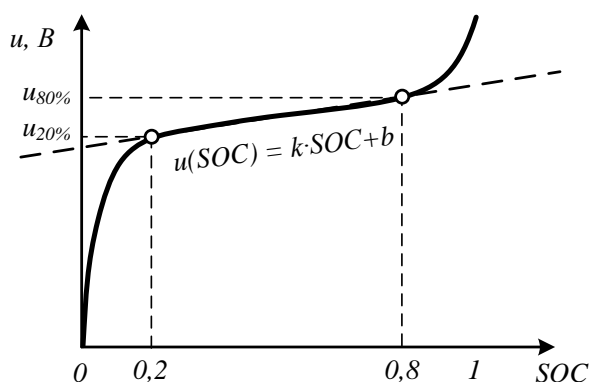
Стисло Б.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В процесі експлуатації акумуляторних батарей виникає необхідність визначення засобами промислової електроніки ступеню заряду накопичувача за рівнем його напруги. До найбільш відомих емпіричних виразів, що описують залежність напруги на батареї від рівня зарядженості (*SOC – State Of Charge*) відносять вирази Шепферда, Хаскіной-Даниленка, Романова.

В найпростішому випадку процес описується залежністю $u(i, q) = E_0 - R_0 \cdot i - K \cdot F_2(i, q) + A \cdot F_3(q)$, де E_0 – напруга холостого ходу батареї; R_0 – значення внутрішнього опору; i – струм розрядження; q – ємність батареї; K, A, F_2, F_3 – емпіричні коефіцієнти, що описують реальні характеристики акумулятора. Таким чином, процеси, що протікають в акумуляторі при його розряді (або заряді) можуть бути описані чотирма доданками. Перший являє собою ідеальне джерело живлення; другий - моделює активний внутрішній опір батареї з падінням напруги на ньому; третій - описує зміну напруги на затискачах акумулятора в залежності від ступеню розряду батареї; четвертий - моделює роботу основної струмоутворюючої реакції в акумуляторі.

Оскільки основну частину енергії акумуляторної батареї зосереджено на інтервалі між точками $[0,2 \dots 0,8]SOC$ кривої розряду (ДБЕ - діапазон безпечної експлуатації), для практичних застосувань функція зміни напруги може бути



Апроксимація зарядної кривої

апроксимована лінійною функцією $u(SOC) = k \cdot SOC + b$ без суттєвого погіршення точності обчислень, де k – тангенс кута нахилу кривої в ДБЕ батареї; SOC (%) – поточне значення стану заряду; b – величина, що характеризує рівні напруги на границях ДБЕ. Для залежності $u(SOC)$ коефіцієнти k і b можуть бути визначені при двох значеннях стану заряду: $SOC = 20\%$ і $SOC = 80\%$ конкретної батареї.

На рисунку наведено результати експериментальних досліджень заряду реальної літій-іонної акумуляторної батареї. Пунктирною лінією на графіку виконано апроксимацію експерименту на інтервалі $SOC = 20\%$ і $SOC = 80\%$. Значення емпіричних коефіцієнтів визначаються наступним чином:

$$k = (u_{80\%} - u_{20\%}) / (0,8 - 0,2) = (4,11 - 4,0) / (80 - 20) = 0,00183$$

$$b = u_{80\%} - (k \cdot 0,8) = 4,11 - (0,00183 \cdot 80) = 3,963 \text{ (В)}$$

ВИКОРИСТАННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Стисло Б.О., Васильєв М.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Стрімкий розвиток перетворювальної техніки дає передумови для відновлення інтересу до передачі електричної енергії на постійному струмі (ПС), оскільки в таких системах відсутні негативні фактори, які є характерними для систем змінного струму: синхронізації джерел енергії в єдиній енергосистемі; наявність реактивної енергії (зсуву) та ін. Зрозуміло, що передача електричної енергії в системах живлення ПС також породжує ряд технічних задач, шляхи вирішення яких мають бути визначені ще до моменту їх остаточного впровадження: розробка енергоефективних узгоджуючих перетворювачів для широкого класу навантажень та ін.

Моделлю перспективної системи електроживлення ПС може бути представлена мережа електропостачання залізниці, однією із проблем якої є просадка напруги в контактній мережі нижче припустимого рівня під час пікового споживання електричної енергії. Для компенсації пульсацій потужності в мережі електропостачання залізниці пропонується використання батарейних систем накопичення електричної енергії (БСНЕ) в структурі підсилюючого пункту розподіленої системи електроживлення. Їх застосування дозволяє зменшити нестаціонарність навантаження (зменшити пульсації струму); поліпшити якість електричної енергії і знизити витрати на її виробництво шляхом згладжування режиму завантаження генеруючих потужностей; збільшити ресурс обладнання енергосистеми зменшуючи пікове навантаження на підстанції; утилізувати енергію рекуперації; інтегрувати в існуючу систему електропостачання сонячні і вітрові генератори електричної енергії; збільшити надійність енергосистеми в цілому.

Застосування БСНЕ в системах електроживлення вимагає використання спеціалізованих енергоефективних перетворювачів електричної енергії: узгоджуючих – що забезпечують зв'язок між БСНЕ та мережею; сервісних – що забезпечують безпечний режим роботи накопичувачів (вирівнювання рівнів напруги на послідовно з'єднаних акумуляторах, контроль за дотриманням граничних значень рівнів напруги на кожному з акумуляторів БСНЕ).

Сучасні акумуляторні батареї для систем електричного живлення використовуються у вигляді стеків, що складаються з послідовно-паралельного з'єднання одиничних НЕЕ. Під час їх експлуатації виникає проблема нерівномірного розряду або заряду, для компенсації якої необхідно виконувати балансування рівнів напруги в акумуляторах стеку. Використання засобів сучасної електронної техніки та впровадження нових алгоритмів роботи перетворювачів даного класу дозволяють підвищити ефективність роботи систем балансування одночасно вирішуючи проблеми мінімізації комутаційних втрат в силових ключах перетворювача.

ПЛАНУВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ З РОБОТОТЕХНІКИ МЕТОДАМИ ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ

Тищенко Л.В., Воронцова М.Ю., Котляров В.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В умовах різкого скорочення аудиторних годин, що відводяться навчальними планами на вивчення дисциплін, важливе значення набуває оптимізація тематики лекційних курсів. Вона повинна виконуватися не евристично, на базі уявлень і інтуїції окремого викладача, а регулярними формальними методами із залученням відповідного математичного апарату. Програму курсу слід представляти в наочній та, одночасно, придатній для комп'ютерного аналізу формі. Пропонується складання навчальної програми розглядати як процес формування вимог до системи навчання. Тоді аналіз вимог, що виявляє їх узгодженість, повноту, складність реалізації та інші характеристики, можна виконувати тими ж методами і засобами, що і аналіз вимог до робототехнічних і мехатронних систем, але як вимоги в цьому випадку виступають цілі, завдання, теми занять та засоби навчання.

На сьогоднішній день широке застосування при визначенні вимог до мехатронних систем знаходять так звані дескриптивні (описові) моделі, найпростішими прикладами яких є електричні структурні та функціональні схеми. До більш розвинених та виразних графічних засобів моделювання цього типу відносяться мови моделювання SysML, AADL, діаграми IDEF0 та багато інших. Раніше для опису навчальних програм дисциплін, пов'язаних з робототехнікою, було запропоновано застосування мови SysML. Вона забезпечує наочну візуалізацію зв'язку цілей і завдань навчання з темами занять, навчальними матеріалами і освітніми ресурсами. Однак, мова SysML сама по собі не надає інструментів автоматичного аналізу отриманої моделі навчального курсу. Виявлення, наприклад, центральних тем курсу або оптимальних за складністю маршрутів навчання вимагає розробки спеціального інструментарію. Разом з тим, існують готові програмні продукти і методики їх застосування, що дозволяють виконувати такий аналіз вимог. Зокрема, їх надає методологія цілеорієнтованого проектування вимог (GORE - Goal-oriented requirement engineering). В рамках цієї методології ієрархічна система взаємопов'язаних вимог будується за допомогою невеликої кількості визначених типів зв'язків. Кожен тип зв'язку має математичний опис у вигляді логічної формули. В цілому модель вимог до навчального курсу є системою логічних рівнянь, яку можна аналізувати на несуперечливість, використовувати для виявлення досяжності заданих цілей та визначення найкоротших маршрутів навчання.

Проведені за допомогою методології GORE дослідження привели до створення моделей ряду навчальних тем по лекційним курсам дисциплін «САПР», «Конструювання роботів», «Основи теорії комп'ютерних систем в електроприводі та мехатроніці». Результати застосування побудованих моделей для формування робочих програм цих дисциплін свідчать про ефективність запропонованого підходу до планування навчальних курсів.

УТОЧНЕНА МОДЕЛЬ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИСОКОТОЧНОГО БАГАТОКАНАЛЬНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПОДАЧІ ВЕРСТАТА

Худяєв О.А., Собченко В.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Результати роботи представляють логічне продовження і розвиток результатів, отриманих в роботах [1,2]. Стосовно до електроприводу (ЕП) механізму подачі (МП) верстата моделі ІР1600ПМФ4 отримані уточнені математична і комп'ютерна моделі руху і елемента виконана порівняльна оцінка ефективності роботи в ustalених динамічних режимах ітераційного дво - і трьохканального диференційно-редукторного ЕП МП.

Таблиця 1 – Порівняльна оцінка точності відпрацювання синусоїдальних керуючих сигналів $U_{3П}(t) = U_{3П,max} \sin 2\pi ft$ ($U_{3П,max} = \text{var}$; $f = \text{var}$) трьохканальним диференційно-редукторним ЕП подачі верстата

Задана зона і амплітуда переміщення РО	Зменшення запізнювання по фазі в трьохканальному ЕП у порівнянні з одноканальним ЕП (з різними типами приводів) і з двоканальним ЕП МП верстату, раз					
	27,5 Гц			160 Гц		
S_M (0,001 мм)	Одноканальний ЕП типу ШП-ДПС		Двоканальний ЕП	Одноканальний ЕП типу ШП-ДПС		Двоканальний ЕП
	ПЧ-АД			ПЧ-АД		
	14	1,463	3,26	2,95	1,17	1,48
S_C (0,02 мм)	31 Гц			55 Гц		
	Одноканальний ЕП типу ШП-ДПС		Двоканальний ЕП	Одноканальний ЕП типу ШП-ДПС		Двоканальний ЕП
	ПЧ-АД			ПЧ-АД		
5,39	3,21	1,135	1,355	1,234	1,209	
S_B (20 мм)	1 Гц			1,6 Гц		
	Одноканальний ЕП типу ШП-ДПС		Двоканальний ЕП	Одноканальний ЕП типу ШП-ДПС		Двоканальний ЕП
	ПЧ-АД			ПЧ-АД		
6,27	4,69	1,416	1,31	1,185	1,139	

Встановлено, що трьохканальний ЕП МП з перенастроюваним підвищувальним редуктором ППР потенційно забезпечує швидкодію і точність управління подачею РО, недосяжні не тільки за допомогою відповідних традиційних одноканальних безредукторних приводів подачі різних типів, але і за допомогою аналогічного по побудові двоканального диференційно-редукторного ЕП. Найбільший ефект підвищення точності управління подачею РО досягається при відпрацюванні приводами складних законів управління, в тому числі синусоїдальних керуючих сигналів (табл. 1).

Література:

1. Худяєв А.А. Математическая модель трехканального дифференциально-редукторного электропривода подачи, построенного по итерационному принципу / А.А. Худяев, В.В. Поленок // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MICROCAD-2016): Матеріали ХХІV міжнародної науково-практичної конференції, 18–20 травня 2016 р., Харків. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – С. 122.

2. Худяєв А.А. Структурно-алгоритмическая схема итерационного трехканального дифференциально-редукторного электропривода подачи / А.А. Худяев, В.В. Поленок // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MICROCAD-2017): Матеріали ХХV міжнародної науково-практичної конференції, 18–19 травня 2017 р., Харків. – Харків: НТУ «ХПІ», 2017. – С. 119.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РЕЛЕ КОНТРОЛЮ НАПРУГИ ОДНОФАЗНИХ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Чепелюк О.О., Зорін Є.Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

На електротехнічному ринку України для захисту однофазних побутових споживачів електричної енергії від недопустимих відхилень напруги живлення широко представлені реле контролю напруги, які здійснюють захист споживачів від недопустимих відхилень напруги в мережі живлення шляхом відключення навантаг від аварійної мережі живлення, повторне підключення споживача до мережі живлення при нормалізації у ній напруги такі реле здійснюють автоматично. Номенклатура таких реле представлена як вітчизняними так і зарубіжними виробниками і на тепер є досить різноманітною як за технічними характеристиками, так і за способом технічної реалізації, конструктивним виконанням, алгоритмами роботи, особливостями налаштування тощо [1].

За результатами проведеного аналізу сучасної номенклатури реле контролю напруги, їх характеристик та різновидів були виділені наступні особливості.

За типом конструктивного виконання розрізняють реле модульної конструкції для стаціонарного монтажу на DIN-рейку у розподільному щиті; у вигляді адаптера для розетки або вбудовані у подовжувач; вбудовані в електропобутові прилади.

Реле контролю напруги являють собою комбінацію двох складових – електронної, що призначена для контролю напруги й силової для швидкого роз'єднання кола. Найбільш поширеною є електронна частина реле, виготовлена на основі мікропроцесора або мікроконтролера, що дозволяє виробникам реле наділяти їх додатковими функціями, такими як регулювання порогів спрацьовування; регулювання часу автоматичного повторного ввімкнення; вимірювання величини струму й, відповідно, такі реле можуть мати вбудований захист від перевантаження по струму. Реле деяких виробників можуть мати: можливість регулювання часу затримки відключення споживача від мережі у разі аварійної події; вбудований лічильник електроенергії; термозахист самого реле, тобто якщо температура всередині корпусу реле перевищує встановлене виробником значення, то реле вимикає живлення споживача; пам'ять аварійних подій (час і значення параметрів мережі в момент знеживлення); вбудований захист від імпульсних перенапруг; вольт-ампер-ваттметр. Найбільш повно зазначені вище додаткові функції реалізуються виробниками в реле контролю напруги стаціонарного виконання.

Описані вище додаткові можливості реле дозволяють створити багатофункціональний захисний пристрій в одному корпусі.

Література:

1. Чепелюк А. А. К вопросу классификации реле напряжения для защиты бытовых однофазных потребителей от недопустимых отклонений напряжения в питающей сети / А.А. Чепелюк // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. - 2014. - № 41. - С. 25-36.

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНОФАЗНИХ РЕЛЕ КОНТРОЛЮ НАПРУГИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

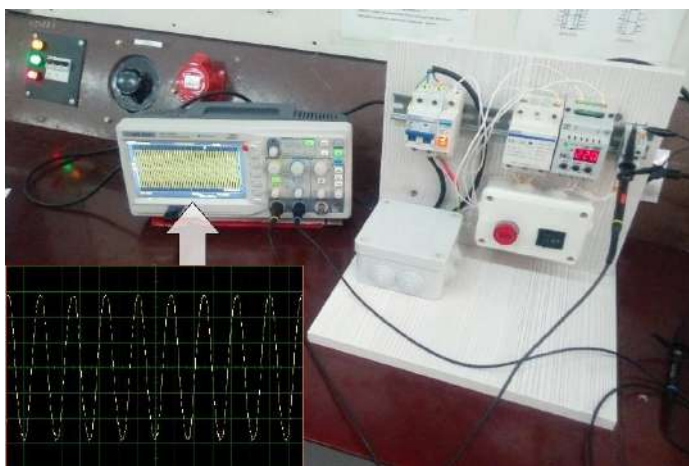
Чепелюк О.О., Шнейдерович Є.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Актуальність роботи обумовлена необхідністю проведення лабораторних досліджень з однофазними реле контролю напруги для захисту побутових споживачів з метою вивчення принципів роботи реле контролю напруги різних видів; здобуття практичних навичок з їх вибору, встановлення, підключення та налаштування; визначення реальних характеристик реле контролю напруги експериментальним методом, що у свою чергу потребує створення відповідного лабораторного стенду та методичних вказівок до лабораторної роботи.

Мета роботи – розробка лабораторного стенду для дослідження реле напруги для захисту побутових споживачів та методичних вказівок до відповідної лабораторної роботи.

Лабораторний стенд (див. рис.) втілює в собі «мобільну концепцію», суть якої полягає у тому, що він виконаний на окремому ДСП-каркасі і для подачі на нього напруги живлення він з'єднується зі стаціонарним лабораторним столом двома гнучкими кабелями за допомогою однофазної вилки та трьох контактних штекеру, що робить його мобільним (переносним), спрощує обслуговування та підвищує зручність користування ним. До складу лабораторного стенду входить: двополюсний автоматичний вимикач АсКо–УКРЕМ ВА-2017-2/25, сигнальна лампа АсКо–УКРЕМ СЛ-2001, реле напруги АсКо–УКРЕМ РН-32, реле напруги Volt Control РН-113, підвищуючий трансформатор, цифровий вольтметр, перемикач на 3 положення, однофазна вилка із заземлюючим РЕ контактом, трьох контактний штекер для підключення мобільного стенду до ЛАТРу, шина заземлення, вивідні клеми дільника напруги.



Розроблено методичні вказівки до лабораторної роботи, що включають в себе: титульний лист; зміст методичних вказівок та два додатки у яких наведені контрольні запитання та правила оформлення звіту про виконання лабораторної роботи. У методичних вказівках використано гіперактивні посилання на технічну документацію необхідну для проведення лабораторної роботи, що дозволить студентам отримувати також знання та уміння роботи з нею.

Дану роботу впроваджено у навчальний процес кафедри електричних апаратів НТУ «ХПІ» у вигляді лабораторного стенду для проведення лабораторної роботи «Дослідження реле контролю напруги для захисту побутових споживачів», що покращує якість навчального процесу на кафедрі, завдяки роботі з обладнанням та технічною документацією на практиці.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВІЛЬНОГО ВИБІГУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ ЯКОРЯ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Шайда В.П., Юр'єва О.Ю., Першин О.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Момент інерції якоря двигуна постійного струму є важливою величиною для розрахунку статичних і динамічних характеристик електроприводів. Значення моменту інерції якоря двигуна постійного струму, визначене за розрахунковими формулами, є попереднім, яке потребує подальшої перевірки експериментом.

Ця робота є продовженням дослідження, розпочатого в [1]. Дослідження проводились для того самого двигуна постійного струму типу 4ПНЖ200М виробництва АТ «Електромашина» (Харків). Двигун послідовного збудження має потужність 60 кВт та частоту обертання 3000 об/хв. Для експериментального визначення моменту інерції двигуна використовувався метод вільного вибігу або, як ще його називають, – метод самогальмування. Теоретичні засади цього методу широко відомі та докладно освітлюються в ГОСТ 25941 та підручниках (розділ спеціальних випробувань електричних машин). Електродвигун в режимі неробочого ходу розганяється до частоти обертання, яка відповідає усталеному режиму роботи. Надалі двигун вимикається від мережи живлення та вимірюється залежність частоти обертання від часу – так звана крива самогальмування – допоки двигун не зупиниться.

Момент інерції якоря двигуна розраховувався за формулою:

$$J_m = \left(\frac{30}{\pi} \right)^2 \cdot P_o \cdot \frac{\Delta t}{(n_N \cdot \Delta n)},$$

де P_o – втрати в режимі неробочого ходу, в ватах; Δt – проміжок часу, за який частота обертання змінюється на величину Δn , в секундах, $\Delta t = t_2 - t_1$; n_N – номінальна частота обертання двигуна, при випробуваннях становила 3065 об/хв; Δn – різниця між верхнім та нижнім значенням частоти обертання, $\Delta n = n_2 - n_1$.

За результатами експериментального визначення за методом вільного вибігу момент інерції якоря ДПС становить 1,37 кг·м², за методом спадного вантажу – 0,907 кг·м² [1], за даними каталогу підприємства-виробника – 0,3 кг·м². Як бачимо різниця між результатами, отриманими експериментально, становить трохи більше 30 %, а від каталожних даних результати відрізняються в рази.

Література:

1. Першин О. А. Застосування методу спадного вантажу для визначення моменту інерції двигуна постійного струму / О. А. Першин, В. П. Шайда // XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (19–22 листопада 2019 року): матеріали конференції / за ред. проф. Є. І. Сокола. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – С. 254–255.

ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ БІБЛІОТЕКИ SIMMECHANICS В ДОСЛІДЖЕННЯХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Шамардіна В. Н., Дем'янець С. О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний університет», м. Харків

Проектування електромеханічних систем (ЕМС) передбачає аналіз їх властивостей на основі комп'ютерного моделювання динамічних процесів. Сучасні системи часто мають складний взаємозв'язок електричної (ЕЧ) і механічної частин (МЧ), це потребує деталізації подання їх в моделях і, як наслідок, ускладнює математичний опис (МО). Бібліотека SimMechanics в Matlab дозволяє моделювати МЧ ЕМС без виконання МО, що робить моделювання привабливим й при недостатній підготовці користувачів з механіки і вищої математики.

Робота спрямована на розробку методичних вказівок для досліджень ЕМС з використанням бібліотеки SimMechanics пакета Matlab при виконанні студентами курсових і випускних робіт з автоматизованого електроприводу.

SimMechanics має блоки для моделювання рухів твердих тіл механізмів за законами механіки; на основі моделі формулює і вирішує рівняння руху всієї МЧ; надає середовище для тривимірної симуляції і візуалізації механічних систем роботів, верстатів, транспортних і вантажопідйомних засобів і т.д. [1].

Бібліотека SimMechanics (в MATLAB 9.6) містить дев'ять розділів з блоками певної групи: Body Elements; Curves and Surfaces; Frames and Transforms; Joints; Constraints; Belts and Cables; Gears and Couplings; Forces and Torques; Utilities. Окремі блоки фактично є моделями, що імітують механічний рух однієї частини механізму щодо іншої з урахуванням обмежень і ступенів свободи.

Параметризація моделі виконується в Matlab за допомогою змінних і виразів, є можливість поєднувати з проектуванням систем керування для багатомасових систем в Simulink, а також додавати електричні, гідравлічні, пневматичні та інші компоненти до механічної моделі за допомогою Simscape і аналізувати роботу всієї системи в одному середовищі симуляції.

Переваги моделей МЧ в SimMechanics: урахування масо-інерційних характеристик тіл; простота створення моделей; візуалізація процесів; висока швидкість обчислень при моделюванні рухів багатоланкових об'єктів з великим числом ступенів свободи при великих переміщеннях.

Висновки: SimMechanics дозволяє виконувати прямий аналіз динаміки ЕМС з визначенням переміщення, швидкості, прискорення тіл при діючих силах і моментах, а також зворотний аналіз, спрямований на визначення сил та моментів, необхідних для реалізації бажаних параметрів руху.

Література:

1. Моделирование и визуализация движений механических систем в MATLAB: Учебное пособие / В.С.Щербаков, М. С. Корятов, А.А. Руппель, В.А. Глушец, С.А. Милюшенко. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. – 84 с.

ПЕРСПЕКТИВНІ ГАЛУЗІ ВИКОРИСТАННЯ НАДПРОВІДНИКІВ В ЕЛЕКТРОТЕХНІЦІ

Шевченко В.В., Осипов А.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сучасні вимоги впровадження енергозбереження, прагнення зменшення втрат в електротехнічному обладнанні відновили інтерес до використання обладнання з нульовим активним опором, до надпровідників (НП). У світовій практиці з 60-х років 20-го століття не припинялися дослідження з використання НП-сті в електротехніці, незважаючи на те, що теорія БКШ визначила можливість існування тільки низькотемпературної НП-сті. Відкриття в 1986 р високотемпературних надпровідників (ВТНП) визначило новий виток в практичному використанні НП в електротехнічних пристроях, тому що створення ВТНП обладнання з підтримкою НП-сті за рахунок охолодження тільки рідким азотом (77 К) стало реальним і, безумовно, рентабельним. В даний час створені ВТНП-ки з критичними температурами до 164 К, що дозволило, наприклад, на базі вісмутів купратів $Bi-2223$ зі структурою тетрагонального шаруватого перовскиту, налагодити промисловий випуск проводів для обмоток. Деяке уповільнення практичного впровадження такого електрообладнання в сучасну техніку, на наш погляд, пов'язано тільки із загальносвітовою економічною кризою. Області застосування ВТНП-ків в електротехніці вельми різноманітні. Але кожен напрямок вимагає додаткових досліджень, тому що конструкції обладнання з НП обмотками мають істотні відмінності. Наприклад, розглянемо один з варіантів виконання конструкції НП-вого трансформатора: його обмотки поміщені в рідкий азот і термічно ізолюються від «теплого» осердя і навколишнього середовища за допомогою двухстінних контейнерів (кріостатів), виконаних з полімерів. Між стінками кріостату насосом підтримується вакуум. До переваг слід віднести екологічну безпеку (відсутність трансформаторного масла); зменшені масогабаритні показники; підвищену надійність і ККД. За оцінками фахівців компанії *ACS Systems Limited*, [1], вартість трансформатора з НП-вими обмотками буде на 20% нижче, ніж традиційного такої ж потужності, а втрати при змінному струмі в полі 0,1 Тл складуть 0,25 мВт/(А·м). Також у ВТНП трансформаторів підвищена переважувальна здатність. Аналогічні характеристики має і інше обладнання з ВТНП обмотками: обмежувачі струмів; лінії електропередачі; силові кабелі; накопичувачі енергії (індуктивні та кінетичні накопичувачі енергії з магнітним підвісом); електричні машини (з НП обмотками постійного струму; з НП обмотками змінного струму в якорі; синхронні компенсатори). Особливу увагу заслуговують електричні машини з масивними ВТНП елементами, принцип дії яких заснований на явищі гістерезису в об'ємних ВТНП елементах; на високій магнітній анізотропії шаруватих композитних матеріалів з ВТНП і ферромагнітних елементів; на здатності об'ємних елементів і композитних пластин "захоплювати" сильні магнітні поля (до 8÷12 Тл при $T=20$ К і 1÷2 Тл при $T = 77$ К), що є новим.

Література:

1. Around Cable Systems® (ACS). - <https://kross-kontakt.ru/proizvoditeli/acs>

РОЛЬ АСИНХРОНІЗОВАНИХ ТУРБОГЕНЕРАТОРІВ В ПІДТРИМЦІ ПАРАМЕТРІВ ЕНЕРГОСИСТЕМИ

Шевченко В.В., Потоцький Д.В., Профатілов В.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для забезпечення стійкості, надійності і економічності роботи електроенергетичних систем в різних режимах, у світовій практиці паралельно з синхронними турбогенераторами (СТГ) встановлюють асинхронізовані турбогенератори (АСТГ). Нерівномірність споживання електроенергії призводить до необхідності регулювання і стабілізації напруги, до забезпечення балансу активної та реактивної потужностей. СТГ можуть працювати в режимах видачі реактивної потужності, але в режимах її споживання – незначне. Забезпечення компенсації надлишків реактивної потужності зазвичай покладається на додатково встановлене електрообладнання, що підвищує капітальні витрати і не завжди ефективно. Необхідне шукати нові способи компенсації реактивної потужності. Проблему поглиблює зростання протяжності високовольтних електричних мереж (110-750 кВ). Сучасні досягнення в галузі створення СТГ послужили базою для розробки і створення АСТГ потужністю 110-350 МВт з повністю водяним, комбінованим і з повністю повітряним охолодженням. У режимах видачі реактивної потужності для СТГ і АСТГ обмеженням є номінальний струм ротора (див. рис.). У режимах споживання за умовами статичної та динамічної стійкості для СТГ вводять обмеження мінімального збудження (ОМЗ). Для АСТГ ОМЗ відсутнє, тому що у них забезпечена статична і динамічна стійкість, а споживання реактивної потужності обмежує тільки номінальний струм статора.

Так, при номінальній активній потужності $P_N=160$ МВт СТГ ТЗФГ-160

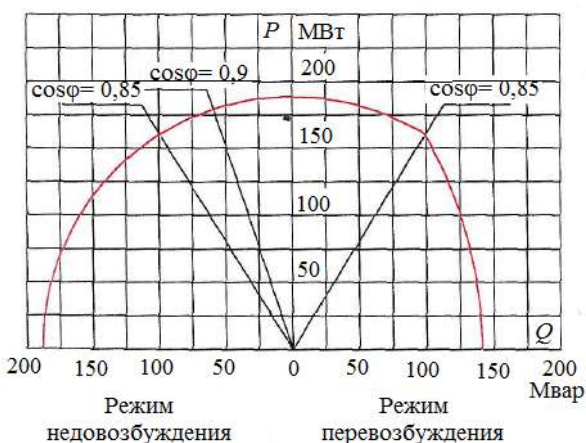


Рис. Діаграма режимів роботи ТГ серій ТГВ і ТЗФАУ потужністю 160 МВт

може працювати тільки з нульовою реактивною потужністю, а АСТГ ТЗФАУ-160 може споживати до 100 МВА реактивної потужності. Наявність двох ОЗ і двох індивідуальних збудників для кожної ОЗ дають можливість в перехідних режимах оптимально орієнтувати МРС АСТГ для створення максимального електромагнітного моменту. При сильних збуреннях, коли можливості управління обмежені максимальною напругою збудження, оптимальна

орієнтація МРС збудження досягається автоматично поєднанням форсировок і розфорсировок напруг ОЗ по осях d і q (по команді АРЗ). Регулювання моменту і видачі або споживання реактивної потужності відбувається незалежно. Рівень динамічної стійкості АСТГ мало залежить від об'єму виробітки реактивної потужності, і він вище, ніж у СТГ, які в режимах споживання реактивної потужності вимагають глибокого зниження навантаження.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МОСТОВОГО КРАНУ ЗА РАХУНОК ВИБОРУ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Шевченко І.О., Асмолова Л.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Проблема енергозбереження актуальна на сьогодні. В першу чергу це відноситься до електромеханічних пристроїв з електроприводом, основний елемент якого електродвигун. Відомо, що близько 60 % всієї електроенергії, що виробляється споживається електродвигунами в електроприводах робочих машин, механізмів, транспортних засобів [1]. Тому заходи щодо економії електроенергії в електроприводах як головного споживача електроенергії в промисловості має важливе народногосподарське значення, оскільки на їх частку припадає основна частина загальних втрат електроенергії в системі електропостачання промислових підприємств.

Одним з ефективних рішень підвищення енергоефективності в підйомно транспортних машинах є створення частотно-регульованого електроприводу з асинхронним електродвигуном замість морально застарілої релейно-контакторної системи управління [2, 3], якою досі оснащена більшість мостових кранів.

Оснащення крану релейно-контакторним управлінням це найлегше рішення, але воно має свої мінуси. В першу чергу це:

- механічні силові контакти, що працюють в умовах регулярних включень і виключень;
- різкість запуску двигунів;
- складна система зміни швидкостей.

Установка частотно-регульованого електроприводу в мостовому крані дає можливість:

- легко і точно змінювати швидкість двигуна від мінімальної до максимальної;
- розробити спрощений режим роботи обладнання за допомогою плавного розгону і гальмування електродвигуна.

Таким чином, заміна релейно-контакторної системи управління на частотні перетворювачі, дозволить істотно полегшити режим роботи електродвигуна, забезпечуючи його плавний розгін і гальмування.

Література:

1. Федоров О.В. Частотно-регулируемый электропривод в экономике страны. М.: ИНФРА, 2011. 143 с.
2. Какая система управления краном лучше. URL: <http://www.uralkran.ru/kran-ekspert/kakaya-sistema-upravleniya-kranom-luchshe/> (дата обращения 13.03.2020).
3. Модернизация крана на частотный привод. URL: <https://installcraneserv.com/services-2/modernizatsiya-krana-na-chastotnyj-privod/> (дата обращения 13.03.2020).

SPEED SPOT ЯК ПОКРАЩЕНИЙ ГРАФІЧНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ СТАНУ СЕРЦЕВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Шишкін М.А., Бутова О.А., Голдобін С.М.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м.Харків

В даний час все більш широке поширення набувають методи нелінійного аналізу варіабельності серцевого ритму (Heart rate variability). Сигнали електричної активності серця можна трактувати як процеси, що описуються в рамках теорій динамічного хаосу і нестационарних процесів. На практиці, для виявлення порушень серцевої діяльності часто використовують графічні методи аналізу ритму, які полягають в оцінці форми і параметрів графіка розподілу серцевих інтервалів за досліджуваній проміжок часу: хмари Пуанкаре, гістограми RR-інтервалів і тривимірна скаттерографія [1].

Огляд досліджень, що стосуються хмар Пуанкаре, показав, що ця наукова галузь є новою кількісно-візуальною технікою, всі можливості якої ще не вивчені.

Авторами запропонований покращений графічний метод оцінки серцевої діяльності, що названий «SpeedSpot» (діаграми швидкості зміни RR інтервалу).

Суть методу полягає в формуванні координати точки стану $SS_n(x,y)$ в ортогональній координатній площині xu як поточного значення RR інтервала (x координата) та значення швидкості зміни тривалості RR інтервалів поблизу поточного n -го значення RR (y координата) - dRR . Найбільш

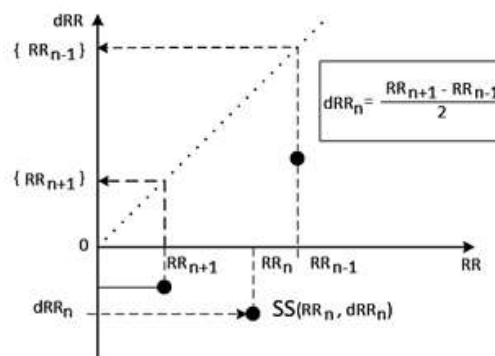


Рис.1 – Графічна інтерпретація SpeedSpot

прийнятним з точки зору інваріантності форми по відношенню до часового розбиття вибрано диференціювання центральними різницями[2]. На Рис. 1 надано графічну інтерпретацію SpeedSpot.

Спосіб, що запропоновано, завдяки симетрії розподілу точок відносно вісі x , надає більше можливостей для використання в системах автоматичного стеження за порушеннямв серцевого стану.

Література:

1. Khandoker, A.H., Karmakar, C., Brennan, M., Palaniswami, M., Voss, A. (2013). Poincaré Plot Methods for Heart Rate Variability Analysis. New York Heidelberg Dordrecht London: Springer, <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7375-6>
2. Y. Sokol, M. Shyshkin, O. Butova, O. Akhiezer, O. Dunaievskia. Improved graphical analysis of atrial fibrillation based on Holter measurement data. /2019 29th International Scientific Symposium “Metrology and Metrology Assurance 2019”(MMA), pp.178-183

ОЦІНКА ЯКОСТІ З'ЄДНАННЯ КОТУШОК ОБМОТКИ ЗБУДЖЕННЯ СИНХРОННОЇ ЯВНОПОЛЮСНОЇ МАШИНИ

Юр'єва О.Ю., Шайда В.П., Катешко В.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В синхронних явнопольосних машинах (генераторах або двигунах) обмотка збудження складається з окремих котушок, розташованих на полюсах та з'єднаних послідовно із забезпеченням напрямку магнітного потоку для створення відповідної полярності полюсів. Місце з'єднання окремих котушок називається міжполюсною перемичкою (рис.1). З'єднання здійснюється пайкою з подальшим ізолюванням. Якість виконання міжполюсних перемичок впливає на експлуатаційну надійність синхронної машини [1].

Спираючись на закон Джоуля – Ленца та формулу Ньютона – Ріхмана [2], отримано математичну модель, яка пов'язує характеристики місця з'єднання котушок обмотки збудження та його температуру. Ця математична модель дозволяє оцінити якість виконання технологічного процесу з'єднання котушок обмотки збудження, що характеризується силою контактного натискання, за температурою, виміряною під час контрольної операції.



Рис. 1 – Міжполюсна перемичка обмотки збудження синхронної машини

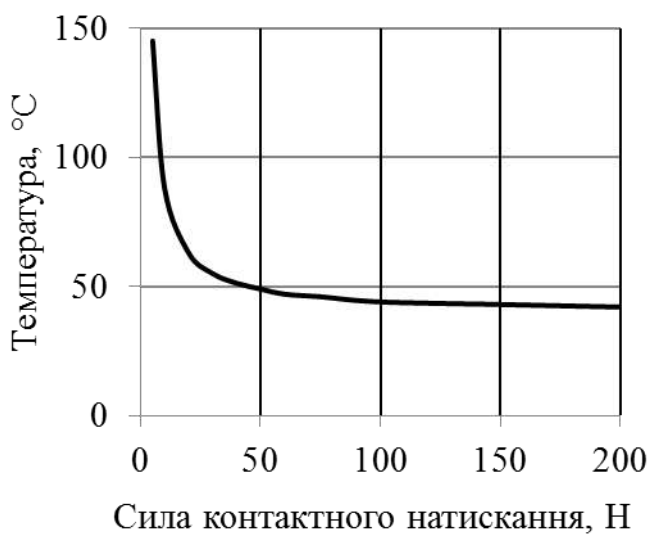


Рис. 2 – Залежність температури від сили контактного натискання міжполюсних перемичок

Література:

1. Мглинець Є. В. Метод діагностування дефектів у розвитку в міжполюсних перемичках при експлуатації синхронних двигунів / Є. В. Мглинець, М. Ю. Мандровський, М. Ф. Чекараміт, О. Ю. Юр'єва // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: «Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії». – 2020. – № 3 (1357). – С. 56-61. – doi:10.20998/2409-9295.2020.3.10.
2. Бржезицький В. О. Електричні апарати: підручник / Бржезицький В. О., Зелінський В. Ц., Лежнюк П. Д., Рубаненко О. Є.. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. – 602 с.

СЕКЦІЯ 10. СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ

АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВПЛИВІВ НА ЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ ГАЗІВ РОЗЧИНЕНИХ В МАСЛІ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Абрамов В.Б.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»,
м. Київ*

Наведено результати впливу експлуатаційних факторів на значення концентрацій розчинених у маслі газів. Для виконання аналізу використовувалися результати хроматографічного аналізу розчинених в маслі газів по 426 силовим трансформаторам напругою 110 і 330 кВ, загальним обсягом 54658 значень. Аналіз факторів виконувався з використанням моделей однофакторного і двофакторного дисперсійного аналізу.

На підставі виконаного аналізу [1] встановлено, що такі фактори як номінальна напруга трансформаторів, номінальна потужність, тип трансформаторів, а також регіон України, в якому експлуатуються трансформатори, можуть і не надавати детермінуючого впливу на однорідність концентрацій розчинених в маслі газів. Встановлено значущий вплив завантаження трансформаторів на зміну концентрацій в маслі діоксиду вуглецю.

За результатами виконаного аналізу однозначний вплив тривалості експлуатації на зміну концентрацій розчинених в маслі газів, встановити не вдалося, оскільки отримані результати істотно різняться для обладнання з різним типом захисту масел. Скоріш за все відсутність статистично значущого впливу тривалості експлуатації на значення концентрацій розчинених в маслі газів в трансформаторах з «вільним» диханням обумовлено процесом дифузії газів в атмосферу. В процесі експлуатації на зміну концентрацій розчинених в маслі газів впливає велика кількість зовнішніх факторів, кількісну оцінку впливу яких не завжди можливо врахувати. Тому, формування підмножин однорідних концентрацій розчинених в маслі даних тільки на основі обліку таких факторів як номінальна напруга і потужність трансформаторів, тип трансформаторів, термін експлуатації і т.д., може привести до помилкових результатів. Для отримання статистично однорідних вибірок, найдоцільніше, використовувати не факторний підхід, оскільки рівні впливу всіх факторів не завжди відомі, а статистичні критерії для перевірки гіпотези про однорідність вибірових значень.

Отримані результати аналізу не підтвердили відомі з літературних джерел рекомендації щодо умов забезпечення однорідності масивів концентрацій газів, розчинених в маслі силових трансформаторів.

Література:

1. Шутенко, О.В., Абрамов В.Б., Баклай. Д.Н. Анализ факторов, влияющих на однородность массивов концентраций растворенных в масле газов.// *Енергетика та електрифікація*, 2013. – №6. – С. 39-50.

АНАЛОГО-ЦИФРОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ПРОМИСЛОВОГО ПРИСКОРЮВАЧА ЕЛЕКТРОНІВ

Бандуров С.О.,¹ Ложкін Р.С.², Шишкін Г.О.¹

Бердянський державний педагогічний університет¹, м. Бердянськ,

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»², м. Харків

З метою додаткового контролю якості дотримання технологічних параметрів при радіаційній обробці матеріалів необхідно мати в складі прискорювача заряджених частинок пристрій для зчитування та наступного зберігання основних параметрів прискорювача. Для цього нами була проведена робота з розробки модулю аналого-цифрового перетворення (АЦП) на базі 10-бітного мікроконтролера (МК) PIC16F876A з тактовою частотою 4 МГц, принципову електричну схему якого показано на рисунку 1. Для програмування мікроконтролеру було зібрано програматор «EXTRA-PIC» та використовувалася програма «WinPic 800».

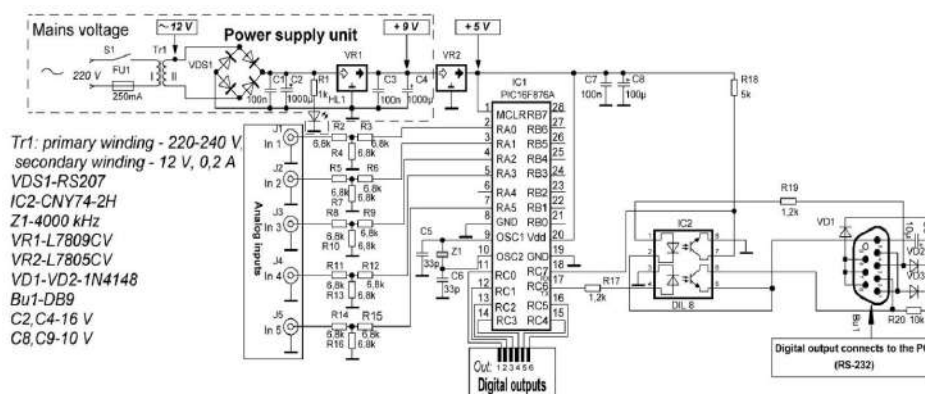


Рисунок 1 – Схема електрична принципова аналого-цифрового перетворювача

Представлений модуль АЦП дозволяє проводити контроль основних параметрів прискорювача, а саме: прискорювальної напруги (з подільника напруги), струму пучка (з шунта), а також додаткових параметрів: напруги розжарення інжектора, напруги на випрямній секції, тиску ізолюючого газу (SF_6), з можливістю виводити зареєстровані показники у реальному часі на монітор ПК. Інтерфейс зв'язку з ПК здійснюється за допомогою BU1–com–порту (рис. 1), швидкість обміну даними складає 9600 бод. Також можливо використовувати адаптер USB–RS-232, що дозволяє передавати сигнал з інтерфейсу RS-232 до USB інтерфейсу. Програма дозволяє встановити бажану швидкість реєстрації, ширину діапазону вимірюваних величин та їх порогові значення, з функцією звукової індикації. Функція «деталізація» дозволяє зберігати результати реєстрації у текстовому файлі для подальшого детального аналізу параметрів на предмет дотримання їх норм згідно до вимог технологічного процесу.

ЗАДАЧИ И СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТОВ УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ ЭСС

Барбашов И.В., Гайворонский С.В., Коблюк Я.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Расчеты установившихся режимов выполняются с целью определения параметров режима (режимных характеристик): уровней напряжения во всех узловых точках (пунктах) сети; потокораспределения мощностей (токораспределения) по всем участкам сети; потерь мощности во всех элементах сети. Полученные в результате расчета параметры режима сети позволяют выяснить соответствие этой сети требованиям надежного, качественного и экономичного электроснабжения.

Результаты расчета установившихся режимов служат также основой для решения целого ряда других задач: выбора сечений проводов и кабелей, мощностей трансформаторов и автотрансформаторов; оценки эффективности мероприятий, обеспечивающих поддержание напряжения в допустимых пределах; расчетов потерь мощности и электроэнергии для оценки экономичности работы сети и эффективности способов снижения потерь; определения интегральных показателей условий работы сети за длительный период (например, год): передаваемой энергии, средних значений отдельных параметров режима (напряжения в узлах, загрузки трансформаторов, плотности тока в линиях и т. п.) или диапазона изменения значений какого-либо параметра для расчетных элементов сети и др.

Основой расчета режимов ЭСС являются известные из курса ТОЭ законы электрических цепей (Ома, Кирхгофа), однако условия их применения к реальным электрическим системам существенно отличаются от условий, принимаемых при расчетах электрических цепей. Отличия связаны с тем, что электрическая система содержит не двухполюсные (R , L , C), а трехфазные элементы, фазы которых связаны электромагнитным и электростатическим влиянием; в состав электрической системы входят как статические элементы (линии, трансформаторы, реакторы), так и вращающиеся электрические машины (синхронные генераторы и компенсаторы, синхронные и асинхронные двигатели); элементы ЭСС могут иметь как сосредоточенные, так и распределенные параметры, как линейные, так и нелинейные характеристики.

Указанными отличиями трехфазных электрических систем обусловлено то, что задачи расчета режимов ЭСС более сложны и трудоемки. Поэтому большая и трудоемкая задача (с учетом размеров реальных электрических систем) расчета делится на ряд более мелких подзадач – переход от реальной трехфазной сети к ее однофазному эквиваленту и составление однофазной расчетной схемы (схемы замещения); составление системы уравнений электрической системы в установившемся режиме на основе законов Ома и Кирхгофа; решение полученной системы уравнений, определение параметров режима электрической системы и их анализ.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ ЭСС

Барбашов И.В., Кныш А.Е., Догода А.В.
*Национальный технический университет
«Харковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Основной объем вычислительной работы в задаче расчета установившихся режимов связан с составлением систем линейных или нелинейных алгебраических уравнений и их решением. Усилия, направленные на решение этих задач, привели к тому, что в настоящее время известно и применяется достаточно большое количество методов расчета установившихся режимов ЭСС. Из всего многообразия известных методов можно выделить две группы: *формализованные и неформализованные*.

Формализованные методы отличаются тем, что процедуры решения обеих подзадач – составления уравнений электрической сети в установившемся режиме и их решения доведены до уровня формальных алгоритмов и реализованы в виде соответствующих вычислительных программных продуктов для ЭВМ. Формализация *составления уравнений* реализована на основе методов теории графов (топологические методы), матричной и векторной алгебры. Схеме электрической сети ставится в соответствие граф, конфигурация сети в памяти ЭВМ представляется в виде матриц (соединений, сечений, контуров и др.). Матрицы, отражающие конфигурацию сети, многомерные векторы параметров элементов и параметров режима сети хранятся в виде соответствующих массивов. Задача составления системы уравнений сводится к обработке этих массивов, формированию матриц коэффициентов и векторов. В установившемся режиме электрической сети должен быть обеспечен баланс токов, напряжений, мощностей. Уравнения установившегося режима являются уравнениями баланса и могут быть представлены в одной из трех форм, известных из теории электрических цепей – уравнения баланса токов и напряжений (уравнения по I и II законам Кирхгофа); уравнения баланса напряжений (контурные уравнения по II закону Кирхгофа); уравнения баланса токов (узловые уравнения по I закону Кирхгофа). Практика применения различных методов формирования уравнений установившихся режимов для сложных ЭСС показала, что наиболее эффективными и удобными при реализации на ЭВМ (удобство автоматического формирования) являются уравнения узловых напряжений. Порядок системы уравнений установившегося режима электрической сети, составленной узловым методом, меньше, а процедура формирования значительно проще, чем другими методами. Формализация *решения уравнений* электрических сетей в установившихся режимах реализуется на основе применения методов вычислительной математики решения линейных и нелинейных алгебраических уравнений. Для решения линейных систем узловых уравнений применяются *прямые методы*, для нелинейных – *итерационные*.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПС

Барбашов И.В., Стреляный А.А., Щербак О.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

До настоящего времени в Украине успешно эксплуатируются ПС среднего и высокого напряжения, спроектированные и построенные во второй половине прошлого столетия. Поэтому актуальной является задача определения состояния и характеристик заземляющих устройств таких ПС.

Целостность заземляющих проводников и электродов, соответствие требованиям норм электрических характеристик существующих заземляющих устройств ПС наиболее целесообразно проверять экспериментально. При этом возникают проблемы, ставящие под сомнение полученные результаты:

– сложность, а порой невозможность правильного применения измерительных схем, что связано с наличием в зоне расположения ПС плотной городской или промышленной застройки;

– электрическая структура верхних слоев земли, в которой располагаются заземлители, имеет изменяющееся во времени (по сезонам) удельное электрическое сопротивление. Тогда полученные характеристики заземляющих устройств соответствуют только конкретному моменту испытаний, а пересчет результатов измерений через известные из литературы поправочные (сезонные) коэффициенты дает малодостоверный результат.

Еще большие проблемы создает применение методов расчета заземляющих устройств существующих ПС. Сразу следует отметить полную непригодность так называемых инженерных методов для этих целей. Более приемлимыми являются аналитические методы расчета сложных заземлителей, основанные на применении математического аппарата теории поля. На основе метода наведенного потенциала [1], включающего в качестве частных случаев методы среднего потенциала и потенциала в характерной точке, были разработаны алгоритм и программа расчета на ЭВМ электрического поля и сопротивления эквипотенциальных сложных заземлителей. Сопоставление результатов расчета по этому алгоритму с данными, полученными в условиях натурального и физического моделирования, подтвердили высокую его точность и вплоть до настоящего времени алгоритм метода наведенного потенциала продолжает оставаться наиболее точным из известных. А вот исходные данные о параметрах электрической структуры земли, претерпевающих значительные сезонные изменения, сильно влияют на точность расчета электрических характеристик заземлителей и использование в расчетах статистически обоснованных значений удельного сопротивления земли является необходимым условием получения более достоверных значений электрических параметров заземляющих устройств.

Литература:

1. Бургсдорф В.В., Якобс А.И. Заземляющие устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 400 с.

ВПЛИВ ФОРМИ ЕЛЕКТРОДІВ НА ПРОБИВНУ НАПРУГУ ТВЕРДИХ ТОНКИХ ДІЕЛЕКТРИКІВ

Безпрозваних Г.В., Гаврилюк І.Ю., Кессаєв О.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Досліджено вплив форми електродів на пробивну напругу конденсаторного паперу на постійному струмі із визначенням електричної міцності в залежності від товщини діелектрику за допомогою високовольтного стенду.

Стенд складається з вимірювального і високовольтного пристроїв, з'єднаних між собою блокувальним і вимірювальним кабелями. Високовольтний пристрій служить для отримання високої напруги, вимірювання товщини діелектриків за допомогою вимірювальної головки. У середині високовольтного пристрою розташовано вимірювальна камера, в яку введено рухомий стрижень вимірювальної головки. На стрижні розташовані випробувальні електроди чотирьох типорозмірів: площа – площа, напівсфера – напівсфера, сфера – сфера, голка – голка, які можна змінювати при випробуваннях за допомогою обертання. Електроди вимірювального стрижня електрично з'єднані з корпусом (загальним проводом) високовольтного пристрою і клемою вмонтованого електрода, на який подається позитивний випробувальний потенціал.

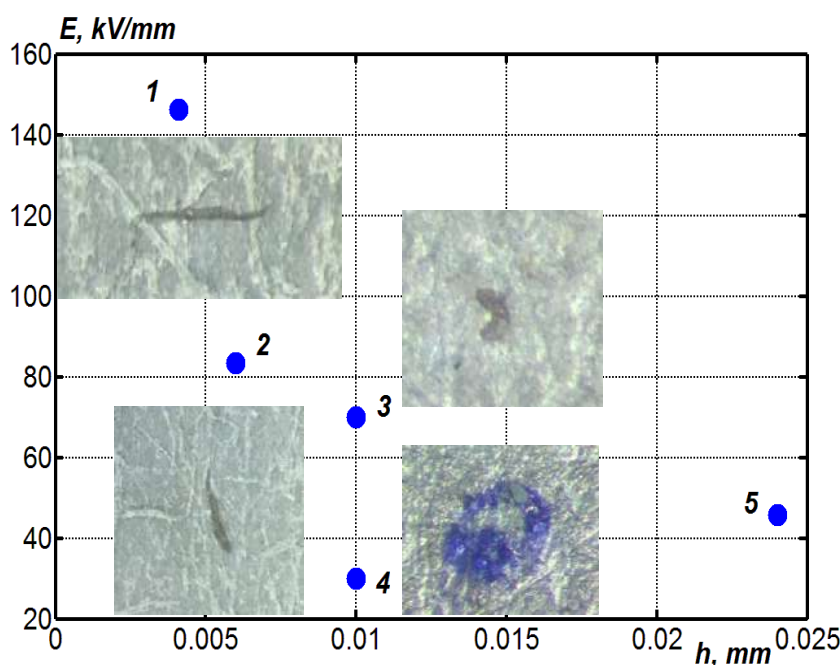


Рисунок 1 - Вплив форми електродів та товщини на електричну міцність конденсаторного паперу КОН-1

На рис. 1 наведено вплив товщини зразків конденсаторного паперу на електричну міцність в залежності від форми електродів: рис. 1, (1) – площина – площина (однорідне поле), рис. 1, (2) – сфера – сфера (слабко однорідне); рис. 1, (3) – напівсфера – напівсфера (неоднорідне), рис. 1, (4,5) – голка-голка (різко неоднорідне).

Найбільша електрична міцність

припадає паперу меншої товщини 4 мкм при випробуваннях в однорідному електричному полі; найменша – для більшої товщини 10-20 мкм в різко неоднорідному електричному полі.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСЕРГЕТИЧНОГО МЕТОДУ ДЛЯ ОЦІНКИ ДОСКОНАЛОСТІ ПРОЦЕСІВ В ТУРБОКОМПРЕСОРІ

Бекарюк О. М., Марченко А. П., Кравченко С. С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Прийнято вважати, що будь-яка ентальпія складається з ексергії і анергії. Досконалість процесів в турбокомпресорі, як правило, оцінюється рівнем його ККД, який залежить від величини ексергії в системі. Анерго-ексергетична схема дозволяє детально розглянути потоки втрат ексергії у вузлах турбокомпресора.

В роботі розглянуто ексергетичний метод оцінки вільного турбокомпресора дизельного двотактного двигуна спеціального призначення типу 6ДН12/2х12. Схема анерго-ексергетичного балансу турбокомпресора наведена на рисунку 1.

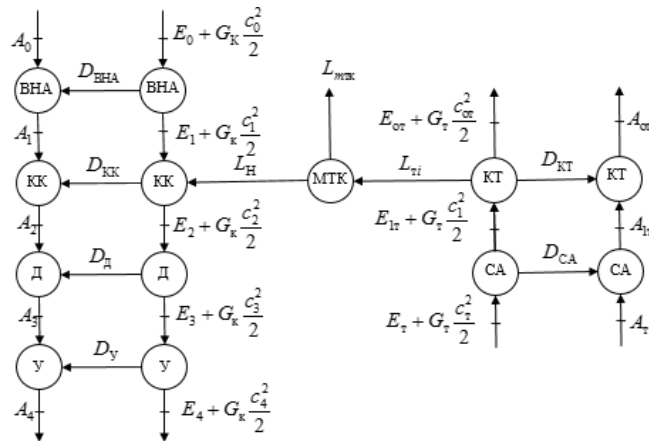


Рис. 1 – Анерго-ексергетична схема турбокомпресора: A_i , E_i – відповідно, анергія і ексергія потоку робочого тіла в нагнітачі та турбіні; D_i – втрати ексергії у відповідних вузлах нагнітача та турбіні; ВНА – направляючий апарат; МКК – колесо компресора; Д – дифузор; У – збірник повітря; МТК – механізми турбокомпресора; КТ – колесо турбіни; СА – сопловий апарат

Оцінка анерго-ексергетичного балансу проводилася для режиму максимальної потужності двигуна. На основі проведеного аналізу було виявлено, що найбільш вагомими втратами в дослідному турбокомпресорі є втрати в його механізмах (8,71% від підведеної ексергії), в колесі компресора (5,47%), дифузорі (4,84%) і колесі турбіни (2,95%). Таким чином, дослідження ексергетичних ККД процесів в нагнітачі та газовій турбіні свідчить, що основні втрати від недосконалості процесів спостерігаються в колесах компресора і турбіни та дифузорах компресора.

За результатами можна стверджувати, що при математичному моделюванні процесів, з метою оптимізації термодинамічних і конструктивних параметрів турбокомпресора, варто використовувати як традиційний, так і ексергетичний метод, оскільки вони дозволяють досліджувати процеси стиснення повітря в нагнітачі і розширення газів в турбіні з різних боків, тому інформація щодо якості аналізованих процесів буде найбільш об'єктивною.

АНАЛІЗ ПРИЧИН ПІДВИЩЕННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ВТРАТ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСФОРМАТОРНИХ МАСЕЛ

Бондаренко В.О., Пономаренко С.Г.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Підвищення діелектричних втрат в маслах в процесі експлуатації, не пов'язане з їх якістю, може бути обумовлено розчиненням в них компонентів погано запечених лаків трансформатора. Випадки різкого зростання $\text{tg}\delta$ в початковий період експлуатації мають місце при використанні вітчизняних масел в імпортованих і вітчизняних трансформаторах. Однак не виключена можливість підвищення втрат в маслах в перші місяці їх роботи і в вітчизняних трансформаторах, особливо при заливці в трансформатор ароматизованого свіжого масла, що містить смолисті продукти і здатного розчиняти старий, не видалений з трансформатора шлам з утворенням колоїдного розчину. Випробування в трансформаторах у вітчизняних та імпортованих масел показало, що $\text{tg}\delta$ змінюється як в бік підвищення, так і в бік зниження, але є, як правило, загальна тенденція до підвищення. Така аномальна зміна цього показника в процесі старіння пояснюється колоїдним характером домішок і незворотною зміною колоїдів. У ряді випадків не спостерігається зв'язку між зміною $\text{tg}\delta$ і показниками, що характеризують окислення масла. Виняток становить здатність масла утворювати осад в процесі старіння. Є тенденція зростання втрат зі збільшенням кількості осаду. У свіжих маслах в колоїдному стані можуть перебувати смоли і мила.

В процесі експлуатації колоїдними речовинами, що накопичуються в маслі, можуть бути:

- 1) компоненти лаку обмоток і старого шламу масел;
- 2) мила, що утворюються в результаті взаємодії кислих продуктів старіння масел з металами трансформатора;
- 3) кислі шламоподібні продукти, що не містять в своєму складі металу, наприклад кислоти, в тому числі асфальтогенів, погано розчинні в маслі, смоли, асфальтени, карбени та інші продукти окислення.

З практичної точки зору важливо не стільки знати абсолютне значення $\text{tg}\delta$ в свіжому маслі, скільки зуміти передбачити зміну його в процесі експлуатації. У процесі старіння $\text{tg}\delta$ змінюється, що підтверджується результатами лабораторних досліджень. Багаторічні експлуатаційні випробування, показали, що є явна залежність $\text{tg}\delta$ твердої ізоляції трансформатора від вмісту водорозчинних кислот в маслі. Але зазначені особливості досі мало враховуються при розгляді ізоляційних властивостей трансформаторних масел. Виходячи з викладеного основним показником, що характеризує трансформаторне масло на місці виробництва в якості ізоляційного матеріалу, прийнято вважати $\text{tg}\delta$.

ПРОБЛЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ПОВІТРООБМІНУ БУДІВЛІ ДЛЯ ЦІЛЕЙ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ

Булгаков О. В., Немировський І. А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м Харків

Згідно з вимогами «Закону про енергоефективність будівель» з 1 липня 2019 року, значна кількість будівель повинна мати сертифікати енергоефективності. Станом на 16 січня 2020 року, по даним Держенергоефективності розроблено та прийнято 1566 сертифікатів. При цьому практично не представлено звітів по обстеженню технічного стану будівель (аудитів). Це свідчить про те, що сертифікація будівель виконується на підставі наявної технічної документації і не відповідає фактичному стану.

Що стосується будівель, які збудовані до 2007 року, то їх, як правило, і без обстеження можна віднести до класу енергоефективності F та G, що стосується будинків за типовими проектами, то на наш погляд їх сертифікація теж повинна бути типовою. Але за законом енергетична сертифікація обов'язково повинна здійснюватися за методиками, що розроблені для цілей проектування, що значно ускладнює розрахунок, і потребує великого об'єму вхідних даних, які для більшості існуючих будівель давно втрачені.

В жовтні 2019 року спеціалістами Асоціації енергоаудиторів України були підготовлені пропозиції [1] щодо вдосконалення базового стандарту за яким розраховується енергопотребі будівлі, серед яких основною, була доповнення стандарту алгоритмом розрахунку повітрообміну для різних типів будівель, так як на даний момент єдиного методу розрахунку цієї величини немає. Як показує практика, енергія що витрачається на нагрів припливного повітря за рахунок вентиляції та інфільтрації займає від 30 до 60 відсотків у загальній енергопотребі будівлі на опалення, і незнання точної величини повітропроникності будівлі вносить значну похибку у розрахунок класу енергетичної ефективності.

Діючими стандартами передбачено декілька методів визначення обсяг повітрообміну будинку: за будівельними нормами, що діяли на момент будівництва; за розрахунком, описаним окремим розділом настанови з розробки енергопаспорту; за результатами випробувань згідно відповідного стандарту, з дотриманням санітарних норм кратності повітрообміну у природних умовах. Якщо розрахувати обсяг повітрообміну різними методами, можна виявити значну розбіжність в результатах – 0,5, 1,2, та 3 відповідно, для однієї і тієї ж будівлі. Кінцева величина енергоспоживання будівлі на опалення в такому разі може відрізнятись у два рази, що звичайно ж ставить під сумнів весь розрахунок, і фактично, лише випробування дозволяють отримати точний результат.

Література:

1. Пропозиції щодо вдосконалення та зауваження по ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [Електронний ресурс] // Сайт Асоціації енергоаудиторів. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://aea.org.ua/2019/10/propozytsii-shchodo-vdoskonalennia-ta-zauvazhennia-po-dstu-b-a-2-2-12-2015/>.

УТОЧНЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННЫХ НАГРУЗОК УЗЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С АВТОТРАНСФОРМАТОРАМИ

Величко Д.Ю., Донец Б.И., Куц А.П.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков

Уточненное определение приведенных нагрузок узлов электрической сети с автотрансформаторами с ненагруженной стороной низшего выполняется в следующей последовательности:

– на средней стороне автотрансформаторов желаемые напряжения принимаются равными $U_c = (1,0-1,1) U_{\text{ном.сети СН}}$;

– определяется мощность на средней стороне автотрансформаторов

$$\underline{S}_c = P_c + jQ_c = S_c \cos \varphi_c + jS_c \sin \varphi_c;$$

– рассчитываются относительные напряжения на средней стороне автотрансформаторов $U_c^* = U_c / U_{\text{ном.сети СН}}$;

– по типовыми обобщенными статическими характеристиками нагрузки по напряжению рассчитывается фактические значения мощности нагрузки на средней стороне автотрансформаторов

$$P_c(U) = [a_P + b_P U_c^* + c_P (U_c^*)^2] P_c; \quad Q_c(U) = [a_Q + b_Q U_c^* + c_Q (U_c^*)^2] Q_c,$$

где $a_P, b_P, \dots, c_Q, \dots$ – параметры аппроксимирующих функций;

– определяются коэффициенты трансформации автотрансформаторов с учетом всего диапазона ступеней устройств РПН $n_{\text{от.с } i}$

$$k_{\text{в-с } i} = U_{\text{н.в}} / U_{\text{н.с } i} = U_{\text{н.в}} / (U_{\text{н.с}} \pm n_{\text{от.с } i} \delta_c);$$

– находятся действительные напряжения на средней стороне автотрансформаторов, приведенные к высшей стороне, с учетом всего диапазона ступеней устройства РПН $U_{\text{с}^{\text{в}} i} = U_c k_{\text{в-с } i}$;

– рассчитываются потери мощности в обмотках среднего и высшего напряжений автотрансформаторов

$$\Delta \underline{S}_{\Sigma i} = \Delta P_{\Sigma i} + j\Delta Q_{\Sigma i} = \{ [P_c(U)^2 + Q_c(U)^2] / (U_{\text{с}^{\text{в}} i})^2 \} (R_{\Sigma} + jX_{\Sigma}),$$

где $R_{\Sigma} = R_{\text{в}} + R_{\text{с}}$ и $X_{\Sigma} = X_{\text{в}} + X_{\text{с}}$ – сопротивления обмоток среднего и высшего напряжений автотрансформаторов;

– определяются мощности на высшей стороне автотрансформаторов с учетом потерь в обмотках среднего и высшего напряжений автотрансформаторов $\underline{S}'_{\text{в} i} = P'_{\text{в} i} + jQ'_{\text{в} i} = \underline{S}_{\text{н} i} + \Delta \underline{S}_{\text{т} i}$;

– вычисляются продольные и поперечные составляющие падения напряжения в обмотках среднего и высшего напряжений автотрансформаторов

$$\Delta U_{\text{т} i} = [P_c(U) R_{\Sigma} + Q_c(U) X_{\Sigma}] / U_{\text{н}^{\text{в}} i}; \quad \delta U_{\text{т} i} = [P_c(U) X_{\Sigma} - Q_c(U) R_{\Sigma}] / U_{\text{с}^{\text{в}} i};$$

– находятся напряжения на высшей стороне автотрансформаторов

$$\underline{U}_{\text{в} i} = U_{\text{н}^{\text{в}} i} + \Delta U_{\text{т} i} + j\delta U_{\text{т} i}; \quad U_{\text{в} i} = \sqrt{[(U_{\text{н}^{\text{в}} i} + \Delta U_{\text{т} i})^2 + (\delta U_{\text{т} i})^2]};$$

– рассчитываются потери мощности в поперечных ветвях схемы замещения автотрансформаторов $\Delta \underline{S}_{\text{х} i} = \Delta P_{\text{х} i} + j\Delta Q_{\text{х} i} = G_{\text{т}} (U_{\text{в} i})^2 + jB_{\text{т}} (U_{\text{в} i})^2$;

– определяются приведенные нагрузки узла электрической сети с автотрансформаторами с учетом потерь в поперечных ветвях схемы замещения

$$\underline{S}_{\text{п} i} = P_{\text{п} i} + jQ_{\text{п} i} = \underline{S}_{\text{в} i} = \underline{S}'_{\text{в} i} + \Delta \underline{S}_{\text{х} i}.$$

ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНИХ ЗАЗЕМЛЮВАЧІВ

Вілков Є.О., Федосєєнко О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На кафедрі передачі електричної енергії Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» були виконані натурні дослідження електричних характеристик природних заземлювачів – залізобетонних підножників, які показали, що опір розтікання їх арматурних каркасів є нестабільним. Нестабільність опору обумовлена нелінійністю електричних характеристик залізобетонного підножника і сезонними змінами верхнього шару ґрунту. Тут представляє інтерес нелінійність електричних характеристик. Результати натурних досліджень при дискретній зміні амплітуди струму, який стікає з арматурного каркаса, частотою 50 Гц в діапазоні значень $I_m = 0,05 - 8,8$ кА показали, що нелінійність електричних характеристик залізобетонного підножника проявляється безінерційно як для діючих, так і для миттєвих значень струму. Тоді ж було встановлено, що нелінійність характеристик залізобетонного підножника є наслідком зміни контактного (перехідного) опору між арматурним каркасом і шаром бетону при зміні значення струму, який стікає з каркаса. Для врахування нелінійності був введений коефіцієнт $K_I(I_m) = R_{H,Підн} \cdot R_{E,Підн}^{-1}$, де $R_{H,Підн}$ – вимірні значення опору при струмі $I_m = 0,005$ кА, а $R_{E,Підн}$ – теж, але при токах з більшою амплітудою. Цей коефіцієнт приймає значення $K_I(I_m) = 1,0$ для $I_m = 1,0$ кА і потім зростає до $K_I(I_m) = 1,5$ при $I_m = 8,8$ кА.

Розрахункова модель арматурного каркаса залізобетонного підножника в обмеженому об'ємі землі при поданні заземлювача (арматурного каркаса) суцільним провідником дозволяє визначати опір розтікання при стіканні струму частоти 50 Гц, амплітуда якого не менше вказаного значення $I_m = 8,8$ кА. Ця модель використовувалася для дослідження характеристик заземлювального пристрою нейтралі з функцією часткового обмеження ударного струму однофазних коротких замикань в колі з автотрансформатором [8]. Конструкція заземлювального пристрою нейтралі, який поєднує функції резисторної установки і робочого заземлення нейтралі автотрансформатора, включає в себе автономний об'ємний заземлювач, в якості якого використаний природний заземлювач – арматурний каркас залізобетонного підножника. Значення струму, який стікає з арматурного каркаса, частотою 50 Гц в розрахунковому режимі приблизно дорівнює зазначеному вище $I_m = 8,8$ кА.

Велике число природних зосереджених заземлювачів поряд з великою сумарною довжиною штучних заземлювачів в конструкції складних заземлювальних пристроїв електроустановок зумовлює значення струму, який стікає з кожного природного заземлювача, свідомо менше того значення, при якому проявляється нелінійність, тобто $I_m \leq 1,0$ кА.

ВПЛИВ РОЗГЕРМЕТИЗАЦІЇ ЗОВНІШНЬОЇ ЗАХИСТНОЇ ОБОЛОНКИ ТА ПОТРАПЛЯННЯ ВОЛОГИ У СЕРЕДИНУ КАБЕЛІВ З ПЛАСТМАСОВОЮ ІЗОЛЯЦІЄЮ НА ЕЛЕКТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУКУПНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Гоков О.П., Ложкін Р.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

В процесі експлуатації виробів кабельної продукції, не рідко виникають випадки розгерметизації зовнішньої захисної оболонки. В такому стані деякий час кабелі можуть працювати. Але цей факт впливає на довготривалість їх роботи та на деякі інші робочі характеристики. Для виявлення даних випадків необхідно розуміти, яким чином розгерметизація зовнішньої захисної оболонки впливає на результати вимірювання електричних характеристик сукупних вимірювань.

Для цього було проведено вимірювання електричних характеристик кабелю з розгерметизованою оболонкою. Результати досліджень представлені на рисунку 1.

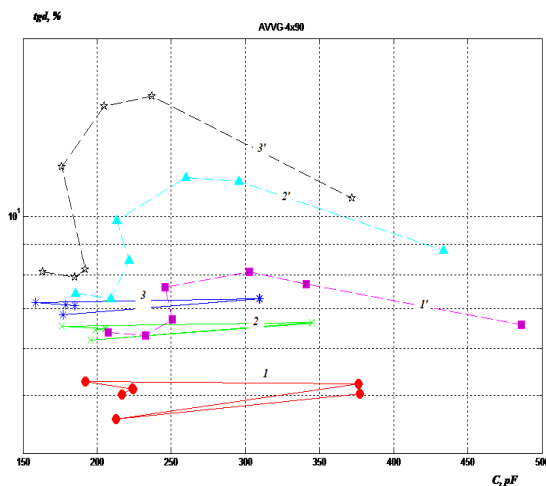


Рис.1 Вимірювання сукупних ємностей зразка кабелю АВВГ-4х90 з цілою (1,2,3) та розгерметизованою оболонкою (1', 2', 3'). Вимірювання зроблені при частотах: 1,1' - 100 Гц; 2,2' - 1 кГц; 3,3' - 10 кГц.

Очевидно, що при розгерметизації зовнішньої захисної оболонки кабелів з пластмасовою ізоляцією, та потраплянні вологи всередину кабелів, електричні характеристики сукупних вимірювань змінюються. Як видно з рисунку 1, при розгерметизації зовнішньої захисної оболонки кабелів з пластмасовою ізоляцією та потраплянні вологи всередину кабелів різко зростає величина тангенсу кута діелектричних втрат. Це означає, що при передачі електричного сигналу через кабель з розгерметизованою зовнішньою захисною оболонкою, може змінюватися форма сигналу, зростають втрати енергії, яку треба передати.

ЦИФРОВА ЕНЕРГЕТИКА

Гриб О. Г., Карпалюк І. Т., Швець С. В., Рудевич Н. В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Поняття «цифрова енергетика» включає в себе модернізацію об'єктів не тільки з виробництва, але й з передачі та розподілу електроенергії, отже, мова йде про цифрові електростанції, підстанції та «розумні мережі». Основною відмінністю цифрової енергетики є застосування цифрових систем контролю і управління, що передбачає значне охоплення технологічних циклів вимірювальними датчиками і приладами, які мають онлайновий потоковий вихід даних. Зрозуміло, що цифрове управління було ще до введення терміну цифрова енергетика, але комплексний зв'язок різного рівня управління дозволив сприйняти поняття по новому. Це вже не тільки віддалений пульт керування модулем, але й можливість отримання розширеного одночасного управління декількома системами в режимі реального часу, і, ще до того, можливість управління технологічними процесами, які не підключалися зазвичай до систем телеметрії.

Всебічне впровадження цифрових систем контролю і управління на об'єктах енергетики дозволить, по-перше, застосувати модульні апаратні платформи та гнучкі набори стандартних функцій, що забезпечують спільну роботу пристроїв різних виробників. При цьому набагато простіше будуть вирішуватися питання експлуатації і технічного обслуговування обладнання різних виробників за рахунок стандартизації цифрових функцій, сигналів і сервісів. По-друге – скоротити кількість фізичних пристроїв і здійснити перехід на єдину платформу, відмовитись від традиційної асоціації з пристроями з одночасним забезпеченням 100 % резервування функцій в цифровому форматі. При цьому витрати на оперативне і технічне обслуговування фізичних пристроїв знизяться пропорційно до їхньої кількості і підвищиться зручність їхнього обслуговування. По-третє – зменшити витрати на оперативне і технічне обслуговування комплексу релейного захисту та автоматики об'єкта за рахунок повноцінної самодіагностики мікропроцесорних пристроїв й контролю справності комунікації між пристроями, а також за рахунок використання моніторингу стану обладнання, який попереджає про можливі пошкодження і регулює частоту технічного обслуговування відповідно до зносу обладнання.

Отже, енергетика в цифровому втіленні набуває нових граней, що відкриває певні можливості до використання діагностики і збору даних датчиками побудованими як на прямих, так і на опосередкованих даних. Автори звертають увагу на перспективність використання датчиків опосередкованого виконання замірів в енергосистемі, що на базі цифрових технологій забезпечить можливість проведення більш глибокого аналізу процесів в реальних електроенергетичних системах.

ВИМОГИ ДО КАБЕЛІВ ДЛЯ ГЕРМОЗОНИ АЕС

Гринишина М.В.
ІНТЕРКАБЕЛЬ КИЇВ,
м. Київ

Номенклатура кабелів, що застосовуються на АЕС, різноманітна як за функціональним призначенням: кабелі силові, контрольні, управління, сигналізації, зв'язку, вимірювальні, так і по області застосування: кабелі для гермозони АЕС, кабелі для обладнання систем безпеки та важливих для безпеки АЕС, кабелі для обладнання систем нормальної експлуатації.

Для атомної енергетики створені спеціальні терморадіаційностійкі силові, контрольні та вимірювальні кабелі. Ці вироби можуть застосовуватися для живлення і контролю головних циркуляційних насосів, приводів засувки, в системі внутрішнього реакторного контролю і в іншому електротехнічному обладнанні, розташованому в зоні АЕС, що опромінюється (зокрема, всередині герметичної оболонки АЕС).

Вимоги, що пред'являються до сучасних кабелів для гермозони АЕС з урахуванням накопиченого досвіду експлуатації значно підвищилися: **збільшення терміну служби (кабелі мають термін служби не менше 40 років)**; терморадіаційна стійкість, в тому числі стійкість до аварійних режимів «малої і великої течії» (*тест LOCA*); стійкість до дезактивуючим розчинів, за допомогою яких знезаражуються радіоактивні речовини; **сейсмостійкість**; **висока пожежна безпека**.

Однією з актуальних проблем, пов'язаних із забезпеченням пожежної безпеки при експлуатації спеціальних терморадіаційностійких кабелів, є підвищення їх стійкості до дії вогню (точніше, підвищення здатності до нерозповсюдження горіння в стандартних умовах і, в особливих випадках, до функціонування в вогні). Кабелі повинні відповідати вимогам міжнародних стандартів МЕК 60331-21, 60332-2- 22 (категорія «А»). Застосування кабелів виконання «нг - LS», «нг - HF», «нг - FRLS», «нг - FRHF» значно знижує ризик пожежі в кабельних спорудах АЕС. [Позначення індексів в марках кабелів: «нг» - нерозповсюдження горіння, в тому числі при прокладці в пучках; «FR» - вогнестійкість (Fire Resistance); «LS» - низьке димо і газовиділення при горінні і тлінні (Low Smoke); «HF» - відсутність галагенов, низькі димо і газовиділення при горінні і тлінні.]. Кабелі виконання «нг - HF», «нг - FRHF», що призначені для прокладки всередині гермозони, забезпечують тривалий час допустиму робочу температуру нагрівання жили 90 °С, стійкість до аварійних перегрівів від пароповітряної суміші до 150 °С, нагрівання від струму короткого замикання до 250 °С. Кабелі виконання «нг - FRHF» зберігають протягом 180 хвилин здатність функціонування електричного кола під час пожежі.

Характерною особливістю спеціальних кабельних виробів для АЕС є використання в їх конструкціях нових, перспективних електроізоляційних матеріалів, що поєднують підвищену терморадіаційну стійкість з високою пожежною безпекою з відповідними діелектричними властивостями і технологічністю.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ ПРИ БАЛАНСУВАННІ ВИРОБНИЦТВА ТА СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Гриценко В.В., Мельников Г.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Вже до кінця 2020 року в Україні заплановано ввести до експлуатації фотоелектричні та вітрові електростанції загальною потужністю близько 3 ГВт. Більшість з них розташовані на півдні [1]. Залежність цих потужностей від погодних умов ускладнює підтримку балансу між споживанням та виробництвом електроенергії [2]. Порушення цього балансу призводить до зміни значення синхронної частоти системи, а відхилення частоти до критичного значення може загрожувати стабільності і безпеці всієї енергосистеми.

Мета дослідження. Розробка комп'ютерної моделі енергосистеми для дослідження процесів, що виникають при балансуванні потужностей, що споживаються та генеруються в енергосистемі.

Задачі дослідження.

1. Розробка математичної та комп'ютерної моделі енергосистеми, яка буде відображати процеси при порушенні балансу потужності.
2. Визначення впливу підвищення долі генеруючих станцій на відновлюваних джерелах електроенергії на стійкість енергосистеми.

Матеріали та результати дослідження.

Моделювання виконується за допомогою програмного пакету Matlab Simulink. Енергосистема складається з вузлів генерації, що відрізняється між собою функцією регулювання потужності в залежності від типу первинного джерела енергії, а також зони участі в регулюванні частоти.

За результатами досліджень отримані результати з відхилення частоти в енергосистемі, а також розподіл та передача потужностей між генеруючими потужностями та лініями електропередачі в енергосистемі.

Висновки.

Розроблена модель надає можливість фахівцям проводити дослідження з питань порушення балансу в енергосистемі та отримувати результати щодо розподілення потужності між генеруючими вузлами, аналізувати характер перехідних процесів в енергосистемі, визначати розподілення потужності між складовими об'єднаної енергосистеми.

Література:

1. Звіт про результати діяльності Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, у 2018 році. Київ, 2019. 303 с.
2. Меркурьев, Г. В. Устойчивость энергосистем / Г. В. Меркурьев, Ю. М. Шаргин. – СПб.: НОУ «Центр подготовки кадров энергетики», 2006. – 376 с.

АКУСТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ СТАНУ АКТИВНОЇ ЧАСТИНИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Гурин А. Г., Москвітін Є. С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Можливість виявлення дефектів у елементах активної частини силового трансформатора залежить не тільки від чутливості апаратури, а і від рівня завад. Тому реєстрований акустичний сигнал вміщує спектр частот коливань не тільки елементів конструкції трансформатора, а також зовнішніх завад. Його інтенсивність та частотний спектр визначається фізичними процесами, що супроводжують електричну та механічну систему в процесі експлуатації.

Запропоновано сумарний акустичний сигнал зареєстрований з поверхні бака трансформатора представити як результат коливань зосередженої маси магнітопроводу з баком, а коливання обмотування, ввідів та систем ізоляції, як коливання приєднаної маси цих елементів до зосередженої маси.

З метою виділення амплітуди та спектру частот основної зосередженої маси необхідно відокремити вклад частот, притаманних коронному, частковим та ковзким розрядами. Розглянуто можливість виділити низько частотні магнітострікційні та електродинамічні коливання шляхом їх реєстрації датчиками, розміщеними на опорній плиті трансформатора. Плита розташована у верхній зоні ґрунтового покриву (зоні малих швидкостей) і за час експлуатації трансформатора узгоджує спектр своїх коливань з частотними характеристиками ґрунтів. Створюється природний високочастотний фільтр коливань, який фільтрує високочастотні складові від низькочастотних. Наявність інформації про спектр коливань магнітопроводу та елементів обмотування дозволяє більш детально виділити високочастотну складову з акустичного імпульсу, що реєструється з бокової поверхні бака. Наявність необмеженого часу випромінювання коливань дозволяє застосувати різні методики зменшення рівня завад.

Впровадження запропонованого додаткового джерела інформації дозволить підвищити достовірність і точність визначення дефектів окремих вузлів силового трансформатора та розподільчих пристроїв у цілому.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ ЕНЕРГІЇ НА ВІДКРИТОМУ РОЗПОДІЛЬЧОМУ ПРИБРОЇ ПІДСТАНЦІ

Данильченко Д.О., Собченко О.В.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Електричні втрати енергії при передачі від джерела генерації до споживача неминучі оскільки це єдиний вид продукції, що витрачає частину себе при переміщені. На втрати останнім часом приділяють багато часу, тому що вони є частиною тарифу за який доводиться платити.

Втрати енергії можуть досягати значних величин, що і є одним з основних фактів, що впливають на економічність мереж. Їх величина регламентується постановами Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) в мережах напругою до 35 кВ і в мережах напругою 35 кВ і вище.

Велика частка втрат енергії в окремих елементах електричної мережі, а саме у відкритих розподільних пристроях (ВРП), припадає на втрати через струми витоку в ізоляції обладнання та коронування. Застаріле обладнання промислових об'єктів, що потребує модернізації, та збільшення відходів виробництва призводить до того, що зростає ступінь забрудненості атмосфери. Ця обставина сприяє збільшенню забруднення ізоляції окремих частин розподільних пристроїв, що призводить до росту втрат енергії.

Зволоження забрудненого ізолятора створює на його поверхні провідне середовище (електроліт), що сприяє суттєвому зростанню струму витоку. Ці втрати відбуваються в основному при вологій погоді (туман, роса, дощів).

Слід зазначити, що струми витоку, як і втрати на корону, мають чисто активний характер і тому є складовими втрат електроенергії.

Існують, наприклад, численні дослідження струмів витоку в умовах надмірного забруднення ізоляторів в передрозрядних ситуаціях, однак практично неможливо виявити експериментальні дані струмів витоку в більш легких умовах. З точки зору вимог до ізоляції легші умови не представляють інтересу для дослідження.

Зазвичай в розрахунках беруть вже відомий опір певного ізолятора, так як це прискорює і спрощує розрахунок. Із-за того що таким чином ігнорують конструктивні параметри ізолятора такі як відстань між ребрами, число ребер ізолятора, питомою поверхневою провідність, товщина ребра ізолятора та інші.

Таким чином можна позбавитися від старого мислення і залежності тільки від ступеню забруднення (СЗ) і отримувати більш детальні розрахунки опору ізоляторів які використовують на відкритих розподільчих пристроях. Що також дозволить робити більш детальні розрахунки втрат електроенергії та зменшити тариф.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН НЕЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАХОДІВ З КОМПЕНСАЦІЇ ЄМНІСНИХ СТРУМІВ У ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 6-10 КВ З МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ ПОШКОДЖУВАНOSTI КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ

Данильченко Д.О., Старкова Л.К., Зеленський О.М., Кряжок І.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На погіршення стану ізоляції кабельних ліній (КЛ) серйозно впливають перенапруги, що виникають під час однофазних замикань на землю та призводять до групових пошкоджень КЛ. При наявності у електричній мережі систем компенсації ємнісних струмів у разі пошкодження однієї з КЛ в електричній системі починається коливальний процес, результатом якого стають додаткові групові пошкодження КЛ.

Дослідження показали, що неефективність систем компенсації пов'язана з тим, що при настройці компенсуючих реакторів не враховується температура довкілля та відхилення частоти електричного струму.

Ємність електричної кабельної мережі C визначається за формулою:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r S/d \quad (1)$$

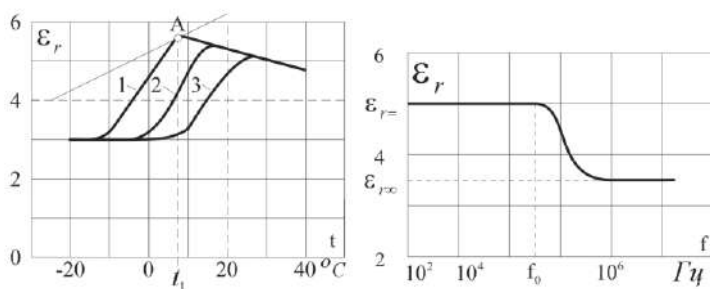
де S – площа поверхні кабельної мережі;

d – відстань від кабелю до землі;

ϵ_0 – діелектрична постійна;

ϵ_r – відносна діелектрична проникність матеріалу, з якого виготовлений кабель.

Зважаючи на залежність відносної діелектричної проникності від температури довкілля та частоти, форма яких надана на рис. 1, можливо дійти висновку про необхідність врахування обох цих параметрів при настройці компенсуючих реакторів.



Врахування зазначених параметрів дозволить уникнути можливості виникнення у електричних мережах з ізолюваною нейтраллю перехідних процесів під час однофазних замикань на землю та підвищити ефективність використання заходів з компенсації ємнісних струмів та надійність експлуатації кабельних електричних мереж, що особливо важливо в умовах такого мегаполісу як Харків.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОНОМНИХ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ АВТОШЛЯХІВ УКРАЇНИ

Довгалюк О.М., Бондаренко Р.В., Яковенко І.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

В останні роки у світі спостерігається тенденція до переходу на альтернативні джерела енергії. Сучасні альтернативні джерела живлення на сьогоднішній день мають широке застосування не лише у складі електроенергетичних систем багатьох країн світу, а й широко використовуються комунальними і побутовими споживачами. Яскравим прикладом таких споживачів є освітлювальні комплекси, що встановлені на нерегульованих пішохідних переходах автошляхів. Причинами використання автономних джерел для живлення таких установок невеликої потужності є відсутність мереж електропостачальної організації або неможливість чи висока вартість підключення до них, що пов'язано із складністю у погодженні документації та дозволів тощо.

Освітлення нерегульованих пішохідних переходів має дуже важливе значення для створення безпеки на дорогах. У багатьох країнах світу цьому питанню приділяється багато уваги, починаючи від проекту і закінчуючи реалізацією. Статистика показує, що встановлення освітлювальних приладів на пішохідних переходах різко зменшує кількість дорожньо-транспортних пригод та істотно підвищує безпеку як пішоходів, так і водіїв.

Автономні освітлювальні комплекси для автомобільних доріг застосовуються в багатьох країнах світу. За останнє десятиріччя вони поступово запроваджуються і в Україні, причому в останні роки увага до таких комплексів збільшується і темпи їх впровадження зростають. Так у 2019 році на дорогах України було збудовано декілька сотень таких об'єктів.

В результаті проведеного аналізу особливостей експлуатації автономних освітлювальних комплексів для автошляхів України було виявлено, що вони працюють нестабільно. Були виділені наступні найбільш поширені види недоліків в роботі автономних освітлювальних комплексів: нестабільна робота через недотримання вимог до вибору обладнання, низька ефективність роботи світильників і світлофорів через низький заряд акумуляторних батарей при слабкій інсоляції та низькій температурі навколишнього середовища, низька ефективність роботи комплексів через помилки в налаштуванні систем керування, незаконне втручання сторонніх осіб в роботу обладнання освітлювальних комплексів та інші.

З метою забезпечення нормальної роботи автономних освітлювальних комплексів необхідно розробити та запровадити відповідні заходи для боротьби з виявленими недоліками. Такий підхід забезпечить подальший розвиток сучасних технологій вуличного освітлення з використанням автономних освітлювальних комплексів, які набувають популярності у всьому світі завдяки економічності, практичності та екологічності.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИКИ

Довгалюк О.М., Мірошник К.А.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На сьогодні електроенергетика в усьому світі розвивається вкрай швидко, що обумовлює не тільки зростання навантажень на існуючі електричні мережі, але й підвищення вимог щодо показників надійності та ефективності їх роботи. Так сучасна енергосистема повинна характеризуватись високим рівнем енергоефективності, бути стійкою до виникнення різноманітних аварійних ситуацій, забезпечувати безперебійне постачання споживачам електроенергії відповідної якості тощо. Забезпечення виконання цих вимог в значній мірі покладено на системи релейного захисту та автоматики (РЗА).

Особливо гостро проблема забезпечення високого рівня надійності і ефективності роботи РЗА виникає у зв'язку з суттєвими змінами, що обумовлені початком широкого поширення в нашій країні мікропроцесорних (МП) терміналів захисту. Це призводить до необхідності впровадження низки відповідних заходів: 1) перегляду принципів та схем побудови систем захисту відповідно до особливостей функціонування новітніх систем захисту; 2) створення та впровадження на законодавчому рівні чітких вимог до МП пристроїв та систем РЗА замість існуючих наразі розрізнених стандартів фірм-виробників, з урахуванням особливостей складу та структури вітчизняного електроенергетичного комплексу; 3) стимуляції розвитку супутнього обладнання для більш повного та ефективного використання можливостей систем автоматики; 4) підвищення чутливості та технічної досконалості вхідних інформаційних джерел РЗА, таких як вимірювальних трансформаторів струму та напруги; 5) розробки та впровадження систем технічного обслуговування комплектів РЗА, виконаних на сучасній елементній базі; 6) побудови систем моніторингу рівня експлуатаційної надійності, забезпечуючих збір інформації щодо надійності складових елементів систем РЗА, помилок персоналу та наслідків неправильних дій РЗА для подальшого аналізу та впровадження відповідних корегуючих заходів; 7) використання нових алгоритмів функціонування РЗА на основі широкого застосування адаптивних програмно-апаратних комплексів; 8) перерозподілу функцій у службах РЗА з урахуванням можливостей централізованого дистанційного вирішення складних завдань та мінімізації робіт безпосередньо на енергооб'єктах, що вимагають високої кваліфікації персоналу; 9) забезпечення інформаційної безпеки, в тому числі в умовах двостороннього інформаційного обміну при застосуванні технологій Smart Grid та ін.

Світова тенденція стрімкого переходу до використання МП систем захисту не оминула і нашої країни. Це є наслідком їх розвитку та носить позитивний характер, але для забезпечення відповідного рівня надійності та ефективності роботи цих систем необхідно виконання системи зазначених супутніх заходів.

ОЦІНКА ВНУТРІШНІХ ПЕРЕНАПРУГ
Довгалюк О.М., Пасашкова П.В., Піротті О.Є.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

Внутрішні перенапруги зазвичай проявляються у вигляді коливань. Будь-яка електрична система має коливальні властивості, проте в нормальному режимі роботи ці коливальні властивості зазвичай не виявляються. Коливальні властивості електричної системи, що можуть викликати появу перенапруг, проявляються при порушенні балансу між енергією, що генерується і поглинається. Причиною порушення балансу може стати раптове відключення елементів, здатних поглинати енергію (активного навантаження, зосереджених і розподілених опорів і провідностей схеми).

Якщо параметри коливального контуру відповідають резонансним або близькі до них, то виникають резонансні перенапруги - перенапруги усталеного режиму. В системі з елементами, що мають лінійні характеристики може виникнути лінійний резонанс. Якщо ж елементи електричної мережі мають нелінійний характер (ненавантажені трансформатори, реактори), то виникає нелінійний ферорезонанс. Резонансним перенапругам передують перехідний режим - комутаційні перенапруги. У тому випадку, якщо умови в коливальному контурі електричної мережі далекі від резонансних, то внутрішні перенапруги при комутаціях мають тільки перехідний характер, тобто є комутаційними.

Внутрішні перенапруги характеризуються формою кривої перенапруги, що дозволяє визначити вплив на ізоляцію і складом устаткування електричної мережі, підданого дії даного виду перенапруги.

Перераховані характеристики мають великий статистичний розкид, так як їх значення залежать від великого числа факторів, в тому числі що мають випадковий характер.

Величини, що чисельно характеризують внутрішні перенапруги, виявляються залежними від ряду випадкових обставин: від схеми мережі, її режиму, її параметрів, від наявності засобів боротьби з перенапругами і ефективності цих засобів, а також від деяких інших чинників. Тому кількісні характеристики внутрішніх перенапруг виявляються величинами випадковими, які вимагають при їх розгляді залученні методів математичної статистики.

Література:

1. Поспелов Г.Е. Электрические сети и системы. Проектирование. / Г.Е. Поспелов, В.Т. Федин - Мн. Высш. шк. - 1988.
2. Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи 0.38-750 кВ. Провода линий электропередачи 35-750кВ. ГКД Минэнерго Украины. К. 1994.
3. Данилин А.Н. О диагностике аппаратов защиты электрооборудования от грозových и внутренних перенапряжений. /А.Н. Данилин // Изв. РАН. Энергетика. – 2001- № 1.

ВПЛИВ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА РОБОТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Довгалюк О.М., Стріляний І.Ю., Яковенко І.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Загальною тенденцією розвитку сучасної енергетики є збільшення долі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в структурі виробництва електричної енергії більшості країн світу. Згідно з прогнозами Міжнародного енергетичного агентства ключову роль у загальних потужностях ВДЕ в майбутньому гратиме саме сонячна енергетика, світовий ринок якої невинно зростає. Лідерами за сукупною потужністю пристроїв сонячної енергетики на сьогоднішній день є Китай, США, Японія, Німеччина, Індія та Італія. Сонячна енергетика в Україні також набуває широкого розвитку, оскільки має дуже гарні кліматичні, технічні та виробничі перспективи. Встановлена потужність сонячних електростанцій (СЕС) в енергосистемі України у грудні 2019 р. становила 3555 МВт, що дорівнює 6,74 % в загальній структурі, і її значення постійно збільшується.

Підключення СЕС до енергосистеми відбувається через розподільні електричні мережі (РЕМ) для постачання електроенергії найближчим споживачам, а при наявності надлишків відбувається передавання електроенергії в живильні електричні мережі для централізованого електропостачання. Видача потужності СЕС є нестабільною, оскільки залежить від природних умов. У зв'язку з цим вплив СЕС на роботу електричних мереж є досить вагомим, оскільки додаткова видача потужності в мережу змінює перетоки потужності по лініям електропередачі (ЛЕП), що потребує перевірки пропускної здатності обладнання РЕМ, а також прийнятих схем, значно впливає на якість електричної енергії та стійкість енергосистем. Загальний перелік впливу СЕС на роботу електричних мереж представлений на рис. 1.

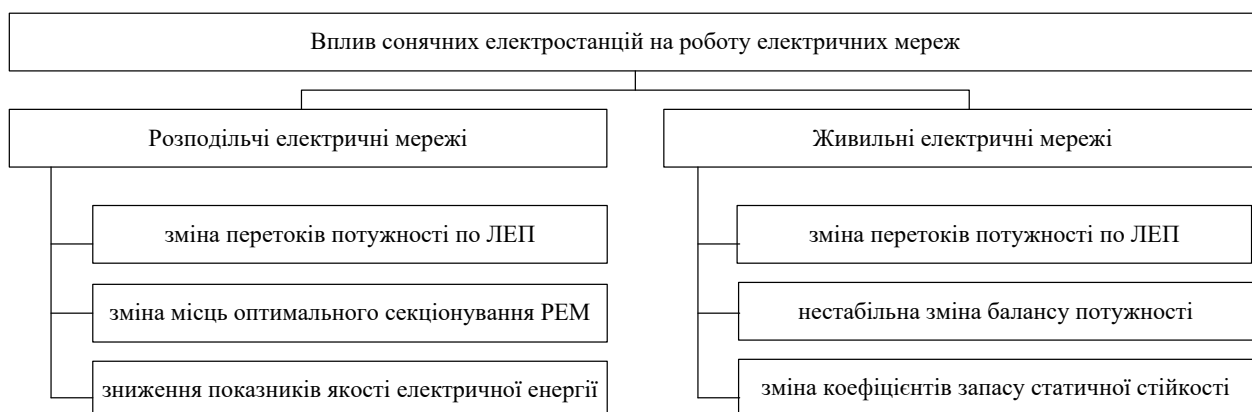


Рисунок 1 – Вплив СЕС на роботу електричних мереж

Таким чином, дослідження режимів роботи електричних мереж при підключенні до них СЕС потребує досконального аналізу для забезпечення умов надійності та якості електропостачання споживачів.

ЛОГІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ З КОНСЕНСУСНИМ УПРАВЛІННЯМ

Івахнов А.В., Лазуренко О.П., Жигайлов С.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», Харків

Сучасний етап розвитку енергетики потребує переходу до децентралізованої моделі. Разом з цим з'являються нові технічні засоби, які перед впровадженням необхідно тестувати не лише самостійно на надійну роботу, а й на вплив на енергомережу. Тестування шляхом комп'ютерного моделювання дає змогу попередити втрати на виробництво і запобігти негативного впливу на енергосистему. Метою роботи є розробка моделі енергосистеми для дослідження ефекту від розподілу енергосистеми на окремі енерговузли, а також з можливістю розширення для дослідження впливу накопичувачів електроенергії та ін. Модель обмежена активною потужністю, і направлена на дотримання балансу первинно в енерговузлі. Баланс розраховується як різниця генерації та споживання, можливої наявності акумулювальних потужностей, а також можливого зв'язку з енергосистемою і пов'язаних з цим втрат. Дотримання балансу визначає тип енерговузла відповідно до отриманого значення. Збалансований – дотримується повний баланс потужності, енерговузол працює автономно, система управління з рівня енерговузла на рівень енергосистеми передає статус автономності. Дотаційний або надлишковий – в енерговузлі, відповідно до певних умов, не можливе дотримання балансу. В цьому випадку видається запит в енергосистему про необхідність віддати або прийняти електроенергію. Втрати які можуть виникати в лініях електропередачі враховуються при видачі заявки на віддачу/споживання електроенергії. Первинно визначається змога виконання заявки з найближчих (сусідніх) енерговузлів, і тільки при неможливості останніми виконати її розглядається залучення віддалених енерговузлів. Найгіршим випадком є неможливість виконання заявки іншими енерговузлами енергосистеми і тоді регулювання балансу повертається до керування в середині енерговузла шляхом зміни рівня генерації, або відключенням споживачів. Іншою стороною моделі є дослідження накопичувачів електроенергії, метою якого є мінімізація (оптимізація) необхідного об'єму накопичувачів для конкретних потреб конкретного енерговузла. Необхідність оптимізації обумовлено високою вартістю (такі як хімічні акумулятори), або складністю зведення (таких як ГАЕС) накопичувачів. З метою зменшення навантаження на обчислювальний апарат, обчисленнями програмним забезпеченням, планується використання логіко-математичного підходу. Мається на увазі використання базових параметрів основного обладнання використовуваного в енергосистемі і його поєднання законами логіки. Система управління базується на консенсусному підході [1].

Література:

1. Івахнов Андрій Л.О. Консенсусне управління балансом потужності та частоти в енергосистемі м. Кременчук: Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського, 118–119 с.

ВПЛИВ ПАРАЗИТНОЇ ІНДУКТИВНОСТІ НА ПАРАМЕТРИ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ АБСОРБЦІЇ ПРИ КОНТРОЛІ ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Костюков І.О., Безпрозванних Г.В.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

З появою нового діагностичного обладнання робляться численні спроби розробки нових неруйнівних методів контролю стану електроізоляційних конструкцій на основі методів діелектричної спектроскопії. В діелектричній спектроскопії виконується аналіз функції параметрів діелектричної абсорбції електроізоляційних конструкцій в широкому діапазоні частот. Залежно від діапазону частоти вимірювання застосовують мостові, резонансні, хвильові методи. Мостові методи дозволяють проводити вимірювання ємності і тангенса кута діелектричних втрат електроізоляційних конструкцій з заданим кроком по частоті і виявляти наявність максимумів або мінімумів на частотних залежностях. При цьому з'ясовується (див. рис. 1), що власна індуктивність

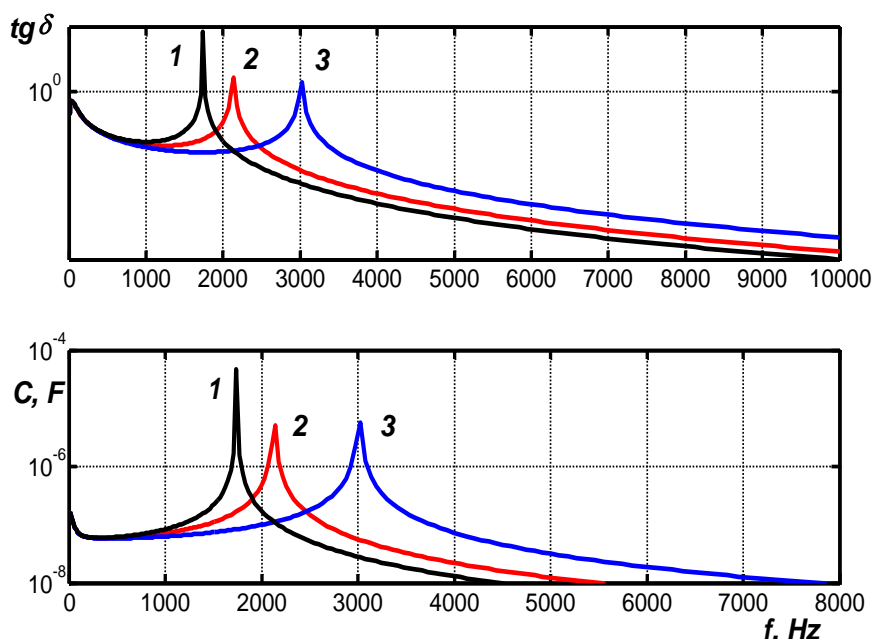


Рисунок 1 – Вплив паразитної індуктивності об'єкту контролю на частотні залежності ефективної ємності та тангенсу кута діелектричних втрат електроізоляційних конструкцій

об'єкту контролю та з'єднувальних проводів, тобто паразитна індуктивність, суттєво впливає на результати обстежень.

На рис. 1 наведено результати чисельного моделювання впливу паразитної індуктивності L_s на ефективну ємність й тангенс кута діелектричних втрат електроізоляційної конструкції. Крива 1 відповідає значенню $L_s=150$ мГн; крива 2 – $L_s=100$ мГн; крива 3 – $L_s=50$ мГн. Наявність

паразитної індуктивності призводить до прояву резонансних явищ. Це обумовлює суттєве зростання тангенсу кута діелектричних втрат на резонансній частоті (1800 Гц, 2200 Гц та 3000 Гц для кривих 1, 2 та 3 відповідно) та спотворення частотної залежності ефективної ємності: спостерігається уявне збільшення при наближенні до резонансної частоти. Всі ці фактори обмежують застосування широкосмугової діелектричної спектроскопії в режимі вимірювання ємності та тангенсу кута діелектричних втрат для контролю стану електроізоляційних конструкцій зі значної паразитної індуктивності.

АНАЛІЗ ЧАСТОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВХІДНОГО ОПОРУ ПІДСТАНЦІЇ ПРИ ПІДКЛЮЧЕННІ СЕС

Кузнецов В.Г., Тугай І.Ю., Нікішин Д.А.

*Інститут електродинаміки
Національної академії наук України,
Київ*

Передача електричної енергії від базових інверторних комірок сонячної електростанції (СЕС) до підстанції, що безпосередньо підключена до енергосистеми, зазвичай відбувається по мережі 10 кВ з ізолюваною нейтраллю. Можливі резонансні процеси в такій мережі спричиняють до зміщення нейтралі, розвитку гармонійних і субгармонійних коливань, появи несиметрії фазних напруги, виникненню надструмів в трансформаторах з їх подальшим виходом з ладу [1].

Для визначення характеру резонансних коливань, які можуть виникнути в системі при підключенні СЕС, був проведений аналіз частотної характеристики вхідного опору відносно шин 10 кВ діючої підстанції. Модель складається з блоків, що імітують елементи СЕС, лінію електропередачі та підстанції. Режим енергосистеми представлений відповідним еквівалентом. Моделювання виконувалось за допомогою бібліотек Simscape Electrical системи MATLAB Simulink. На рисунку представлені результати моделювання при нормальній схемі основної мережі ОЕС України.

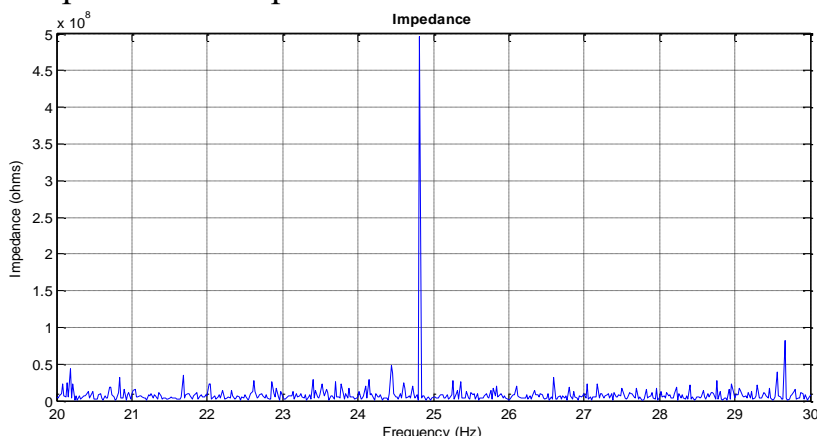


Рисунок – Залежність еквівалентного опору від частоти

Як видно з рисунку, вхідний опір приймає резонансний характер на частоті 24.82 Гц. Отже, в даній системі можуть виникати резонансні коливання на частоті субгармоніки. Ці результати були також підтверджені ретроспективним аналізом записів системи РЕГІНА при аномальних режимах на даній підстанції.

Таким чином, в результаті виконаних досліджень показана загроза виникнення резонансу на частоті субгармоніки при підключенні СЕС до електричної мережі енергосистеми.

Література:

1. Кузнецов В.Г., Тугай І.Ю., Нікішин Д.А. Дослідження ферорезонансних процесів в мережах з відновлювальними джерелами енергії. *Вісник ХНТУСГ*. 2019. Вип. 203. С. 51–52.

USING DISCRIMINANT FUNCTIONS TO IDENTIFY THE DEFECT TYPES OF OIL-FILLED EQUIPMENT

Kulyk O.S.

*National technical university
«Kharkiv polytechnic institute»,
Kharkiv*

Discriminant analysis is a section of multivariate statistical analysis that allows studying differences between two or more groups of objects on several variables simultaneously. Discriminant analysis is a general term referring to several closely related statistical procedures. These procedures can be divided into methods of intergroup differences interpretation (in other words, discrimination) and methods of classifying observations into groups. The main purpose of discrimination is to find a linear variable combination that best divides the considered groups.

Current international, national and departmental standards on the interpretation of the dissolved in oil gas analysis (DGA) for the recognition of the defect type in oil-filled equipment recommend the use of three criteria: the value of gas ratios, the value of gas percentage and the value of ratios of gas concentrations to the gas with maximum concentration. However, as shown in [1], using only one of these three criteria does not always make it possible to reliably recognize the defect type. To improve the recognition reliability, it is proposed to use the discriminant functions of the view:

$$f_i = \lambda_0 + \lambda_n \cdot x_n + \dots + \lambda_n \cdot x_n,$$

where i – the number of the equipment group with the defect type set;

n – the number of variables used to separate the groups under consideration;

λ_i – weighting factors the values of which are determined so that the value f_i takes the maximum values for equipment with this defect type;

x_n – a variable used to separate the groups under consideration. The criteria mentioned above are used as these variables.

The defect type of the equipment corresponds to the one for which the function value f_i takes the highest values compared to all other functions trained for other diagnoses. The analysis has shown that the use of these functions, provides a higher value of the reliability of the diagnoses, compared to traditional methods.

References:

1. Шутенко О. В. Распознавания типов дефектов маслonaполненного оборудования на основе использования дискриминантных функций / О. В. Шутенко, А. С. Кулик. // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – 2019. – С. 189.

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЗГОРЯННЯ В ОПОЗИТНОМУ ДВОТАКТНОМУ ДВИГУНІ З ПРОТИЛЕЖНО РУХОМИМИ ПОРШНЯМИ

Лал А.Г., Парсаданов І.В.,
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Для опозитних двотактних дизелів з високим рівнем літрової потужності (понад 50 кВт/л) актуальним завданням є підвищення надійності, в першу чергу деталей і вузлів циліндро-поршневої групи. Підвищення надійності забезпечується внесенням змін до конструкції та технологію виготовлення найбільш теплонавантажених деталей і елементів циліндро-поршневої групи. Одним із факторів, що дозволяє, що дозволяє знизити теплові і динамічні навантаження на деталі і елементи циліндро-поршневої групи є удосконалення робочого процесу для отримання енергетичних показників дизеля без істотного зростання теплоти, що виділяється при згорянні палива.

З метою удосконалення робочого процесу опозитних двотактних дизелів з високим рівнем літрової потужності розглянуто основні принципи організації процесу згоряння, реалізація яких дозволить знизити теплову напруженість циліндро-поршневої групи при одночасному зниженню витрати палива і викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

Організації згоряння в опозитному двотактному дизелі при високому рівні форсування безпосередньо пов'язана з систематизацією та оптимізацією виконаних раніше теоретичних і практичних досліджень і з розробкою нових рішень. Основною фазою процесу згоряння є сумішоутворення. На якість сумішоутворення і, отже, на весь процес згоряння впливають параметри подачі палива і повітря, конструкція камери згоряння, ступень стиснення, кількість і форма паливних струменів, характеристики палива.

На основі аналізу особливостей організації процесу згоряння опозитного двотактного дизеля з високим рівнем літрової потужності визначено, що умовами для протікання якісного процесу згоряння є рівномірність розподілу палива по об'єму камери згоряння при відсутності контакту палива зі стінками камери згоряння, які сягають температури 950°C. При таких температурах контакт палива або паливо-повітряної суміші зі стінкою призводить до коксування палива без виділення теплоти. Розрахунковими дослідженнями показано, що резервом для підвищення ефективності процесу згоряння є скорочення подачі палива та регулювання його подачі при зміні частоти обертання колінчастого валу.

В якості критерію оцінки якості організації згоряння пропонується характеристика виділення теплоти, яка забезпечує максимальну роботу циклу при мінімальних витратах палива і рівня утворення токсичних речовин та припустимий рівень теплових і динамічних навантажень на деталі і елементи циліндро-поршневої групи, що визначає довговічність дизеля.

МУНІЦИПАЛЬНА ДАХОВА СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ

Лисенко Л.І., Рожелюк М.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків*

Сонячна енергетика в Україні розвивається вражаючими темпами. Встановлена потужність СЕС за останні три роки зросла з 741,9 МВт (в 2017 р.) до 2640 МВт (станом на 1 липня 2019 р.) [1], а частка сонячного випромінювання серед джерел енергії, використаних для виробництва електричної енергії, проданої на оптовому ринку електроенергії України, за 6 місяців 2019 року склала 6,42% [2]. При цьому все більш активно діють володарі приватних СЕС, так звані просьюмері, кількість яких наближається до 5000 загальною потужністю понад 120 МВт. Звичайним явищем стають дахові сонячні електростанції різної потужності і різної форми власності. В населених пунктах знаходиться досить велика кількість комунальних закладів, на дахах будівель яких володар, тобто муніципалітет, може встановити сонячні модулі, стати учасником ринку і отримувати прибуток в муніципальний бюджет.

Автори проаналізували варіанти встановлення і використання дахової сонячної станції на покрівлі будівлі комунального дитячого садку типового проекту на 160 дітей в смт Якімівка Запорізькій області. Кут нахилу даху 20° , тому корисна площа складає 480 м^2 , на якій можна укласти 224 сонячних модуля JAM60S10-340/PR, скомпонувавши їх в 14 ланцюжків по 16 модулів. Скати даху відхилені від напрямку на південь на $\pm 45^\circ$, що знижує розрахункове значення середньорічної інсоляції на модулі до $3,89 \text{ кВт}\cdot\text{г}/(\text{м}^2\cdot\text{доб})$, але тим не менше встановлена СЕС загальною потужністю 76 кВт дозволить отримувати до $120,8 \text{ МВт}\cdot\text{г}$ електроенергії щорічно. При цьому річне електроспоживання дитячим садком значно менше; наприклад, в 2018 році воно склало $58823 \text{ кВт}\cdot\text{г}$.

Вироблена електроенергія може повністю продаватися у мережу (перший варіант) або використовуватися для власного електроспоживання дитячим садком з продажем лише надлишків (другий варіант). У обох випадках муніципалітет отримає прибуток. Якщо використовувати дахову СЕС для покриття власних потреб, сумарний прибуток муніципалітету буде складатися з річної економії коштів на оплаті спожитої електроенергії і прибутку від продажу надлишків виробленої електроенергії у електромережу. В сьогоднішніх умовах перший варіант незначно більш привабливий з економічної точки зору, але враховуючи, що тарифи на електроенергію з електромережі неминуче зростатимуть, а «зелені» тарифи знижуватимуться, економічні показники в обох випадках будуть вирівнюватися.

Література:

1. Інформація що до потужності та обсягів виробництва електроенергії об'єктами відновлюваної електроенергетики, яким встановлено «зелений» тариф [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sace.gov.ua/sites/default/files/RE_II_2019.pdf
2. Аналіз роботи ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку за 2019 рік (6 місяців) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oree.com.ua/index.php/web/65>

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ Al-Zr СПЛАВА ТИПА ZTAL ДЛЯ ЗП Ломов С.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Автором впервые предлагается [1] конструкция и технология производства ЗП типа СИПЗ на основе Al-Zr сплава типа ZTAL для ТПЖ.

Таблица 1. Пропускная способность проводов по рабочему току для ВЛ и ВЛЗ

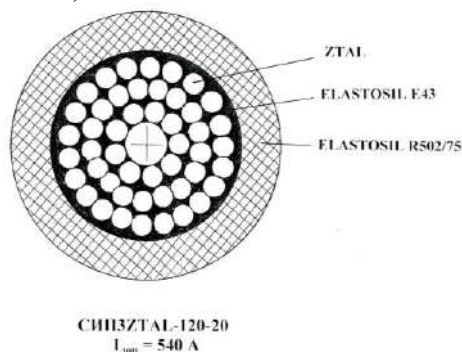
Марка провода	t _ж	I _{доп} , А			Стоимость проводов в ценах 2015 г. евро/км
		α=8	α=10	α=12	
	°С	Вт/м ² К	Вт/м ² К	Вт/м ² К	
Неизолированные воздушные линии электропередачи (ВЛ)					
АС-120/19 (d _ж = 15,2 мм)	90	370	397	423	1300
НАWK477ACCR470-T16 (21,6 мм)	210	1139	1196	1251	40000
GTACSR217/49 (d _ж = 20,3 мм)	150	827	877	924	20000
Защищенные воздушные линии электропередачи (ВЛЗ)					
СИПЗ-120-20 (d _ж = 13 мм)	90	339	362	383	2200
СИПЗZTAL-120-20 (d_ж = 13 мм)	180	520	542	561	-
СИП7-120-110 (d _ж = 13 мм)	90	365	383	392	нет данных
СИП2-3x120+1x95 (d _ж = 13 мм)	90	263	288	309	7000

Таблица 2. Сравнительная экономическая эффективность ВЛЗ с Al-Zr сплавом.

Марка провода	I _{доп}	Максимальная активная мощность линии	Стоимость проводов для ВЛ или ВЛЗ	Стоимость* ВЛ или ВЛЗ в целом	Годовая стоим.** передачи эл. энергии
	А	МВт	млн. грн.	млн. грн.	млн. грн.
АС-120/19	397	7,94	1,3	6,4	12,52
СИПЗ-120-20	362	7,24	2,4	7,5	11,41
СИПЗZTAL-120-20	542	10,84	7,8	12,9	17,09

*) – рассчитано для одноцепной линии длиной 10 км с бетонными опорами типа СВ105-1 и арматурой фирмы «NILED» для региона с максимальными значениями ветровой нагрузки.

***) – по данным НКРЭКУ (НКРЕКП) за 2018 год.



Литература:

1. Ломов С.Г. Защищенный изолированный провод для защищенной воздушной линии передачи электрической энергии. Патент Украины на полезную модель. 2018, Бюл. 20.

ЭНЕРГОАКТИВНЫЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ АМОРТИЗАТОР

Ломов С.Г.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Дебютирует новая подвеска с такими амортизаторами на автомобилях модели «Audi», оснащаемых гибридной силовой установкой. Энергоактивные амортизаторы были представлены на официальной презентации новейшего гибрида модели Audi A3 e-tron. Концерн «Audi» пока не стал раскрывать все подробности новой разработки. Автором запатентована конструкция энергоактивного автомобильного амортизатора [1], которая имеет ряд преимуществ по сравнению с конструкцией амортизатора, предлагаемой для Audi A3 e-tron (рис.1).



Рис.1 Гибридная модель Audi A3 e-tron

Предложенная автором, конструкция представленная на рис.2. На рис.3 представлены результаты экспериментальных исследований различных моделей комплектующих генераторов.

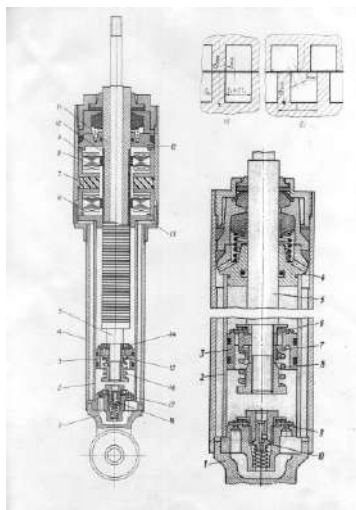


Рис.2 Энергоактивный автомобильный амортизатор

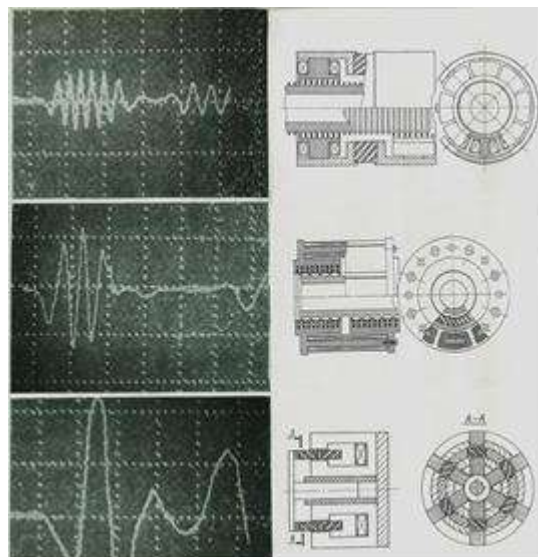


Рис.3 Экспериментальные исследования различных моделей генераторов для амортизаторов

Литература:

1. Грищенко В.М., Ломов С.Г. Энергоактивный автомобильный амортизатор. Патент Украины на корисну модель. №88353, 2014, Бюл. №5.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОПРОМІНЕННЯ ВІД ДІАМЕТРА КАБЕЛЯ

Мірчук І.А.

Приватне акціонерне товариство

*«Український науково-дослідний інститут кабельної промисловості»,
м. Бердянськ*

Проводи та кабелі з радіаційно-зшитотою ізоляцією і оболонкою широко використовуються в різних галузях промисловості: електроенергетиці, нафто- і газовидобуванні, морській і космічній техніці, авіації, залізничному і автомобільному транспорті, електроніці.

Дія іонізуючого випромінювання дозволяє надати нових, а також підвищити вже наявні, технічні характеристики ізоляційно-захисних полімерних елементів кабелів і проводів: підвищення теплостійкості, фізико-механічних параметрів, стійкості до абразивного зносу, агресивних хімічних речовин та ін.. Це сприяє більшій надійності кабелів в процесі експлуатації за проектних умов, а також при наявності аварійних режимів.

На практиці, при радіаційному опроміненні кабельної ізоляції чи оболонки для

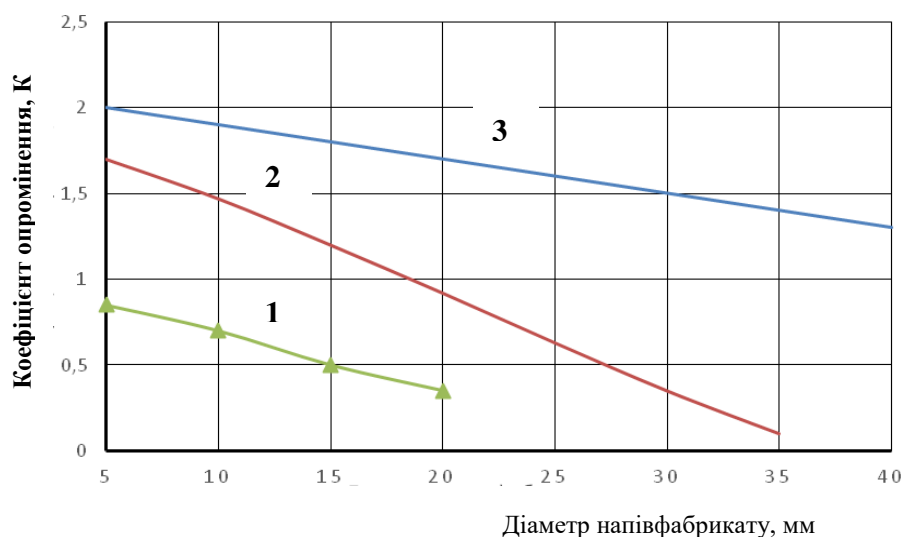


Рисунок 1 - Залежність коефіцієнта опромінення ізоляції/оболонки від діаметру напівфабрикату

оболонки для визначення оптимального режиму зшивання використовують технологічний параметр — коефіцієнт опромінення (К), що являє собою відношення швидкості протягання кабелю (v) під пучком електронів до сили струму цього пучка (I). Відповідно, чим

вище К, тим менша доза опромінення матеріалу. Зміна швидкості протягування кабелю під пучком електронів дозволяє змінювати поглинену дозу, яку опосередковано представляє коефіцієнт опромінення. Проте, оскільки доза опромінення відноситься до маси матеріалу, то відповідно і коефіцієнт опромінення залежить від діаметру ізолюваної жили чи кабелю (рис. 1), адже, чим більший діаметр, тим більша маса полімеру, який піддається впливу заряджених електронів. На рис. 1 криві відповідають результатам радіаційного модифікування кабелів з ізоляцією на основі: 1 – поліетилену радіаційно-термостійкому, 2 – стандартній без галогенній композиції, 3 – без галогенній композиції для радіаційного зшивання.

Отже, зі збільшенням діаметра напівфабрикату потрібно зменшувати коефіцієнт опромінення.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Ногин А.К., Ольховой И.О., Тацкий С.А.

*Национальный технический университет
«Харковский политехнический институт»,
г. Харьков*

При строительстве ВЛ 35-750 кВ в Украине до настоящего времени традиционно применяются унифицированные конструкции опор и фундаментов, разработанные во второй половине прошлого столетия. Разработка конструкций унифицированных опор и фундаментов преследовала главную цель – организацию массового электросетевого строительства. Основные технические идеи, заложенные в этой унификации, на сегодняшний день не в полной мере вписываются в действующие экологические требования, условия проведения ремонта ВЛ под напряжением, а также не учитывают изменений в подходах к отчуждению земель, формированию стоимости и других аспектов изменившихся экономических отношений.

В ближайшей перспективе маловероятен разворот массового строительства высоковольтных линий электропередачи. Строится будут лишь отдельные объекты. Поэтому нет никаких объективных оснований для разработки новой (украинской) унификации линейных конструкций. Изменяется и сам характер проектирования и строительства новых ВЛ. Эти фазы инвестирования будут осуществляться с учетом требований и возможностей инвестора. Если инвестор будет ограничен в сроках строительства, но более свободен в средствах, то сооружение ВЛ может осуществляться, в основном, с использованием унифицированных и типовых конструкций в рамках действующей нормативно-технической базы. В этом случае проектирование будет заключаться в привязке конструкций опор и фундаментов существующей унификации к условиям сооружаемой ВЛ.

Если требования инвестора будут направлены на создание современного линейного сооружения, полностью соответствующего условиям прохождения ВЛ, то следует вести индивидуальную разработку и изготовление конструкций. Однако, при этом, сроки проектирования и изготовления конструкций могут увеличиться. Наиболее эффективен, видимо, вариант использования как унифицированных конструкций, так и конструкций, специально разработанных для каждой ВЛ. Окончательный ответ может дать только технико-экономическое сравнение различных вариантов конструктивного исполнения.

Практика сооружения ВЛ в промышленно развитых странах говорит о том, что опоры для каждой новой ВЛ, как правило, разрабатываются индивидуально и испытываются на конкретные условия. При таком подходе обеспечивается наименьший расход материалов и других ресурсов на сооружение линии, а также гарантируется соответствие сооружения локальным природным условиям, его экологическая безопасность. Временные экономические потери, вызываемые увеличением объемов проектирования, в этом случае, как правило, с лихвой окупаются эффектом удовлетворительной эксплуатации в последующие 40-50 лет физической жизни линии.

ДИНАМІКА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНІЗМУ СТАЦІОНАРНОГО ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА ПРИ ВІДКЛЮЧЕННІ ЦИЛІНДРІВ

Осетров О.О., Жуковський Є.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Стаціонарні дизель-генератори 7Д100 отримали поширення в якості основного або резервного джерела струму на об'єктах міського господарства, сільськогосподарських підприємствах військових об'єктах, метрополітені тощо. Одним з ефективних методів покращення показників дизельних двигунів є відключення циліндрів на режимах малих навантажень і холостого ходу. При цьому внаслідок збільшення циклових порцій палива і тиску впорскування покращується сумішоутворення в циліндрі, що призводить до поліпшення якості згоряння палива і, як наслідок, паливної економічності дизеля. Проте при відключенні циліндрів зростає інтервал між спалахами в робочих циліндрах. Як результат – збільшується нерівномірність крутного моменту і кутової швидкості колінчастого валу двигуна. В дизель-генераторах струму питання забезпечення заданої нерівномірності обертання колінчастого валу є надзвичайно важливим.

В роботі на базі комплексної математичної моделі робочого процесу і динаміки дизельного двигуна [1] проаналізовано вплив відключення циліндрів на значення сил і крутного моменту у відсіку двигуна, крутних моментів, що передаються корінними шийками, нерівномірність крутного моменту $\delta M_{кр}$ і кутової швидкості δ колінчастого валу двигуна 7Д100. Показано, що нерівномірність крутного моменту найбільше зростає при відключенні шести і чотирьох циліндрів (відповідно до 3,0 та 3,75 разів), найменше - при відключенні одного і п'яти циліндрів (відповідно до 2,7 та 2,5 разів) порівняно з базовим двигуном. Нерівномірність обертання колінчастого валу δ найбільше зростає при відключенні одного і шести циліндрів (відповідно до 17 і 18 разів), найменше – при відключенні п'яти циліндрів – до 4,75 разів. Незважаючи на значне зростання нерівномірності обертання при відключенні циліндрів, цей параметр не перевищує допустимих значень для двигунів – генераторів змінного струму ($[\delta]=0,005$). Причина цьому полягає у наявності масивного ротора генератора струму та великій кількості робочих циліндрів.

Таким чином, найбільш сприятливим з точки зору найменшого зростання нерівномірності крутного моменту і кутової швидкості обертання колінчастого валу є відключення п'яти циліндрів. Проте і відключення від чотирьох до шести циліндрів також може розглядатися як ефективний захід регулювання потужності двигуна 7Д100, оскільки нерівномірність обертання колінчастого валу при цьому не перевищує допустимих значень.

Література:

1. Осетров О.О. Визначення кількості та послідовності відключення циліндрів стаціонарного дизель-генератора на експлуатаційних режимах / О.О. Осетров, Є.І. Жуковський // Двигатели внутреннего сгорания. – 2019. – № 1. – С. 73-80.

ВПЛИВ ФАЗНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПОКАЗНИКИ НЕСИМЕТРІЇ РОЗПОДІЛЬНОЇ ТРИФАЗНОЇ МЕРЕЖІ

Охріменко В. М., Тетерев В. О.

*Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
м. Харків*

У трифазних розподільних мережах значна кількість і випадковий характер однофазного навантаження порушує симетрію трифазної системи і призводить до додаткових втрат як в системі електропостачання, так і в системі електроспоживання.

Метою даної роботи було дослідження впливу характеру фазного навантаження (активного, індуктивного і ємнісного) на показники несиметрії трифазної розподільної мережі.

Розрахунки проведені для схеми мережі зірка – зірка з нульовим проводом при таких параметрах: потужність силового трансформатора 630 кВА; довжина кабельної лінії живлення 100 м; переріз кабелю 185 мм²; еквівалентні навантаження фаз $Z_a = Z_b = Z_c = 0,32 - j0,076$ Ом.

Режим мережі розраховано за відомими співвідношеннями. Напряга зміщення нейтралі

$$\dot{U}_{Nn} = \frac{\dot{E}_A Y_{a\Sigma} + \dot{E}_B Y_{b\Sigma} + \dot{E}_C Y_{c\Sigma}}{Y_{a\Sigma} + Y_{b\Sigma} + Y_{c\Sigma} + Y_{Nn}}$$

Напуги симетричних складових

$$\dot{U}_1 = \frac{1}{3} (\dot{U}_a + a\dot{U}_b + a^2\dot{U}_c), \dot{U}_2 = \frac{1}{3} (\dot{U}_a + a^2\dot{U}_b + a\dot{U}_c), \dot{U}_0 = \frac{1}{3} (\dot{U}_a + \dot{U}_b + \dot{U}_c).$$

Коефіцієнти несиметрії напруг за зворотної K_{2U} і за нульовою K_{0U} послідовностями $K_{2U} = U_2/U_1$, $K_{0U} = \sqrt{3}U_0/U_1$.

На рисунку 1 показані розрахункові залежності параметрів режиму від зміни активного (рис. 1.а) і індуктивного (рис. 1.б) навантаження фази А

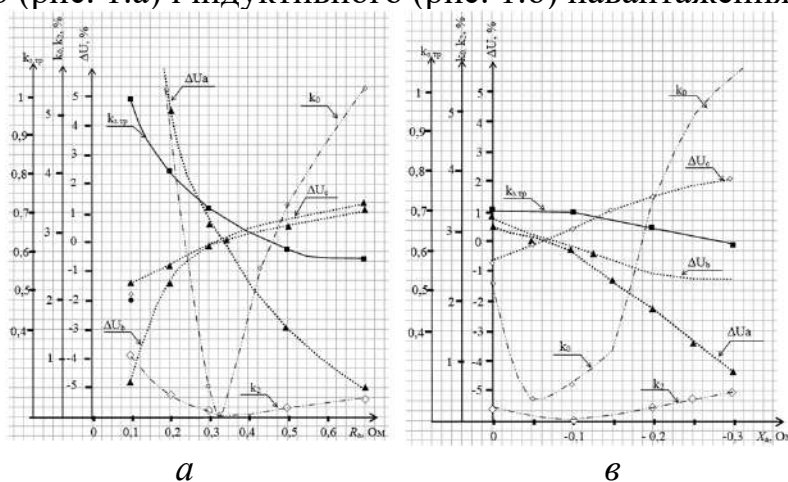


Рисунок 1 – Розрахункові залежності

Аналіз отриманих результатів дає підставу стверджувати, що наведені співвідношення дозволяють визначити межі зміни опорів фазних навантажень за якими показники несиметрії не перевершують припустимих значень.

О СКОРОСТИ СВЯЗАННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Пискурев М.Ф., Омельяненко Г.В.

*Национальный технический университет
«Харковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Под связанным магнитным полем мы понимаем электромагнитное поле, когда оно связано с подвижными магнитами, заряженными телами или с проводниками, по которым протекает ток. Существуют различные взгляды по вопросу о скорости распространения такого поля. Многие считают, что магнитное поле перемещается со скоростью равной скорости перемещения источника магнитного поля. В подтверждение этого приводят результаты двух экспериментов. В первом проводник перемещается между полюсами магнита перпендикулярно направлению магнитной индукции, во втором движется магнит относительно проводника. В обоих случаях в проводнике наводятся ЭДС равные

$$E = B * l * V ,$$

где E – магнитная индукция, l – длина активной части проводника, V – скорость перемещения проводника или магнита.

Так как магнитная индукция и длина активной части проводника в обоих случаях не изменились, то складывается впечатление, что скорость проводника относительно МП и МП относительно проводника должны быть одинаковы, то есть скорость МП равна скорости магнита.

О.Б. Брон в своей работе «Электромагнитное поле как вид материи» доказал, что в этом случае скорость перемещения электромагнитного поля может оказаться больше скорости света, что явно ошибочно.

Таким образом, нельзя говорить о том, что МП движется со скоростью магнита. Двигается только та его часть, которая в каждый момент времени преобразуется в электромагнитное поле и движется со скоростью света. То есть, в действительности, при движении магнита имеет место наложение друг друга двух полей неподвижного магнитного поля.

Доля напряженности магнитного поля H_v , которая участвует в переносе энергии, от общей напряженности магнитного поля H_0 будет равна

$$H_v = \frac{V}{c} * H_0 ,$$

где V – скорость перемещения, c – скорость света.

В обычных условиях, когда скорость перемещения значительно меньше скорости света, в движении участвуют только весьма небольшая часть поля с напряженностью H_v . Большая часть поля не подвижно.

Подтверждением наличия неподвижного магнитного поля является один из парадоксов Фарадея. Это эксперимент, когда медный диск и магнит вращаются с одинаковой скоростью в одном направлении, т.е. диск и магнит не подвижны относительно друг друга, а гальванометр показывает наличие тока. Это говорит о том, что медный диск движется относительно неподвижной части магнитного поля.

ОСОБЛИВОСТІ КАБЕЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

Пушкарь О.А.

ТОВ Київський кабельний завод «АЛАЙ»,

м. Київ

В сучасних системах протипожежного захисту повинні застосовуватися лінії зв'язку із збереженням працездатності в умовах пожежі протягом всього часу евакуації та пожежогасіння, тобто, по суті, бути вогнестійкими, що реалізується застосуванням вогнестійкого кабелю (FR). При цьому кабелі повинні бути також у виконанні як з низьким виділенням диму, так і без вмісту галогенів (FRLS та FRHO відповідно).

Перспективними системами протипожежного захисту є автоматизовані, в тому числі адресні, системи, що використовують різні інтерфейси зв'язку пристроїв. Технічні засоби таких систем (сповіщувачі, датчики, приймально-контрольні прилади, блоки індикації і т.п.) здатні працювати в даний час на швидкостях передачі даних від десятків до сотень КБіт/с (з складовими сигналами, що передається по лінії зв'язку, в спектрі частот до декількох десятків МГц), що пред'являє більш високі вимоги до середовища передачі, тобто до кабелю.

Таким чином, на кожній ділянці зв'язку систем пожежної безпеки повинні застосовуватися кабелі в вогнестійкому виконанні з одночасною можливістю високошвидкісної передачі цифрових і аналогових сигналів. Кабелі повинні мати нормовані характеристики середовища передачі і бути здатними надійно і з високою швидкістю передавати дані на максимально можливу відстань, як в черговому режимі роботи системи, так і в умовах пожежі.

Конструктивно кабелі виконуються на основі кручений пари ізольованих провідників. Жила складається з мідних дротів класу 5. Ізоляція виконана з кремнійорганічної гуми, що під впливом вогню перетворюється в кераміку. Чотири скручені пари з різними кроками скрутки обмотано скло стрічкою. Зверху осердя кабелю накладено мідний луджений дріт заземлення та загальний екран з ламінованої алюмінієвої або мідної фольги. Оболонка виконана з вогнестійкої без галогенної полімерної композиції. Колір оболонки – оранжевий. Скручування провідників в парі проводиться з метою підвищення ступеня зв'язку між собою провідників однієї пари і подальшого зменшення електромагнітних перешкод від зовнішніх джерел, а також взаємних наведень при передачі диференціальних сигналів.

Дані кабелі можуть успішно застосовуватися не тільки в системах протипожежного захисту, а й в сучасних інтегрованих автоматизованих системах управління технологічним процесом і комплексної безпеки, забезпечуючи надійну роботу систем управління під час пожежі на віддалених об'єктах управління. Вони дозволяють штатно завершити технологічний процес, запобігти поломку обладнання, зберегти продукцію.

УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ

Рыжков И.И., Нтекела Диассилуа Жадиль Брежелла
Национальный технический университет
«Харковский политехнический институт»,
г. Харьков

Расход электроэнергии, потребляемой предприятием, определяется по формуле $W_{п.год} = W_{п.уд} П$, где $W_{п.уд}$ – удельные нормы расхода электроэнергии на единицу продукции; $П$ – годовое количество выпускаемой продукции.

Ориентировочные удельные нормы потребления электроэнергии $W_{уд}$ по видам продукции, составленные на основе материалов, обобщающих отчетные данные по промышленным предприятиям, приведенные [1], характеризуют уровень, достигнутый с помощью внедрения новых и совершенствования существующих технологических процессов, проведения политики снижения расхода электроэнергии.

На изменение электропотребления промышленностью в перспективе следует учитывать влияние таких факторов:

1) на *увеличение удельных расходов* – повышение безопасности и комфортности труда (подземные выработки, шахты), усложнение условий добычи сырья (угледобыча, нефтедобыча), углубление переработки сырьевых продуктов (нефтепереработка), вовлечение в производство ресурсов с низким содержанием ценных компонентов, повышение качества продукции за счет применения электроемких технологий и др.;

2) на *уменьшение удельных расходов* – совершенствование технологий, повышение эффективности использования электроэнергии (черная и цветная металлургия, химия, машиностроение), внедрение мероприятий по энергосбережению.

Уточнение значений удельных норм потребления электроэнергии $W_{п.уд}$ уточ на перспективу может быть выполнено через *коэффициенты динамики удельных норм* $k_{дин}$, определяемые при рассмотрении интервала «ретроспектива – базовый уровень – перспектива» производства продукции в соответствующих отраслях хозяйства и электропотребления в них: $W_{п.уд} \text{ уточ} = W_{п.уд} k_{дин}$.

Максимальная электрическая нагрузка промышленного предприятия определяется с помощью формулы $P_{нб} = W_{п.год} / T_{нб}$, где $W_{п.год}$ – суммарное годовое электропотребление промышленного предприятия; $T_{нб}$ – продолжительность использования максимума активной мощности [1].

Литература:

1. Справочник по проектированию электрических сетей / Д. Л. Файбисович, И. Г. Карапетян, И.М.Шапиро; под ред. Д.Л. Файбисовича. М. : И-во НЦ ЭНАС. 2012. – 376 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Черкашина В.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Для того щоб інвестиційний проект з точки зору інвестора визнано ефективним необхідно, щоб ефект його реалізації був позитивним. Відповідно до цього в основу розрахунків покладено аналітичні вирази визначення економічної ефективності інвестування об'єктів енергетики за такими показниками, як чистий дисконтований прибуток (ЧДП) і внутрішня норма рентабельності (ВНР) [1].

Для визначення економічної ефективності вдосконалення повітряних ліній (ПЛ) за рахунок оптимізації параметричного ряду перерізів проводів, яка відповідає нормативній документації України і свідчить, що для ПЛ 110 кВ доцільний переріз проводу АС 240/32 мм², а для ПЛ 330 кВ - переріз проводу АС 400/51 мм² з відповідною кількістю проводів в фазі, використано аналітичні вирази [1].

Результати розрахунків економічної ефективності інвестицій у ПЛ з оптимальним параметричним рядом (вдосконалена ПЛ) і ПЛ з існуючим рядом перерізів проводів (існуюча ПЛ) наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

	<i>U</i> , кВ	ЧДП	ВНР
110	Вдосконалена ПЛ	15,5	0,59
	Існуюча ПЛ	7,11	0,39
330	Вдосконалена ПЛ	168,97	2,6
	Існуюча ПЛ	154,9	2,57

Порівняльний аналіз розрахунків (табл. 1) підтвердив, що залежно від норми дисконтування ЧДП для вдосконалених ПЛ вище за існуючі ПЛ, відповідно, й рентабельність вища. Отже, інвестиції вкладені у вдосконалення ПЛ за рахунок оптимізації параметричного ряду перерізів проводів будуть мати більший ефект при більших ставках позичкового відсотка.

Таким чином, в варіант вдосконалення ПЛ з оптимальним параметричним рядом перерізів проводів доцільніше інвестувати чим в варіант ПЛ з існуючим рядом перерізів проводів.

Література:

1. Черемісін М.М., Мороз О.М., Черкашина В.В., Мірошник О.О. Економічні розрахунки в інженерній діяльності на прикладах задач електроенергетики: підручник. / Харків: ФОП Панов А.М., 2018. 228 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПОЖЕЖОБЕЗПЕЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ КАБЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Чулєєва О.В., Золотарьов В.М.

Приватне акціонерне товариство «ЗАВОД ПІВДЕНКАБЕЛЬ»

(ПАТ «ЗАВОД ПІВДЕНКАБЕЛЬ»), м. Харків

Застосування гідроксидів алюмінію, як наповнювачів-антипіренів, дозволяє збільшити вогнестійкість пожежобезпечних полімерних композицій на основі поліолефінів за рахунок поглинання великої кількості тепла, нейтралізувати кислі гази, знизити димоутворення [1, 2]. Проводячи дослідження використовували наповнювачі-антипірени $Al(OH)_3$, характеристики яких наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристики наповнювачів-антипіренів

Зразки $Al(OH)_3$	Найменування показника						
	Масова доля, %				Медіанний діаметр часточок, мкм:		
	$Al(OH)_3$	SiO_2	Fe_2O_3	Na_2O	сер. (D_{50})	макс. (D_{98})	мін. (D_{10})
1	>99,2	<0,05	<0,035	<0,6	1,5	3,6	0,5
2	>99,5	<0,1	<0,03	<0,4	3	18	1,0

Досліджували вплив тригідратів оксиду алюмінію на вогнестійкість та димоутворювальну здатність полімерних композицій на основі кополімеру етилену з вінілацетатом (КЕВ). Вогнестійкість полімерних композицій визначали методом кисневого індексу згідно з ISO 4589-2-2017; димоутворювальну здатність згідно з ДСТУ EN 61034-1:2015 та ДСТУ EN 61034-2:2015. Зміни димоутворювальної здатності (світлопроникності) представлено на рис. 1. Згідно з вимогами нормативної документації мінімальне значення світлопроникності для кабельної продукції повинно бути не менше ніж 60 %.

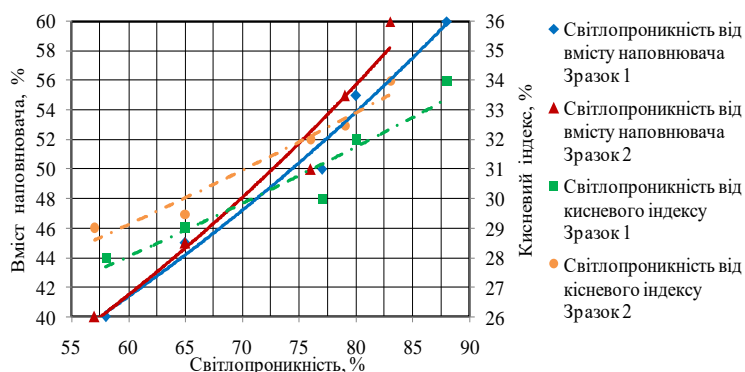


Рис. 1. Зміна світлопроникності в залежності від вмісту наповнювача-антипірену (Зразок 1 та 2) та кисневого індексу полімерних композицій на основі КЕВ

Мінімальне значення світлопроникності у разі використання наповнювача-антипірену (Зразок 1) досягається за наповнення 41,5 % та кисневого індексу 28,2 %; у разі використання наповнювача-антипірену (Зразок 2) – за наповнення 41,4 % та кисневого індексу 29,2 %.

Література:

1. Тирелли Диего Антипірени для композитов *Chemical Journal*. 2013. № 1-2. С. 42-45.
2. Обзор минеральных антипиренов-гидроксидов для безгалогенных кабельных композиций. *Кабель-news*. 2009. № 8. С. 41-43.

МОНІТОРИНГ РОЗПОДІЛУ НАПРУЖЕНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ БІЛЯ ТІЛА ОПОРИ І ПАДІННЯ НАПРУГИ ПО ДОВЖИНІ ГІРЛЯНДИ ІЗОЛЯТОРІВ ЛІНІЇ НАДВИСОКОЇ НАПРУГИ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА

Шевченко С.Ю., Данильченко Д.О., Обухов В.Р.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Методика діагностики стану ізоляції є недосконалою, отже для моніторингу стану пропонується використати метод розподілу напруженості електричного поля вздовж гірлянди ізоляторів. Для збільшення точності показань рекомендується використовувати безпілотні літальні апарати (БПЛА).

Застосування (БПЛА) для інфрачервоного контролю істотно підвищує чутливість і точність визначення пошкодженого ізолятора. Інший більш простий метод визначення дефектного ізолятора в гірлянді полягає в вимірі електричного поля в проміжку провід траверса опори за допомогою БПЛА.

Добре відомо, що будь-яке пошкодження ізолятора призводить до зміни розподілу напруженості електричного поля уздовж гірлянди ізоляторів, яке практично неможливо розрахувати. Вимірі електричного поля в проміжку провід траверса опори за допомогою БПЛА дозволяють порівняти розрахункові та експериментальні криві зміни напруженості поля по довжині гірлянди.

Таким чином можна стверджувати, що оператор БПЛА, який знаходиться на суттєвій відстані від об'єкта досліджень, отримує достовірну інформацію про стан гірлянди ізоляторів на підставі порівняння теоретичної та експериментальної кривих напруженості електричного поля в проміжку провід траверса опори.

Однією з проблем впровадження в експлуатацію гірлянд полімерних ізоляторів є завдання виявлення їх пошкоджень. Вирішенню цього завдання присвячено багато науково-дослідних робіт. Розроблений метод контролю розподілу напруги по довжині гірлянди, дозволяє здійснювати контроль стану полімерних гірлянд ізоляторів, що має призвести до масового їх застосування в мережах високої і понад високої напруги.

ОПТИМИЗАТОРЫ МОЩНОСТИ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ**Шевченко С.Ю., Данильченко Д.А., Слепченко А.С.***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

В последнее время в мире остро стоит вопрос о экологически чистой электрической энергии. И одним из выходов есть использование электрической энергии произведенной с помощью солнечных панелей. Но к сожалению КПД таких панелей относительно других источников питания низкий, но его можно повысить с помощью оптимизаторов мощности для солнечных панелей.

Особенности работы оптимизаторов изменяются от производителя к производителю. Тем не менее, каждый оптимизатор мощности позволяет повышать производительность электрической энергии фотоэлектрического модуля даже в точке максимальной загруженности, даже если отдельные фотоэлектрические модули имеют разные токи и напряжения в данный момент времени (в связи с затемнениями или неполадками в отдельных ячейках панелей). Что касается идеи, оптимизатор мощности предназначен для оптимальной загрузки фотоэлектрического модуля, то есть такого, который в заданных условиях освещения будет обеспечивать максимально возможную выходную мощность - независимо от того, какой ток и напряжение генерируют другие модули в серии. Ниже приведены два наиболее популярных оптимизатора их достоинства и недостатки.

Таблица 1 – Сравнения оптимизаторов мощности для солнечных панелей

Название оптимизатора	Достоинства	Недостатки
SolarEdge Power Optimizer Model	<ul style="list-style-type: none"> • Обеспечивает индивидуальный мониторинг каждого фотомодуля. • Гарантирует высокий уровень безопасности, автоматически отключая панели в случае ЧС или аварии. • Износостойкость, длительный срок службы 	<ul style="list-style-type: none"> • Высокая стоимость. • Функционирует только в паре с инвертором SolarEdge. • Для эффективной работы всей системы необходимо устанавливать на каждый (или пару) фотомодуль.
Tigo Energy Maximizer System	<ul style="list-style-type: none"> • Совместимость с инверторами любых производителей. • Возможность выборочного размещения. • Доступность, предусмотрено снижение цены за счет отказа от некоторых опций. 	<ul style="list-style-type: none"> • Меньший срок службы. • При выборочном размещении нет возможности отслеживать работу всего фотополя, оперативно реагировать на загрязнение, повреждение панелей.

ВИКОРИСТАННЯ В ЛІНІЯХ СЕРЕДНІХ КЛАСІВ НАПРУГ ФАЗНОГО ПРОВОДУ В ЯКОСТІ ГРОЗОЗАХИСНОГО ТРОСУ

Шевченко С.Ю., Данильченко Д.О.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Проведені експериментальні дослідження ураженості повітряних ліній з неізолюваними проводами (ПЛ) та повітряних ліній з захищеними проводами (ПЛЗ) на великогабаритних моделях показали відмінності в ураженні неізолюваного та захищеного проводів. За результатами експериментів було визначено, що неізолюваний провід уражується з більшою вірогідністю, ніж захищений.

Подібні результати нашої роботи на думку про створення лінії, що має в своїй конструкції як захищені, так і неізолюваний провід. Це обумовлено тим, що зона захоплення неізолюваного проводу більше зони захоплення захищеного проводу, що призведе до суттєвого перерозподілу ударів блискавки в неізолюваний провід. Цей факт було підтверджено експериментальними дослідженнями, що дає можливість розробити систему блискавкозахисту ПЛЗ за допомогою використання одного неізолюваного проводу в якості фазного провідника. При такій конструкції ПЛЗ можливо передбачити, що удари блискавки, переважно, будуть в неізолюваний провід. Оскільки, в основному, дроти на опорі розташовуються в трикутнику, середня фаза вище крайніх, то неізолюваним проводом рекомендуємо виконати саме її, а крайні фази виконати захищеними проводами, що дозволить захистити захищені проводи від ураження прямими ударами блискавки та перегорання їх за рахунок наявності електричної дуги. Ця обставина дасть можливість суттєво підвищити експлуатаційні характеристики та безпеку такої лінії.

Запропонований варіант розташування проводів показаний на рис. 1.

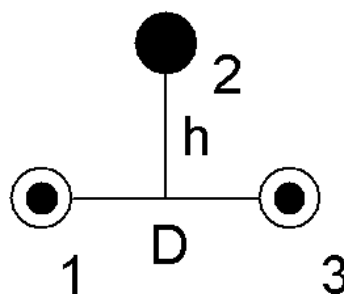


Рисунок 1 – Схема розташування проводів комбінованої лінії електропередавання. 1 – захищений провід, 2 – неізолюваний провід, 3 – захищений провід, h – перевищення середнього дроту над крайніми, D – відстань між крайніми проводами

**АНАЛІЗ ВЕЛИЧИНИ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ КОРОННОГО РОЗРЯДУ
ДЛЯ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ**
Шевченко С.Ю., Довгалюк О.М., Асадов Е.Д., Кучеренко І.Д., Олубакінде Е.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Втрати потужності на корону відносяться до технічних втрат, величина яких визначає ефективність роботи електричних мереж та енергосистеми в цілому. Саме тому їх дослідження та розробка заходів щодо зменшення їх величини є важливою задачею, якій постійно приділяється багато уваги вченими багатьох країн світу.

Як показали дослідження, величина технічних втрат електроенергії знаходиться в діапазоні 3,5 - 6,5 % в енергосистемах таких країн як Фінляндія, Німеччина, Австрія, Данія та інших, не перевищує 8,5 % для Великобританії, Греції, Італії, Швеції та становить до 15 % в Естонії, Болгарії, Угорщині. Для електричних мереж України цей показник дорівнює до 12 %, при цьому для магістральних та міждержавних мереж технічні втрати протягом останніх п'яти років дорівнюють 3,2 - 3,5 %. В структурі технічних втрат величина втрат потужності на корону становить близько 5 %.

Величина втрат потужності коронного розряду залежить від багатьох факторів (режиму роботи електричних мереж, рівня напруги в мережі, технічного стану обладнання, кліматичних умов тощо), які змінюються за випадковим характером, внаслідок чого прогнозувати їх досить складно. Проте не зважаючи на складність і багатофакторність задача дослідження втрат потужності на корону потребує повноцінного і досконального дослідження.

Аналіз проведених досліджень експлуатації високовольтних ліній електропередачі (ЛЕП) показав, що максимальні втрати потужності на корону характерні для підвищених напруг на високовольтних ЛЕП при їх слабкому завантаженні, а також при поганій погоді. Так підвищення напруги на 5 % при низькій завантаженості ліній призводить до збільшення втрат потужності на корону до 30 %. При дощових опадах втрати потужності на корону для ЛЕП 330 кВ збільшуються в 10 раз у порівнянні з втратами в гарну погоду, для ЛЕП 500 кВ підвищення втрат становить 12 раз, а для ЛЕП 750 кВ – 13 раз. При паморозі спостерігаються максимальні втрати потужності на корону, які для ЛЕП 330 кВ збільшуються в 23 рази у порівнянні з втратами в гарну погоду, для ЛЕП 500 кВ підвищення втрат становить 25 раз, а для ЛЕП 750 кВ – 21 раз.

Слід зазначити, що погіршення погодних умов, при яких має місце збільшення втрат потужності на корону, спостерігаються понад 20 % від всього терміну роботи ЛЕП протягом року. За таких умов відбувається понад 80 % сумарних втрат потужності на корону в ЛЕП.

Отже, розробка та запровадження організаційних та технічних заходів, направлених на зниження втрат потужності на корону ЛЕП, є важливим практичним завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню ефективності роботи електричних мереж України.

ЗАХИСТ ВІД ПЕРЕНАПРУГ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ІЗ ЗАХИЩЕНИМИ ПРОВОДАМИ

Шевченко С.Ю., Дривецький С.І.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків*

В даний час в Україні все більш широке поширення набувають захищені проводи для повітряних ліній електропередавання, це обумовлено технічною політикою Міністерства палива та енергетики. Провід в захисній оболонці для повітряних ліній 6-35 кВ, був розроблений з метою підвищення надійності розподілу і передачі електричної енергії. При явних перевагах він має недолік, який визначається в необхідності здійснювати захист таких повітряних ліній від грозових перенапруг. Грозостійкість повітряної лінії з захищеними проводами, як правило, розраховується тільки для першого імпульсу розряду блискавки, так як ймовірність перекриття ізоляції при впливі наступних імпульсів на порядок менше, ніж при впливі першого імпульсу.

Аварійні відключення ліній 6-35 кВ через грозові перенапруги складають до 40% від загального числа їх відключень. Через низьку імпульсну міцність ізоляція розподільних мереж схильна до перекриттів, як від перенапруг при прямих розрядах блискавки, так і від індукованих перенапруг при розряді блискавки поблизу лінії. Останні є основною причиною грозових вимкнень і пошкоджень обладнання мереж 6-35 кВ. Надійність електропостачання споживачів багато в чому залежить від ефективності грозозахисних заходів.

Розглянута грозоупорність ліній електропередавання, показником якої є число її грозових вимкнень. Грозоупорність ЛЕП визначається як число її відключень за рік в результаті впливу блискавок.

Проведено аналіз сумарної кількості грозових відключень лінії 35 кВ з неізольованими проводами; також проводився розрахунок для лінії 35 кВ з захищеними проводами.

Отримані залежності напруги на ізоляторі незахищеному розрядником фази від відстані між проводами при різних значеннях індукованої перенапруги, для різних значень опору заземлення опори, для різних класів напруги, при різному хвильовому опірі.

На підставі виконаних досліджень визначені способи підвищення ефективності функціонування електричних мереж, шляхом вдосконалення методики розрахунку величини наведених перенапруг на лініях електропередавання середніх класів напруг. Такий підхід дозволить розрахувати сумарну кількість грозових відключень ліній електропередавання напругою 35 кВ. Окрім того, результати досліджень допомогу більш коректно підійти до питання вибору захисного обладнання.

УЗГОДЖЕННЯ РОБОТИ КОМПРЕСОРІВ ДВОСТУПЕНЕВОЇ СИСТЕМИ НАДДУВУ ВИСОКОФОРСОВАНОГО ДИЗЕЛЯ

Шелестов М.С., Кравченко С.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Форсування двотактних двигунів типу ДН12/2·12 за величиною середнього ефективного тиску p_e потребує відповідного підвищення тиску наддуву, що визиває необхідність постійного удосконаленню систем наддуву.

В попередніх дослідженнях [1] була запропонована двоступенева система наддуву двотактного дизеля 6ДН12/2х12, яка дозволяє забезпечити необхідну витрату повітря, підвищити ефективну потужність дизеля та покращити його експлуатаційні характеристики.

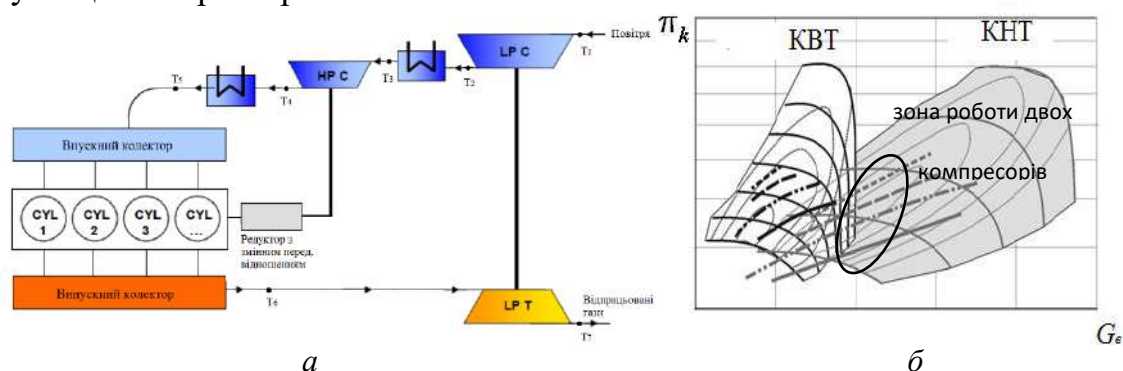


Рисунок 1 – Принципова схема системи двоступеневого наддуву двигуна 6ДН12/2х12: T_1, T_2, \dots, T_n – розрахункові точки (а). Узгоджені характеристики паралельно працюючих компресорів (високого тиску - КВТ, низького тиску - КНТ) з характеристиками двигуна (б)

На рис.1, а наведено принципова схема повітропостачання та розрахункові точки за якими проводиться розрахунок параметрів робочого тіла за розробленою математичною моделлю. Реалізація такої системи наддуву можлива лише за умови узгодження характеристики дизеля з витратними характеристиками лопаточних машин рис.1, б. Особливу увагу потрібно приділити зоні, що показано на рис. 1, б де працюють обидва компресора, тобто режим максимального крутного моменту.

Розрахунок розподілу ступенів підвищення тиску виконаний за математичною моделлю яка включає термодинамічні залежності для розрахунку температури і тиску на кожному кроці.

За результатами розрахункового експерименту зроблено висновок, що для забезпечення заданих характеристик високофорсованого двотактного двигуна потрібно підібрати типорозмір лопаточних машин, які будуть задовольняти вимогам: КВТ повинен забезпечувати максимальну витрату повітря $G_{\text{вmax}} = 1,61$ кг/с при $\pi_k = 2,7$, у свою чергу КНТ повинен забезпечувати область значень $G_{\text{вmin}} = 1,5$ кг/с при $\pi_k = 1,35$ та $G_{\text{вmax}} = 2,1$ кг/с при $\pi_k = 3,5$.

Література:

1. Кравченко, С.С. Розробка системи двоступеневого наддуву з проміжним охолодженням наддувального повітря та системи регулювання турбіни і компресора для двотактного дизеля спеціального призначення / Шелестов М. С., Бекарюк О. М., Кравченко С. С. Прохоренко А.О. // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: Матеріали XXVII міжнародної науково-практичної конференції НТУ «ХПІ». – 2019. ЧІІ. – С. 185. ISSN 2222-2944

ОЦІНКА ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ВІДСОТКОВОГО ВМІСТУ ВОДНЮ В ТРАНСФОРМАТОРАХ З ЕЛЕКТРИЧНИМИ РОЗРЯДАМИ З РІЗНОЮ ЩІЛЬНІСТЮ ЕНЕРГІЇ

Шутенко О.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На цей час, одним з критеріїв, використовуваних для розпізнавання типу дефекту за результатами аналізу розчинених в маслі газів є відсотковий вміст газів. Даний критерій використовується в трикутниках і п'ятикутниках Дюваля, трикутнику фірми GATRON і методі ключового газу. В даних методах відсотковий вміст кожного з газів задається у вигляді діапазону значень, які відповідають тому чи іншому типу дефекту. У той же час закони розподілу відсоткового вмісту газів для обладнання з дефектами різного типу практично не досліджені. У роботі аналізуються закони розподілу відсоткового вмісту водню, в трансформаторах з частковими (ЧР), іскровими (ІР) і розрядами з високою щільністю енергії (РВЕ). Використовуючи алгоритм статистичної обробки запропонований в [1, 2] встановлено, що розподіл відсоткового вмісту водню в трансформаторах з даними дефектами може бути описано розподілом Вейбулла. При цьому, як видно з рисунку 1, параметри законів розподілу відсоткового вмісту водню для різних типів дефектів відрізняються, що може бути використано для діагностики стану трансформаторів.

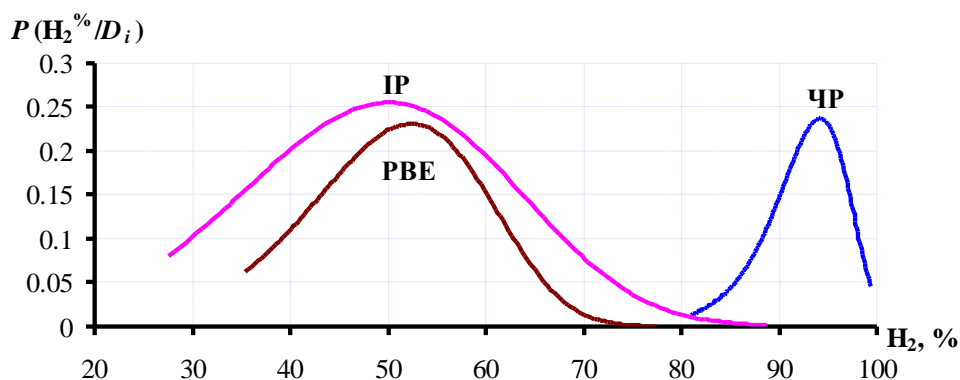


Рисунок 1 – Теоретичні щільності розподілу Вейбулла для відсоткового вмісту водню в трансформаторах з розрядами з різною щільністю енергії

Література:

1. Шутенко О. В. Аналіз законів розподілу концентрацій газів, розчинених у маслі високовольтних трансформаторів негерметичного виконання / О. В. Шутенко, Д. М. Баклай // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Енергетика: надійність та енергоефективність. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2014. – № 24. – С. 102-117.
2. Шутенко О. В. Особенности статистической обработки результатов эксплуатационных испытаний при исследовании законов распределения результатов хроматографического анализа растворенных в масле газов / О. В. Шутенко, Д. Н. Баклай // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПІ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Техника и электрофизика высоких напряжений. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2013. – № 60 (1033). – С. 136-150.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ ФАЗНОГО ПРОВОДУ НА НАТУРАЛЬНУ ПОТУЖНІСТЬ ЛІНІЙ ВН

Шутенко О.В., Березка С.К.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Одним з можливих шляхів підвищення ефективності передачі електричної енергії на високих і надвисоких напругах є оптимізація конструкції фазного проводу. У даній роботі на прикладі ПЛ 750 кВ наведені результати аналізу впливу конструкції фазного проводу на значення натуральної потужності лінії. У процесі досліджень аналізувався вплив радіуса проводу (r_0), кроку розщеплення проводу (a), відстані між центрами фаз (D_0), числа складових у розщепленій фазі (n) і висоти підвісу проводу (H). В якості реакції аналізувалися значення натуральної потужності лінії і значення максимальної напруженості на поверхні проводу. Для розрахунку використовувався метод дзеркальних зображень, який реалізований у вигляді програми SE, в середовищі Mathcad. Як приклад на рисунку 1 наведена залежність натуральної потужності лінії від кроку розщеплення a (варіювалося в інтервалі від 35 до 55 см) і відстані між фазами D_0 (варіювалося в інтервалі від 10 до 19 м), при фіксованому значенні числа складових у фазі $n = 6$.

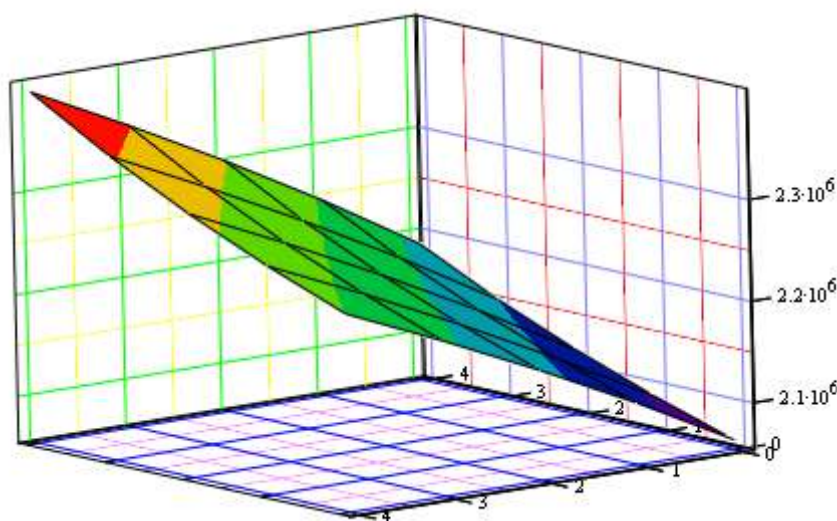


Рисунок 1 – Залежність натуральної потужності лінії від кроку розщеплення a і відстані між фазами D_0 , при фіксованому значенні числа складових у фазі $n = 6$

Отримані результати показують, що забезпечення заданого значення натуральної потужності ПЛ, в процесі проектування можливо за рахунок зміни конструкції фазного проводу, при цьому не обов'язково збільшувати радіус проводу або число складових у фазі.

МЕТОД РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ МАСЛОНАПОВНЕНИХ ВВОДІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ІЗОЛЯЦІЇ В ЧАСІ

Шутенко О.В., Загайнова О.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

У роботі наведені результати дослідження залежностей показників ізоляції від тривалості експлуатації для справних і несправних високовольтних маслωναповнених вводів, як герметичній, так і негерметичній конструкції. За результатами досліджень встановлено, що у високовольтних вводах з різним станом має місце не тільки відмінність в чисельному значенні показників ізоляції, що відомо і широко використовується, але і істотна відмінність в динаміці зміни показників у часі, що може бути використано для діагностики стану високовольтних вводів. Зокрема встановлено [1], що у високовольтних вводах з різним станом має місце не тільки відмінність в чисельному значенні показників ізоляції, що відомо і широко використовується, а й істотна відмінність в динаміці зміни показників у часі, що може бути використано для діагностики стану високовольтних вводів. Так для справних високовольтних вводів як герметичній так і негерметичній конструкції характерна практична відсутність значущої систематичної складової в залежностях показників від тривалості експлуатації (відсутність значущої кореляції між показниками ізоляції і тривалістю експлуатації), практична відсутність значущої кореляції між показниками ізоляції, а також наявність значущої кореляції між показниками ізоляції вводів, встановлених на сусідніх фазах. При наявності значущої кореляції між тривалістю експлуатації і одним з показників ізоляції в справних вводах, як правило, має місце наявність значущої кореляції між показниками вводів встановлених на сусідніх фазах обладнання. Для несправних високовольтних вводів як герметичній, так і негерметичній конструкції характерна наявність значущої систематичної складової в залежностях показників від тривалості експлуатації (наявність значущої кореляції між показниками ізоляції і тривалістю експлуатації), наявність значущої кореляції між показниками ізоляції, а також відсутність значущої кореляції між показниками несправного введення і показниками справних вводів, встановлених на сусідніх фазах. Оскільки виявлені відмінності в характері залежностей можуть бути виявлені ще до того, як значення показників вийдуть за гранично-допустимі значення, то виявлена особливість дозволяє виявляти несправності вводів на ранній стадії їх розвитку.

Література:

1 О.В. Шутенко, А.А. Загайнова Диагностика состояния высоковольтных маслωναполненных вводов на основе анализа динамики изменения показателей изоляции во времени / О.В. Шутенко, А. А. Загайнова // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Серія: Техніка та електрофізика високих напруг – Харків: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 18 (1343). – С. 62–76.

АНАЛІЗ ДОСТОВІРНОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ТИПІВ ДЕФЕКТІВ МАСЛОНАПОВНЕНОГО ОБЛАДНАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ

Шутенко О.В., Кулик О.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Виконано аналіз достовірності розпізнавання типу дефекту з використанням графічних методів [1]. Для цього використовувалися результати хроматографічного аналізу розчинених в маслі газів для 2568 трансформаторів з чітко встановленим діагнозом. Встановлено, що достовірність розпізнавання графічних методів суттєво відрізняється. При цьому навіть стосовно дефектів одного типу різні методи встановлюють абсолютно різні діагнози, що наглядно ілюструє рис. 1, на якому наведені результати діагностики для 36 трансформаторів з розрядами з високою щільністю енергії [2] з використанням стандарту МЕК 60599 (а), трикутника Дюваля (б), квадрата ЕТРА (в) і методу номограм (г). Аналіз показав, що найбільше число правильних діагнозів було поставлено з використанням методу номограм і трикутника Дюваля.

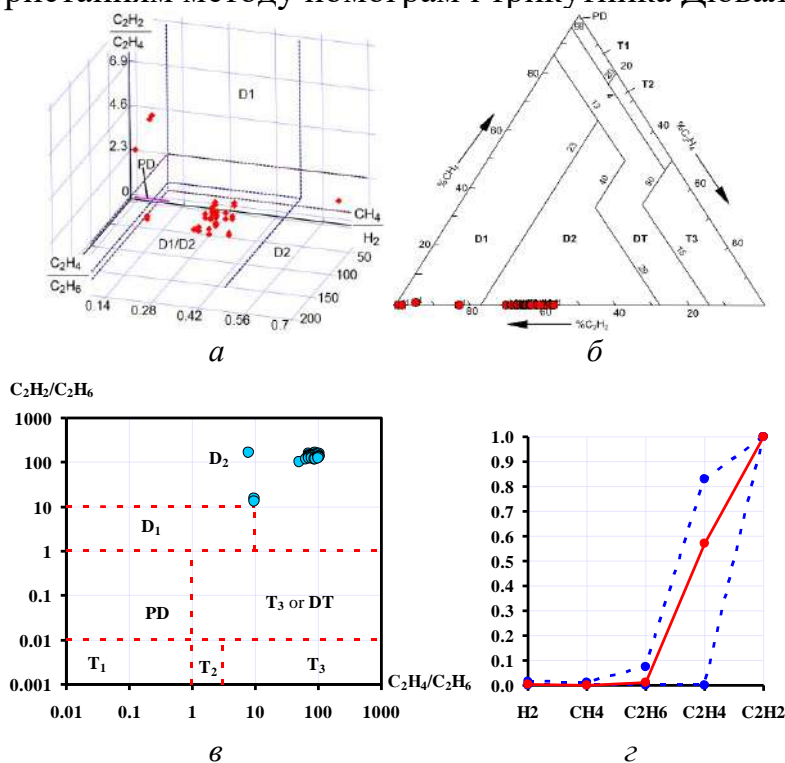


Рисунок 1 Результати діагностики трансформаторів з розрядами високої щільності енергії

Література:

1. Шутенко О. В. Аналіз графічних методів розпізнавання типу дефекту за результатами ХАРГ / О. В. Шутенко, Д. М. Баклай, Т. Г. Горожанкіна // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Енергетика: надійність та енергоефективність. – Харків: НТУ "ХПІ", 2016. – № 3 (1175). – С. 122-140;

2. Oleg Shutenko Analysis of gas composition in oil-filled faulty equipment with acetylene as the key gas // Energetika – 2019. – Vol 65, No 1 – pp 21-38; DOI: <https://doi.org/10.6001/energetika.v65i1.3973>

ОЦІНКА СТУПЕНЯ СТАРІННЯ ТРАНСФОРМАТОРНИХ МАСЕЛ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ТРАЄКТОРІЙ

Шутенко О.В., Пономаренко С.Г.
*Національний технічний університет
 «Харківський політехнічний інститут»,
 м. Харків*

Одним з найсуттєвіших недоліків існуючої в Україні та за кордоном системи оцінки стану трансформаторних масел, є неможливість оцінки ступеня старіння масла у разі якщо його показники знаходяться в області гранично-допустимих значень. Що не дозволяє перейти на ремонт і обслуговування трансформаторів за їх станом, а не за календарним планом. Для подолання даного недоліку авторами передбачено використовувати метод траєкторій [1]. Сутність даного методу полягає в тому, що рішення про стан масла приймається не шляхом порівняння змінних значень показників масла з регламентованими гранично-допустимими значеннями, а на підставі приналежності залежності показників з діагностованого трансформатора тієї чи іншої еталонної траєкторії. Для побудови еталонних траєкторій авторами використовувалися результати періодичних випробувань стану трансформаторних масел по 249 трансформаторів напругою 110 кВ з 6 областей України. Побудова еталонних траєкторій виконувалася виключно для нестационарних залежностей показників масел [2], з урахуванням завантаження трансформаторів. Як приклад, на рис. 1 наведено еталонні траєкторії кольору трансформаторних масел.

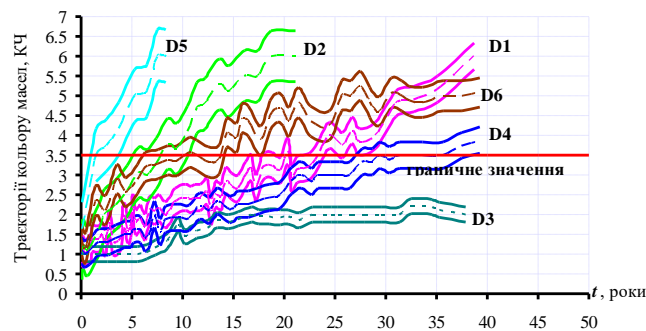


Рисунок 1 Еталонні траєкторії кольору трансформаторних масел

Пропонований метод дозволяє виконати оцінку ступеня старіння масла практично на всьому інтервалі експлуатації. При цьому оцінка проводиться з урахуванням як умов експлуатації так і особливостей поведінки показників масла на тривалих інтервалах експлуатації

Література:

1 Бондаренко В.Е., Шутенко О.В. Усовершенствование процедуры принятия решений при оценке степени старения трансформаторных масел / В.Е. Бондаренко, О.В. Шутенко // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – Москва – 2009. – №1. – С. 17 –21.

2 Бондаренко В.Е. Повышение эффективности эксплуатационного измерительного контроля трансформаторных масел. [Монография] / В.Е. Бондаренко, П.Ф. Щапов, О.В. Шутенко – Харків: НТУ «ХПИ», 2007. – 452 с.

ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БАЗАМИ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІЙ СИСТЕМІ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ВИСОКОВОЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Шутенко О.В., Швець С.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,*

м. Харків

У процесі розробки бази даних для ІАС "Сирена" використовувалася реляційна модель даних. Реляційна база даних – по суті це БД, в якій дані представлені у вигляді таблиць (рис. 1).



Рисунок 1 – Реляційна структура БД ІАС «Сирена»

Реляційна таблиця складається з пересічних рядків (інші назви – запис, сутність) і стовпців (інші назви – поле, атрибут) [1]. Реляційні бази даних дозволяють багатьма способами маніпулювати даними так, що можна вибирати всі записи, що відповідають певному критерію, посилатися з одних таблиць на інші і редагувати всі записи цілком. Для забезпечення цілісності і мінімізації займаного обсягу пам'яті до реляційних таблиць пред'являють наступні вимоги:

- дані в комірках таблиці повинні бути структурно неподільні;
- дані в одному стовпці повинні бути одного типу;
- кожен стовпець повинен бути унікальним;
- стовпці розміщуються в довільному порядку;
- рядки розміщуються також у довільному порядку;
- стовпці мають унікальні найменування.

Таким чином, застосування реляційної моделі зберігання даних дає можливість вільного доступу до даних за допомогою SQL запитів, що важливо при роботі з великою кількістю різноманітної інформації.

Література:

1. Баклай Д. Н., Шутенко О. В. Принципы построения баз данных в информационно-аналитической системе «Сирена» // Вісник НТУ «ХПІ». Тематичний випуск: Енергетика: надійність і енергоефективність. – Харків: НТУ "ХПІ", 2011. – №41. – С. 15-22.

СЕКЦІЯ 11. СУЧАСНІ ХІМІЧНІ ТА ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ, БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУВАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ПАЛЬНИХ КОПАЛИН

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ПРОЦЕС СИНТЕЗУ ЦІАНИСТОГО ВОДНЮ

Авіна С.І., Гринь Г.І., Пензева І.М., Коновалова А.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі представлені основні результати досліджень щодо впливу технологічних параметрів на утворення ціаністого водню окиснювальним амонолізом метану.

Ціаністий водень є одним із найважливіших напівпродуктів, що використовуються для виробництва ряду хімічних речовин: ціаніду натрію, метіоніну, акрилонітрилу та інших речовин.

Найпоширенішим промисловим способом отримання ціаністого водню є каталітичне окиснення аміаку, метану і кисню на платиновому каталізаторі при проведенні процесу синтезу за високих температур. Цей спосіб на теперішній час недостатньо вивчений, тому дослідження впливу технологічних параметрів на синтез ціаністого водню є важливою і актуальною задачею.

Дослідження впливу технологічних параметрів на утворення ціаністого водню проводились в лабораторному проточному реакторі на в'язаних платиновмісних сітках, наступного складу, % мас.: Pt – 0, Rh – 10. Температура процесу коливалась в межах 900 – 940 °С. В ході проведення досліджень встановлено, що в широкому інтервалі варіювання технологічних параметрів процесу, а саме впливу співвідношення аміак / метан, проглядається чітка загальна тенденція, що робота на сумішах з надлишком аміаку позитивно впливає на вихід продукту, тобто збільшується концентрація ціаністого водню у вихідній суміші.

В ході роботи досліджено вплив температури в інтервалі від 900 °С до 940 °С в контактному апараті виробництва синильної кислоти на вихід ціаністого водню. Встановлено, що підвищення температури процесу окисного амонолізу метану позитивно позначається на вихід ціаністого водню. Аналіз даних показав, що за температури процесу 900 – 940 °С вихід продукту складає 6,8 – 7,0 %.

Проаналізовано промислові дані роботи контактного реактора виробництва синильної кислоти на одному із підприємств. Представлені дані свідчать про те, що контактний апарат окиснювального амонолізу метану працює стабільно вже починаючи з п'ятої доби від дня запуску апарату. Аналіз даних показав, що максимальний ступінь перетворення ціаністого водню становить 7,2 % і приходить на 12 добу роботи промислового реактора.

Отримані результати досліджень процесу отримання ціаністого водню окиснювальним амонолізом метану можна використовувати на сучасних хімічних підприємствах для оптимізації процесу отримання синильної кислоти.

МОЖЛИВІ ПРИЧИНИ ЗНИЖЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИВИБІЙНОЇ ЗОНИ ПЛАСТА

Агейчева А.О., Агейчева О.О.

*Національний університет «Полтавська політехніка
ім. Юрія Кондратюка», м. Полтава*

В роботі розглянуто питання причин зниження фільтраційних характеристик привибійної зони пласта. До того, як продуктивні горизонти нафтового родовища піддаються розкриттю свердловинами, фізичні параметри пласта, такі як тиск, температура, розподіл флюїдів в поклади, перебувають в сталому (стабільному) стані, досягнутому за довгий час з початку формування покладів. Як тільки пласт піддається зовнішньому впливу (Первинне і вторинне розкриття бурінням, глушіння свердловин), сталий стан в ньому порушується. Зону продуктивного пласта, розташовану поблизу видобувної свердловини і найбільш піддану негативному впливу при різних технологічних заходах, прийнято називати привибійною зоною пласта.

В результаті різних видів впливів (механічне, фізико-хімічне, термодинамічне) в процесі розкриття і закінчення свердловин, серйозного впливу і зміни піддаються колекторські властивості порід в ПЗП. При цьому існує дві «полярні» технології первинного розкриття - при репресії на пласт (найбільш поширена) і буріння на рівновазі або на депресії. При бурінні на репресії тиск промивної рідини в свердловині ($P_{св}$) перевищує пластовий тиск ($P_{пл}$). Внаслідок цього відбувається проникнення промивальної рідини в пласти і їх кольматація.

Технологія розкриття продуктивних пластів на депресії поки що не знайшла широкого застосування в Україні, з огляду на наступні недоліки: великий ризик викиду вуглеводнів, а потім вибуху і пожежі; висока вартість буріння, що залежить від типу розчину, особливо для горизонтальних свердловин; не завжди виходить витримати депресію, що при відсутності глинистої кірки може привести до швидкого і сильного погіршення стану незахищеного продуктивного пласта; складність моделювання та прогнозування поведінки стискаються (аерованих) бурових рідин.

Перспективним напрямком підвищення якості розкриття продуктивних пластів є застосування розчинів на вуглеводневій основі. В якості вуглеводневої фази використовують: відпрацьовані мастила, дизельне паливо, нафта, бітум, гудрон. Перевага таких розчинів в тому, що їх фільтрати не призводять до набухання мінералів, чутливих до води і кольматації фільтраційних каналів. В умовах нормальної температури фільтрати БР на нафтовій основі проникність кернів не знижують. У багатьох нафтогазоносних регіонах України проблема зниження природної проникності ПЗП сильно загострюється в зв'язку зі збільшенням числа родовищ з низько проникними колекторами. В таких умовах зберегти початкові ФЄХ привибійної зони практично неможливо і часто, в процесі освоєння видобувних свердловин, вдаються до таких технологічних операцій, як кислотна обробка або гідророзрив пласта.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОСМЕТИЧНОЇ ГІДРОГЕЛЕВОЇ МАСКИ

Альтемірова Л.Р., Овсяннікова Т.О.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На сьогодні є дуже актуальною проблема передчасного старіння шкіри, яка вирішується шляхом системного догляду за нею, головним чином — зволоженням. Зниження вологості призводить до сухості та лущення шкіри, що може викликати роздратування та запалення, а також різні дерматологічні хвороби. Крім того, недолік вологи може привести до втрати сяйва та еластичності, зменшення здатності шкіри зберігати свою форму.

Маски для обличчя є найбільш зручними косметичними засобами, що використовуються для догляду за шкірою. Гідрогелеві маски мають кращі характеристики, ніж маски, наприклад, з целюлози чи волокон, тому що гідрогель здатен утримувати велику кількість води і сироватки довгий час та характеризується м'якою еластичною консистенцією.

Була проаналізована область світового косметичного ринку, який присвячений виробництву і випуску гідрогелевих масок. Ми дослідили склади масок іноземних виробників (Корея, США, Франція, Італія, Китай) та запропонували свою покращену технологію виробництва гідрогелевих масок.

В своєму проекті ми показуємо, що гідрофільна гідрогелева основа разом з проникаючою здатністю гіалуронана створюють маску, здатну доставляти активні інгредієнти в шкіру, що призводить до поліпшення гідrataції шкіри, її тонусу і зовнішнього вигляду [1]. Наша рецептура, на відміну від існуючих, спрямована на використання натуральних та органічних інгредієнтів, а в виробництві ми прагнемо відповідати принципам Зеленої хімії [2].

Крім того нами були розглянуті питання сировинної бази для даного продукту, доступні в Україні та контроль якості.

Література:

1. Хабаров В. Н. Гиалуроно́вая кислота: получение, свойства, применение в биологии и медицине / В. Н. Хабаров, П. Я. Бойков, М. А. Селянин. – М.: Практическая медицина, 2012. – 224 с.

2. Ahluwalia, V. K.; Kidwai, M. New Trends in Green Chemistry, India, 2004.
doi:10.1007/978-1-4020-3175-5

JUSTIFICATION OF COMPLEX SWEETENER IN COMPOSITION OF DENTAL GEL BASED ON EXTRACTS FROM PLANT RAW MATERIALS

Ananieva V.V., Petrov S.O., Tsygankov A.V.

*National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute»,
Kharkiv*

The use of drugs for application to oral mucous membranes involves contact with taste receptors, so the taste properties of such drugs are very important. The plant raw materials, the extracts of which are used as components of the drugs, have a specific and often unpleasant taste, so it is advantageous to introduce the corrective agents [1]. Intensive sweeteners are most often used, and sugar substitutes with low glycemic index are less common [2].

The purpose of this work is to study model samples of dental gel with different concentrations of sweeteners - potassium acesulfame and sodium saccharin, namely 0,05 %, 0,10 % and 0,15 %. As factors are taken concentrations of intense sweeteners, which were added to model samples of dental gel, response function is taste qualities of test samples. The results of the study are shown in table 1.

Table 1 – Effect of concentration ratio of intense sweeteners on taste quality of dental gel samples

Samples, №	Concentration of intense sweeteners in dental gel composition, %				Tastes, y_1
	Potassium acesulfame, x_1		Sodium saccharin, x_2		
	sym.	%	sym.	%	point grade
1	+1	0,15	+1	0,15	2
2	-1	0,05	0	0,10	9
3	0	0,10	-1	0,05	10
4	-1	0,05	-1	0,05	5
5	-1	0,05	+1	0,15	8
6	0	0,10	+1	0,15	4
7	+1	0,15	-1	0,05	7
8	+1	0,15	0	0,10	3

According to the results of the studies, sample № 3 was selected, which showed a taste profile close to the taste profile of the 9,0% sucrose solution and was marked by the absence of metallic aftertaste. This sample can be used to adjust the taste of drugs for application to oral mucous membranes.

References:

1. Dmytriievskiy D. I., Bohuslavskaya L. I., Khokhlova L.M. ta in. Tekhnolohiia likarskykh preparativ promysloвого vyrobnytstva. Vinnytsia: Nova knyha, 2008. 280 s.
2. Sarafanova L.A. Pyshecheye dobavky: Entsyklopedyia. 2-e yzd., yspr. y dop. SPb: HYORD, 2004. 808s.

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПРИРОДНОГО СІМБІОНТУ *ORYZAMYCES INDICI* В РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ КУЛЬТИВУВАННЯ ДЛЯ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ У МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Андрощук Д.Р., Масалітіна Н.Ю.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

В даний час кисломолочна продукція широко затребувана споживачами через її високу харчову і біологічну цінності, а також дієтичні і лікувально-профілактичні властивостей. Для виробництва кисломолочної продукції широко застосовуються закваски молочнокислих мікроорганізмів на чистих культурах. Крім того, використовуються і природні симбіотичні заквасочні культури, так звані зооглеї [1].

Для дослідження була вибрана культура рисового гриба – *Oryzomyces indicis*. Вона являє собою природний біоценоз мікроорганізмів, потенційно здатних викликати різні види бродіння - спиртове (дріжджі *Zygosaccharomyces fermentati* Naganishi, *Pichia membranaefaciens* Hansen), молочнокисле (*Lactobacillus paracasei* subsp. *Paracasei*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *Dextranicum*) і оцтовокисле (*Acetobacter aceti*) [2]. Природне середовище для культивування рисового гриба, представляє собою водний розчин сахарози з додавання рослинної добавки – сушеного винограду [3].

В ході роботи були вивчені процеси життєдіяльності культури рисового гриба в середовищах різного складу і за різних умов культивування, а також дослідження властивостей даної закваски для застосування в молочній промисловості. Культивування проводилося при температурі 20 – 30 °С на водному розчині сахарози, молоці пастеризованому знежиреному (титруєма кислотність 16 °Т), молоці стерилізованому цілісному (титруєма кислотність 17 °Т, масова частка жиру 3,2 %), сироватці (титруєма кислотність 58 °Т). У процесі дослідження використовували титрометричний, потенціометричний і органолептичний методи аналізу [4]. Результати досліджень свідчать, що культура природного симбіонту *Oryzomyces indicis* розвивається не тільки в середовищах, що містять сахарозу, але і в молочній основі, що містить лактозу. Це дозволяє розглядати рисовий гриб як продуцент в молочній промисловості для отримання нової кисломолочної продукції.

Література:

1. Зинцова, Ю.С. Разработка концепции напитков на основе поликультур рисового и чайного грибов / Ю.С. Зинцова, М.Н. Школьников // Пиво и напитки. – 2015. – № 3. – С. 22–25.
2. Королева, Л.М. Идентификация микробного состава поликультуры рисового гриба как основы получения ферментированных безалкогольных напитков / Л.М. Королева, Е.А. Цед, Н.К. Коваленко, С.С. Нагорная // Пиво и напитки. — 2007. — № 2. — С. 40–42.
3. Смирнова, И.А. Скваживание молока тибетским молочным грибом / И.А. Смирнова, И.А. Еремина, А.Д. Гулбани. – Молочная промышленность. – 2014. – № 3. – С. 63–64.
4. Инихов, Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов / Г.С. Инихов, Н.П. Брио. – М. : Пищепромиздат, 1971. – 281 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ОКИСЛЕННЯ СПЛАВУ Ti6Al4V У ФОСФАТНИХ ЕЛЕКТРОЛІТАХ

Анікєєва П.С., Пилипенко О.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Висока хімічна стійкість, доступність та технологічність титану і титанових сплавів обумовлюють широке використання матеріалів цього класу у різноманітних областях сучасної техніки. Особливістю чистого титану є пластичність і недостатня міцність при роботі в умовах механічного навантаження. У промисловості більше використання мають титанові сплави, оскільки легування цього металу іншими елементами дозволяє одержати матеріали з необхідними властивостями. До широко використовуваних титанових сплавів відноситься сплав марки Ti6Al4V, який має високу питому міцність, добре обробляється різанням і свердлінням. Цей сплав використовують для виготовлення відповідальних деталей, важливою вимогою до яких є забезпечення необхідної корозійної стійкості в умовах експлуатації.

Корозійна стійкість титанових сплавів може знижуватись при збільшенні числа легуючих елементів. Для її підвищення поверхню сплавів модифікують шляхом формування оксидних покриттів. Оксидування дає змогу одержати плівки, товщина яких у сотні разів більша природних, що має забезпечити більш глибоку пасивацію і відповідно підвищити хімічну стійкість сплаву. Найбільш часто оксидні плівки на титані одержують електрохімічним окисленням. Останній метод оксидування, який іноді називають анодуванням, є найбільш розповсюдженим [1, 2].

Результати проведених досліджень показали, що визначальний вплив формувальні залежності сплаву має значення анодної густини струму. За $j_a > 0,5 \text{ А} \cdot \text{дм}^{-2}$ залежності лінійні, що вказує на формування малопористих плівок. Гранична товщина плівки визначається величиною кінцевої напруги на комірці і не залежить від інших параметрів електролізу. Результати пояснюються тим, що формування плівки відбувається в умовах наявності градієнта потенціалу, величина якого для титану є сталою величиною. Збільшення кінцевого значення напруги приводить до пропорційного збільшення максимальної товщини оксиду.

Література

1. Pilipenko A., Pancheva H., Deineka V. [et al.]. Formation of oxide fuels on VT6 alloy in the conditions of anodial polarization in solutions H₂SO₄. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018, Vol. 3. P. 33–38.
12. Ivashchenko M., Smirnova O., Kyselova S. [et al.]. Establishing the patterns in the formation of films on the alloy Ti6Al4V in carbonic acid solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 5. P. 21–26.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА АЛКАЛОЇДУ РЕЗЕРПІНУ З КАЛУСНОЇ ТКАНИНИ *RAUVOLFIA SERPENTINA*

Анціборенко Б.Р., Бєлих І.А.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Резерпін належить до індольних алкалоїдів рослини *Rauvolfia serpentina* (раувольфія зміїна). Препарат резерпіну знижує вміст норадреналіну в закінченнях адренергічних нервів, тобто виявляє симпатолітичну дію. Знижує рівень катехоламінів у ЦНС, тому діє заспокійливо і має слабкий антипсихотичний ефект. Під впливом резерпіну зменшується загальний периферичний опір артеріальних судин, знижуються частота серцевих скорочень, артеріальний тиск [1].

Більшість алкалоїдних препаратів виготовляються за застарілими технологіями, тому кількісний вихід готового продукту є досить низьким. Тому перспективним є впровадження у виробництво нових сучасних технологій з метою збільшення кількісного виходу та високої якості алкалоїдів [2,3].

На основі проведеного літературного пошуку нами запропоновано одержувати резерпін із калусної тканини раувольфії зміїної виділеної із кори кореню рослини, з подальшим її культивуванням у суспензійному середовищі в періодичному режимі. Калусні клітини *in vitro* зберігають фізіологічні та біохімічні властивості, а також здатність до синтезу вторинних метаболітів на рівні нормальних клітин рослини [2].

Основними стадіями технологічного процесу виробництва резерпіну з калусної тканини раувольфії зміїної є: приготування твердого живильного середовища; підготовка рослинного експланту; виділення та культивування калусу; отримання суспензії клітин; приготування рідкого поживного середовища; культивування суспензійної культури; виділення клітин; дезінтегрування; екстрагування етиловим спиртом; відгонка спирту; екстрагування водою; відгонка води; центрифугування; сушіння; стандартизація; контроль; фасування. Роботи по виділенню та вирощуванню калусної тканини раувольфії зміїної проводяться в асептичних умовах [3].

Таким чином, запропоноване удосконалення в технології одержання резерпіну із калусної тканини *Rauvolfia serpentina* для подальшого їх використання у виробництві лікарських засобів, дозволила значно збільшити вихід алкалоїду та зменшити економічні витрати.

Література:

1. Ковальов В.М. Фармакогнозія з основами біохімії рослин / В.М. Ковальов, О.І. Павлій, Т.І. Ісакова. – Харків : НФаУ, 2004 – 704 с.
2. Цыренов В.Ж. Основы биотехнологии: Культивирование изолированных клеток и тканей растений. Часть 2. Учебно-методическое пособие. / В.Ж. Цыренов. – Улан-Удэ : ВСГТУ, 2003. – 57 с.
3. Анціборенко Б.Р. Біотехнологія одержання вторинних метаболітів рослин з калусної тканини *Rauvolfia serpentina*: кваліфікаційна робота освітньо-кваліфікаційного рівня магістр / Б.Р. Анціборенко – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 82 с.

БІОТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ ДНК-РЕКОМБІНАНТНОЇ ВАКЦИНИ ПРОТИ ЛІМФОМИ

Безрукавий Д.В., Краснопольський Ю.М.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Одним із актуальних питань біотехнології є створення ДНК-вакцин. Такі вакцини розробляються та використовуються у тому числі для імунотерапії ряду онкологічних захворювань, таких як: лімфома, меланома, нейробластома.

Дана робота присвячена розробці ДНК-вакцини проти злоякісних новоутворень лімфоїдної тканини – неходжкінських лімфом. Неходжкінські лімфоми (НХЛ) – багаточисельна група злоякісних новоутворень лімфоїдної тканини, які відрізняються за клітинною будовою, молекулярним внутрішньоклітинним особливостям, клінічною картиною, перебігом та прогнозом. Неходжкінські лімфоми входять у десятку найбільш поширених і небезпечних онкологічних захворювань. У 2008 році у світі виявлено 355900 первинних лімфом та 191400 смертей від цього захворювання [1].

Метою роботи є розробка методу біотехнологічного одержання ідіотипічної ДНК-вакцини проти неходжкінських лімфом. Задачами проекту є підвищення виходу та покращення якості очищення цільового продукту.

Запропоновано технологію одержання ДНК-вакцини шляхом культивування рекомбінантного клону штаму-продуценту *E. coli XL1-blue*, отриманий в результаті трансформації *E. coli* за допомогою плазмідної ДНК стандартним кальцій – хладовим методом з подальшим відбором відповідного клону бактерій на середовищі, що містить канаміцин як селективний агент. Продукт являє собою персональну рекомбінантну ідіотипічну ДНК-вакцину проти неходжкінських лімфом, яка може бути використана у комплексі медичних послуг для лікування лімфом [2]. Перевагами цієї вакцини є: висока стабільність, високий ступінь очищення, відсутній властивий живим вакцинам ризик реверсії вірулентності.

Запропоновано для культивування рекомбінантного штаму *E. coli XL1-blue* використання міні-біореактор *Eppendorf DASbox* з робочим об'ємом 350 мл, проведення додаткової екстракції хлороформом, а також збільшення часу екстракції на окремих етапах виділення ДНК-плазмиди. Дані технологічні зміни дозволяють зменшити час культивування, зменшити витрати на електроенергію, покращити екстрагування кінцевого продукту, а також збільшити його вихід [1].

Література:

1. Безрукавий Д. В. Біотехнологія одержання вакцини проти лімфоми : дипл. проект / Д. В. Безрукавий. – Харків, 2019. – 92 с.
2. Мелешко А. Н. Метод идиотипической ДНК вакцинации пациентов с лимфомами : инструкция по применению / А. Н. Мелешко, Е. П. Вашкевич, Н. А. Петровская. – Минск : РНПЦ детской онкологии, гематологии и иммунологии, 2015. – 42 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СИРУ ТИПУ МОЦАРЕЛЛА

Біблій Т.Є., Самойленко С.І.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Молочні продукти є одними з найбільш цінних в харчуванні людини незалежно від віку, місця проживання та його матеріального достатку. З кожним роком на молочному ринку України збільшуються обсяги споживання, досить активно зростає попит на молочні новинки. Розробка технологій нових способів виробництва зарубіжних сирів допоможе надати українському споживачеві вітчизняний варіант [1].

Сир моцарелла останнім часом набуває все більшої популярності в Україні і в світі. Виробництво моцарелли має цілий ряд переваг для сироробних підприємств. В першу чергу це свіжий продукт, який відноситься до сирів без дозрівання і що забезпечує швидкий оборот вкладених коштів. Таким чином, він не потребує додаткових енерговитрат для камер зберігання. Крім того, при виробництві сиру відсоток виходу готової продукції на один літр молока досить високий і становить 10–14 % [1].

Виробництво сиру моцарелла примітно тим, що в процесі його виготовлення не використовують ніяких добавок. Основа сиру – молоко і сирний фермент, тому забезпечується високий вміст кальцію, корисних речовин і вітамінів [1].

Виробництво сиру починається з того, що молоко заквашується термофільною молочнокислою культурою і згортається сичужним ферментом і з додаванням хлориду кальцію і ліпази [1].

Як правило, термофільні закваски – моновидові, тобто містять один штам бактерій *Streptococcus thermophilus*. Але є і полівидові закваски, які містять штами додаткових аромабактерій, такі, як *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. lactis* (надають пряний смак, використовуються при виробництві швейцарських і італійських твердих сирів), *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (болгарська паличка, для італійських витяжних сирів сімейства Паста Філата) [2].

Запропонована до використання бактеріальна закваска *Streptococcus lactis* в кількості 0,5–1,0 % разом із хлористим кальцієм і сичужним ферментом дозволить скоротити тривалість процесу сквашування і покращити органолептичні показники продукту [2].

Література:

1. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://milkua.info/uk/post/syr-mocarella-v-poslednee-vrema-priobretaet-vse-bolsuu-popularnost-i-v-rossii-i-v-mire> (дата звернення: 12.03.2020). – Назва з екрану.
2. Смешанные закваски [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cheese-home.com/article/140/577/Zakvaski-dlya-syra> (дата звернення: 13.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ТВЕРДОГО НОСІЯ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВІДХОДІВ КОКСОХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ДО УТИЛІЗАЦІЇ

Білець Д.Ю., Карножицький П.В., Мірошніченко Д.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

В роботі [1] було наведено спосіб отримання генераторного газу, який включає низькотемпературну газифікацію суміші відходів коксохімічних виробництв на прикладі кам'яновугільних фусів (КФ) з твердим носієм: шкаралупа волоського горіха (Ш) та буре вугілля (БВ). Після приготування сумішей було перевірено їх гранулометричний склад та зміну середнього діаметру $d_{\text{сер}}$ твердого носія від вмісту КФ за 20 та 60 °С для сумішей Ш+КФ та БВ+КФ відповідно. Результати наведено в табл. 1 та 2.

Таблиця 1 - Гранулометричний склад сумішей Ш+КФ після масозмішувача

Гранулометричний склад, %	КФ, %							
	20 °С				60 °С			
	5	10	15	20	5	10	15	20
>3	90,6	93,80	96,85	96,31	93,0	96,62	98,12	99,70
3–2	7,70	4,50	2,72	3,11	5,50	3,00	1,63	0,27
2–1	1,60	1,54	0,60	0,55	1,40	0,35	0,25	0,03
<1	0,10	0,16	0,10	0,03	0,10	0,03	-	-
$d_{\text{сер}}$, мм	3,85	3,88	3,95	3,94	3,86	3,94	3,97	4,0

Таблиця 2 - Гранулометричний склад сумішей БВ+КФ після масозмішувача

Гранулометричний склад, %	КФ, %							
	20 °С				60 °С			
	5	10	15	20	5	10	15	20
>3	20,13	25,06	30,83	36,00	6,80	9,60	18,40	33,11
3–2	21,47	26,53	23,96	21,30	15,70	15,30	16,20	18,69
2–1	27,25	25,58	24,80	24,20	36,00	34,10	32,80	29,00
<1	31,15	22,83	20,68	18,50	41,50	41,00	32,60	19,20
$d_{\text{сер}}$, мм	1,91	2,16	2,31	2,43	1,14	1,48	1,8	2,32

З отриманих даних можна побачити, що шкаралупа волоського горіха більш стійка до механічного впливу. Буре вугілля менш стійке, особливо під час нагрівання.

Література:

1. D.Yu. Bilets. Utilizing Viscous Organic Coke-Plant Wastes /D. Yu. Bilets, P. V. Karnozhitskiy, P. P. Karnozhitskiy// Coke and Chemistry, April 2018, Volume 61, Issue 4, pp 147–151.

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗЧИНІВ ПЕРОКСИОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

Білозьоров О.Ю., Варана Т.В., Тульський Г.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Для дезінфекції при виробництві продуктів харчування, в птахівництві, в медицині широке застосування мають препарати на основі перокси-сполук органічних кислот. Однією з найбільш поширених є пероксиоцтова кислота (ПООК) – сильний дезінфектант з широким спектром антимікробної активності. На теперішній час виробництво проводиться за хімічною технологією, що передбачає взаємодію шляхом змішуванням концентрованих розчинів пероксиду водню та концентрованої оцтової кислоти з застосуванням у якості каталізатора домішки неорганічної кислоти. На теперішній час в Україні відсутні виробництва ПООК і пероксиду водню. Тривале зберігання і транспортування ПООК пов'язане з значною втратою концентрації, через розклад перокси-сполук. Тому актуальним є розробка технологічних показників електрохімічного синтезу ПООК.

Мета досліджень: обґрунтувати склад електроліту для електрохімічного синтезу ПООК, провести балансові дослідження.

Для електрохімічного синтезу ПООК були проведені кінетичні дослідження анодного процесу в широкому діапазоні розчинів оцтової кислоти 1 – 6 моль/дм³. Встановлено, що найбільший показник анодного струму має розчин оцтової кислоти з концентрацією 4 моль/дм³. Для зниження питомого опору розчину оцтової кислоти та інтенсифікації анодного процесу, за цільовим продуктом, була додана сульфатна кислота у кількості 0,5 моль/дм³. Результати досліджень свідчать, що збільшення концентрації сульфатної кислоти від 0,2 до 0,5 моль/дм³ призводить до інтенсифікації анодного процесу в електрохімічному синтезі ПООК. Однак подальше збільшення сульфатної кислоти не призводить до подальшого збільшення каталітичної дії.

За результатами воль-амперних досліджень встановлено, що утворення цільових речовин (ПООК та пероксиду водню) на платиновому аноді відбувається при потенціалах, більш позитивних за 1,8 В. Підвищення анодного потенціалу сприяє збільшенню виходу за струмом цільових речовин та гальмуванню суміщеного процесу – виділення кисню. Граничними потенціалами для таких синтезів є 2,2 ... 2,3 В. Через досягнення потенціалів реакції Кольбе та Гофера-Места.

За результати досліджень були проведені балансові дослідження з застосуванням лабораторно-діафрагмового електролізера зі струмовим навантаженням 2,5 А. Густина струму складала 1500 А/м², після 3 годин електролізу, концентрація ПООК склала 2,1%, концентрація пероксиду водню 0,5 %. Що відповідає робочим концентраціям дезінфікуючих препаратів, які використовується на перерішній час.

**ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛОВОЇ ІНТЕГРАЦІЇ
ПРОЦЕСУ ВИПАРЮВАННЯ ХЛОРИДУ МАГНІЮ**
Биканов С.М., Бабак Т.Г., Данилов Ю.Б., Рищенко І.М.,
Биканова В.В., Фрідман А.І.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

Процеси випарювання досить розповсюджені в хімічній і харчовій промисловості. Для проведення випарювання треба підводити велику кількість тепла. Зменшення енерговитрат є актуальною задачею, яка може бути вирішена різними шляхами: застосуванням багатокорпусних випарних установок, використанням теплового насосу, вдосконаленням конструкцій випарних апаратів, наприклад застосуванням випарних апаратів з пластинчастою гріючою камерою. Також одним із засобів економії тепла при випарюванні є проведення комплексної теплової інтеграції багатокорпусної випарної установки, яку можна проводити за допомогою методу пінч-аналізу [1].

Для інтеграції було обрано принципову технологічну схему випарювання хлориду магнію продуктивністю 7 тон/год. Кількість корпусів установки – два. За результатами розрахунків матеріального і теплового балансу процесу випарювання отримано температури, витрати і теплоємності технологічних потоків. Для інтеграції обрано 5 гарячих потоків: конденсати і вторинні пари з 1 і 2 корпусів, упарений розчин; та 4 холодних потоків: початковий розчин $MgCl_2$, розчин, що випаровується у 1 і 2 корпусах, вода на технічні потреби. Сформовано потокову таблицю, розраховано потокову теплоємність та теплове навантаження потоків. Для даної схеми на основі техніко-економічних розрахунків було обрано мінімальну температурну різницю в теплообмінному обладнанні $\Delta T_{min} = 8^\circ C$. Для цього значення побудовано складені криві потоків. В результаті отримуємо цільові енергетичні значення гарячих $Q_{Hmin} = 1873,16$ КВт і холодних $Q_{Cmin} = 1759,83$ КВт утиліт. На основі розташування точки пінча на складених кривих, отримано сіткову діаграму, і проведено розташування теплообмінників, користуючись *N*-правилами та *CP*-правилами.

Особливість теплової інтеграції процесу випарювання розчину $MgCl_2$ полягає в тому, що виходячи з технологічних міркувань було прийняти рішення не максимізувати теплове навантаження рекуперативного теплообмінника РТ1 на потоку початкової суміші. Це призвело до передачі тепла через пінч у кількості 50,87 КВт. Тому зростають потужності зовнішніх утиліт – і гарячих, і холодних на 50,87 КВт. Тобто, замість розрахованих раніше $Q_{Hmin} = 1873,16$ КВт отримуємо 1924,03 КВт, замість $Q_{Cmin} = 1759,83$ КВт отримуємо 1810,7 КВт.

Встановлено, що для реалізації теплової інтеграції треба додатково встановити 8 рекуперативних теплообмінників і один підігрівач. Завдяки теплової інтеграції витрата гріючої пари для обігріву випарної установки зменшилась на 23 % у порівнянні з принциповою схемою.

Література:

1. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульєв Л.М. Основы интеграции тепловых процессов.– Харьков: НТУ «ХПИ». 2000. – 456с.

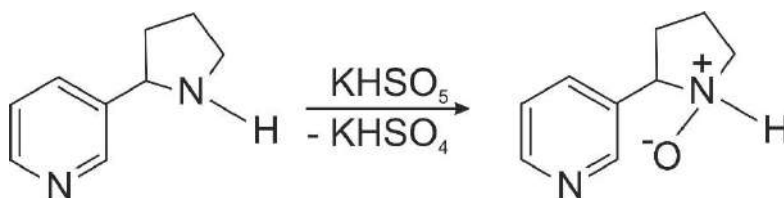
РЕАКЦІЯ ОКИСНЕННЯ НІКОТИНУ КАЛІЙ ГІДРОГЕНПЕРОКСОМОНОСУЛЬФАТОМ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ У ХІМІЧНОМУ АНАЛІЗІ

Блажесівський М.Є., Мороз В.П.

*Національний фармацевтичний університет,
м. Харків*

Нікотин-сульфат – інсектицид зовнішньої (контактної) дії, що добувається з тютюнових рослин. Технічний препарат рідкий, темно-коричневого кольору, володіє характерним запахом тютюну. Містить до 40 % основи нікотину. Препарат добре і повністю розчиняється у воді. На виноградниках застосовується у вигляді 0,1 – 0,2 % розчину, головним чином проти листокруток, з початку забарвлення ягід, коли інші препарати вживати небезпечно. Водні розчини нікотину сульфату погано змочують листя і покриви тіла комах, тому до розчину необхідно додавати ПАР (господарське мило в кількості 4 – 5 г на 1 л рідини).

Методом йодометричного титрування вивчена кінетика реакції *N*-оксидзації нікотину калій гідрогенпероксомоносульфатом (KHSO_5) залежно від рН середовища. За умов невеликого надлишку окисника кінетика реакції задовільно описується кінетичним рівнянням другого порядку. За лінійними залежностями у напівлогарифмічних координатах $\log_{10} c_t/[c_{\text{НК}} - (c_0 - c_t)]$ vs time знайдені спостережувані константи швидкості реакції другого порядку та побудований графік залежності k_{app} від рН з максимумом при рН 9,2. Показано, що на один моль нікотину витрачається один моль KHSO_5 . Лінійна залежність k_{app} від добутку мольних часток основи нікотину та моноаніону пероксомоносульфату, $\alpha(\text{NT}) \times \alpha(\text{HSO}_5^-)$ свідчить про участь саме цих реакційно здатних частинок в перехідному стані процесу. Це переконливо доводить реалізацію в процесі окиснення нікотину калій гідрогенпероксомоносульфату механізму специфічного кислотно-основного каталізу. За тангенсом кута залежності знайдено істинну константу реакції *N*-оксидзації нікотину калій гідрогенпероксомоносульфатом.



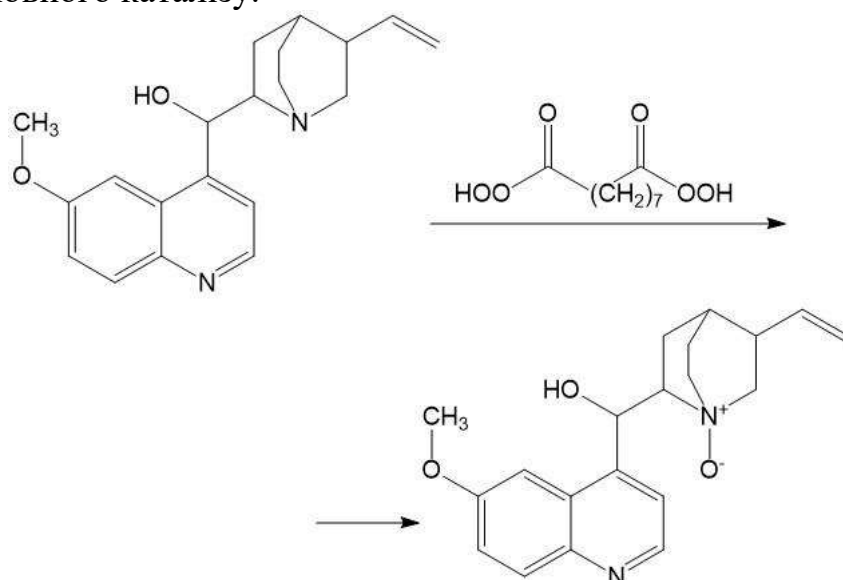
За оптимальними умовами перебігу реакції опрацьована нова методика кількісного визначення нікотину у водних розчинах нікотину сульфату. За експресністю, точністю, вибірковістю та простотою виконання аналізу запропонована методика вигідно відрізняється від таких, описаних в літературі.

РЕАКЦІЯ ОКИСНЕННЯ ХІНІНУ ДИПЕРОКСІАЗЕЛАЇНОВОЮ КИСЛОТОЮ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ У ХІМІЧНОМУ АНАЛІЗІ

Блажесвський М.Є., Мороз В.П.

Національний фармацевтичний університет,
м. Харків

Хінін – головний алкалоїд кори хінного дерева, якому притаманна жарознижувальна, протималарійна, анальгетична та протизапальна дія. Це стереоізомер хінідину, що характеризується гірким смаком. Хінін був першим протималарійним лікарським засобом, який продовжують ефективно використовувати у критичних ситуаціях при тропічній малярії, особливо зважаючи на швидке виникнення резистентності малярійних плазмодіїв (*Plasmodium falciparum*) до більшості новітніх препаратів. Хінін також входить до складу деяких безалкогольних напоїв, зокрема, безалкогольного газованого напою – тоніку. Методом йодометричного титрування вивчена кінетика реакції *N*-оксидації хініну дипероксіазелаїновою кислотою, $(\text{CH}_2)_7(\text{CO}_3\text{H})_2$ (ДПАзК) залежно від рН середовища. За умов невеликого надлишку окисника кінетика реакції задовільно описується кінетичним рівнянням другого порядку. За лінійними залежностями у напівлогарифмічних координатах $\lg c_t / [c(\text{Ch}) - 2(c_0 - c_t)]$ vs. time знайдені спостережувані константи швидкості реакції другого порядку та побудований графік залежності k_{app} від рН з максимумом при рН 8,0. Показано, що на один моль хініну витрачається один 0,5 моль ДПАзК. Лінійна залежність k_{app} від добутку мольних часток основи хініну та суми мольних часток протонованої форми ДПАзК та її моноаніону, α_{Am} ($\alpha_{\text{H}_2\text{An}} + \alpha_{\text{HAn}^-}$), свідчить про участь саме цих реакційно здатних частинок в перехідному стані процесу та підпорядкування кінетики реакції механізму специфічного кислотно-основного каталізу.



Нами опрацьована нова методика кількісного визначення хініну у водних розчинах та тоніку за реакцією *N*-оксидації. За експресністю, вибірковістю та простотою виконання аналізу запропонована методика вигідно відрізняється від таких, описаних в літературі.

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ВНЕДРЕНИЕМ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
НАДЕЖНОСТИ РАБОТНИКОВ ОПЕРАТОРСКОГО ПРОФИЛЯ**
Брусенцов В.Г.¹, Ворожбян М.И.², Брусенцов О.В.¹, Иващенко М.Ю.²

¹ *Украинский государственный университет железнодорожного транспорта,*

² *Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова,
г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы объективного контроля уровня профессиональной надежности работников операторского профиля, управляющих объектами, несущими потенциальную угрозу для окружающей среды [1]. При выраженной тенденции на замену человека роботами, еще долго именно человек будет управлять наиболее опасными процессами. Кроме прочего, это связано с наличием у высокопрофессионально надежного оператора больших преимуществ по сравнению с чисто автоматическими устройствами. Также в работах А. Чапаниса показано, что система, содержащая высоконадежного оператора надежнее автоматической системы даже, имеющей четырех кратное дублирование [2]. Отсюда вытекает важность объективной оценки уровня профессиональной надежности человека-оператора. Наличие такой оценки позволяет решить ряд задач – не допустить к выполнению ответственной деятельности человека с недостаточным на данный момент уровнем профессиональной надежности, а также проводить мониторинг существующего уровня для каждого работника с определением динамики и перспектив. Это позволит не допускать снижения уровня ниже порогового путем корректирующих и восстановительных воздействий. Получение такой оценки затруднено рядом обстоятельств. Понятие «профессиональная надежность» является системным и включает ряд подсистем, а именно: медико-биологическую, психофизиологическую, квалификационно-образовательную, морально-волевую и функциональную. Таким образом, ее можно представить, как взаимоопределяемое соотношение ряда факторов. Отсюда следует, что конечный интегральный результат можно получить при различной вариации его составляющих, следовательно, существует способность к компенсации недостаточного уровня одних составляющих повышенным уровнем других. При получении интегральной оценки сложность заключается в том, что составляющие имеют качественные отличия и часто отсутствуют их количественные показатели.

Нами проведены исследования по получению таких оценок на примере уровня функциональной надежности человека-оператора.

Литература:

1. Introduction to human factors. – Режим доступа: <https://www.hse.gov.uk/humanfactors/introduction.htm>
2. A. Chapanis. Human Factors in Systems Engineering. *Wiley Series in Systems Engineering*. (February 27, 1996) 352 pages.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АНТИОКСИДАНТІВ НА СТІЙКІСТЬ ДО ОКИСНЕННЯ БІЛКОВО-ЖИРОВИХ СУМІШЕЙ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Бочкарев С. В., Буренков І. О., Миронова А. Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

В попередній роботі [1] обґрунтовано вибір та співвідношення компонентів білково-жирової суміші (БЖС) спеціального призначення, яка збалансована за незамінними амінокислотами з розгалуженим ланцюгом і за вмістом поліненасичених жирних кислот. Запропонована БЖС подрібнене насіння соняшнику, кунжуту, льону. На наступному етапі роботи досліджено зміну періоду індукції окиснення ліпідів подрібненого насіння кунжуту з різним вмістом вологи. Відомо, що при збільшенні вологості жировмісної сировини інтенсифікуються процеси окисного псування, що призводить до зменшення періоду індукції окиснення ліпідів. Але у випадку підвищення вологості зразків кунжутного насіння усіх сортів спостерігається інша закономірність. Результати експериментів доводять, що збільшення вмісту вологи в зразках кунжутного насіння з 4 до 9 % призводить до збільшення періоду індукції окиснення ліпідів, при збільшенні вологості насіння з 9 до 12 % період індукції ліпідів практично не зменшується. Виявлено, що найбільшою окисною стабільністю характеризується насіння кунжуту сорту Ілона (560 хв. за вологості 9 %).

Для визначення математичної залежності періоду індукції окиснення ліпідів зразків кунжутного насіння сортів Ілона, Кадет, Боярин за температури 85 ± 2 °C від вмісту сезамолу зв'язаного (сезамоліну) і масової частки вологи обрано метод багатофакторної регресії з побудовою поверхонь відгуку. Для побудови моделі використовували метод повного факторного експерименту. Вміст сезамолу зв'язаного в зразках кунжутного насіння варіювали в інтервалі 880...1130 мг/100 г з кроком 125 мг/100 г. Масову частку вологи в зразках кунжутного насіння варіювали в інтервалі 4,0...12,0 % з кроком 4 %. Отримані значення періоду індукції окиснення ліпідів зразків кунжутного насіння знаходилися в межах 300...560 хв. Аналізуючи отриману статистичну модель, можна констатувати наявність закономірності збільшення періоду індукції окиснення БЖС при підвищенні вмісту вологи з 4,0 до 9,5 %. Це можна пояснити інтенсифікацією гідролізу сезамолу зв'язаного. Але при подальшому підвищенні вмісту вологи з 9,5 до 12,0 % простежується зменшення періоду індукції окиснення ліпідів БЖС, що можна пояснити підвищенням швидкості гідролізу тригліцеринів з утворенням і відповідно більш швидким окисненням вільних жирних кислот. Гідроліз сезамолу зв'язаного супроводжується виділенням речовин з антиоксидантною активністю (донорів протонів) – сезамолу вільного і саміну, що чинять гальмуючий вплив на окиснення ліпідів.

Література:

1.Bochkarev, S. Research of the oilseeds ratio on the oxidative stability of the protein-fat base for sportsmen / S. Bochkarev, T. Matveeva, L. Krichkovska // Technology Audit and Production Reserves. – 2016. – № 2/3 (34). – P. 8–12.

РОЗРОБКА СКЛАДІВ ФТОРИДНО-ОКСИДНИХ ФЛЮСІВ ЗА РІВНЕМ ФЛОКЕНОЧУТЛИВОСТІ

Брем В.В., Кожухар В.Я., Іванченко Л.В., Дмитренко І.В.

Одеський національний політехнічний університет,

м. Одеса

З підвищенням вмісту водню та крихкості металу зв'язані й деякі специфічні види браку готових сталей. Найпоширенішим і небезпечним з них є флокени – внутрішні дефекти сталі, що виявляються на зламі у вигляді плям округлої форми. На поверхні шліфа, вирізаного перпендикулярно площини плям, флокени мають вигляд тріщин, товщина яких вимірюється сотими й навіть тисячними частками міліметра. Температурний інтервал утворення флокенів перебуває між 200 °С і кімнатною температурою. Вплив водню проявляється вже за 1...2 см³/100 г і з подальшим підвищенням концентрації пластичність та міцність металу знижуються. Воднева крихкість спостерігається в температурному інтервалі від – 100 °С до + 100 °С і зменшується з підвищенням швидкості деформації.

Відомо, що на флокеночутливість сталі електрошлакового переплаву (ЕШП) незалежно від її конкретної марки впливають багато технологічних параметрів плавки. Найважливішим з них є склад застосовуваного флюсу. У зв'язку із цим уперше досліджено вплив складу флюсу на флокеночутливість конструкційних переплавлених сталей різних марок.

Крім того, на досить великому експериментальному матеріалі показано, що в процесі ЕШП вплив складу флюсу на схильність металу до флокенотворення специфічний для кожної конкретної марки сталі.

Вплив флюсу на показник флокеночутливості Φ_H сталі ЕШП проявляється, як можна думати, через вплив його на процеси кристалізації металу, а через них – на концентрацію мікропор у металі й на концентрацію в ньому неметалічних включень. За результатами досліджень оцінюючи роль останніх у флокенотворенні стосовно до процесів ЕШП можливо укласти, що для розосередження молекулярного водню в металі сульфідні включення є найбільш сприятливими, а глиноземні – найбільш несприятливими.

Оскільки використання стандартних флюсів для електрошлакового переплаву конструкційних легованих сталей у більшості випадків супроводжується значним підвищенням їх флокеночутливості, із числа апробованих у виробничих умовах дослідних електрошлакових флюсів для подальшої технологічної доробки й практичного застосування рекомендуються наступні їхні склади:

— для сталі марки 15Х3НМФ: 55CaF₂–25Al₂O₃–20Y₂O₃; 35CaF₂–25CaO – 20Al₂O₃– 10SiO₂–5LiCl–5CaCl₂; 30CaF₂–5CaO–15Al₂O₃–50CeF₃.

— для сталі марки 40ХН: 40CaF₂–10CaO–10Al₂O₃–15SiO₂–10CaCl₂– 15CeF₃; 40CaF₂–10CaO–25SiO₂–15CaCl₂–10LiCl; 35CaF₂–25CaO–20Al₂O₃– 10SiO₂–5CaCl₂–5LiCl; 48CaO–34SiO₂–14CaCl₂–4LiCl.

Подальшу розробку нових складів флюсів пропонується вести за розробленою методикою визначення флокеночутливості.

КАРБОНІЗАЦІЯ СТАДАРТНИХ І ДОСЛІДНИХ ФЛЮСОВ

Брем В.В., Кожухар В.Я., Іванченко Л.В., Дмитренко І.В.

*Одеський національний політехнічний університет,
м.Одеса*

Відомі флюси, які одержували сплавом шихтових компонентів в електричних печах з наступною грануляцією розплаву інертними або активними газами, під час зберігання поглинають вологу повітря, у результаті чого вміст у них води може досягати 0,2...0,5 мас. %. Під час затвердіння флюсу відбувається утворення різних кристалічних оксидних фаз, більшою мірою хімічно активних стосовно вологи повітря. Внаслідок цього флюси гідратуються.

У зв'язку із цим ми ставили завдання розроблення таких методів одержання флюсів, які забезпечували б підвищення їхньої вологостійкості у разі відкритого зберігання на повітрі. Принциповий аналіз запропонованого способу показує, що він дає змогу вести оброблення флюсів карбону(IV) оксидом одночасно з їхньою грануляцією й наступним охолодженням.

Зниження вологопоглинальної здатності флюсів, одержаних в зазначений спосіб, пов'язане з поверхневою карбонізацією кристалічних фаз оксидів флюсів за схемою: $(MeO)_{ТВ} + (CO_2)_Г = (MeCO_3)_{ТВ}$

Карбонатні плівки при цьому не утворюють кристалогідратів (не гідратуються на повітрі) і запобігають взаємодії включених до складу оксидів з вологою повітря.

Одержання вологостійких флюсів вивчали шляхом їх додаткового оброблення у осушеному карбону(IV) оксиду, за температур 573...1273 К.

Розглянуто термодинамічні параметри процесів зниження гідратуємості оксидних фаз за допомогою карбонізації флюсів. Експериментально показано, що високотемпературне оброблення флюсів у карбону(IV) оксиду тривалістю 180...540 с сприяє значному підвищенню їхньої вологостійкості (на 10...90 %). Проведено промислове випробування методу карбонізації флюсів за атмосферного тиску. Досягнуто зниження вологопоглинальної здатності флюсу АНФ-6 на 24 % і флюсу АНФ-25 – на 16 %. Карбонізація флюсових розплавів за підвищеного тиску (до 2 МПа) істотно змінює межі попередньої гідратації флюсів. Так, карбонізація розплавів за 1 МПа CO_2 знижує вологопоглинальну здатність флюсу АН-291 на 59,5 %, флюсу АНФ-29 – на 66,6 %, флюсу БР-1 – на 48,4 % і дослідних флюсів БР-2, БР-3, БР-4 на 48,8...61,4 % залежно від вмісту оксидів.

За результатами наукових досліджень розроблено технологічну схему одержання гранульованих флюсів підвищеної вологостійкості, яка дає змогу з'єднати процес карбонізації з сухою грануляцією. Випробування показали ефективність способу стосовно до виробництва фторидно-оксидних флюсів підвищеної вологостійкості. Одержані за такою технологією гранули флюсу, які вкриті карбонатною міцною плівкою, зазнають менше механічних пошкоджень під час їх пакування і транспортування. Тестування переплавлених сталей показало їх високу якість.

ДИФFUЗИЯ ОДНОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ В ЛЁГКОЙ И ТЯЖЕЛОЙ ВОДЕ ПРИ 298,15 К

Булавин В.И.¹, Вьюнник И.Н.², Крамаренко А.В.¹,
Русинов А.И.¹, Волобуев М.Н.¹

¹Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт",

² Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
г. Харьков

В настоящей работе с использованием авторской методики [1] были рассчитаны коэффициенты диффузии (D_i^0) и микроскопические характеристики диффузионного смещения (МХДС) (длина (\bar{d}_i), время (τ_i), скорость (V_i)) для 11 однозарядных ионов в лёгкой (H_2O) и тяжелой (D_2O) воде на основании литературных данных по подвижности этих ионов при 298,15 К [2]. В табл. 1 представлены рассчитанные нами величины D_i^0 и МХДС ионов в виде отношения значений каждого из параметров в лёгкой и тяжелой воде. Здесь r_i – структурный радиус иона.

Таблица 1

Параметр	Отношение параметра иона в H_2O к этому же параметру в D_2O (изотопный эффект)										
	Li^+	Na^+	K^+	Cs^+	Me_4N^+	Et_4N^+	Pr_4N^+	Bu_4N^+	Cl^-	Br^-	I^-
D_i^0	1,233	1,204	1,198	1,196	1,226	1,237	1,242	1,238	1,216	1,208	1,204
\bar{d}_i	0,992	1,017	1,025	1,026	0,997	0,993	0,985	0,992	1,008	1,009	1,026
$(\bar{d}_i - r_i)$	0,988	1,037	0,727	0,939	0,963	0,966	0,959	0,980	0,984	0,988	0,971
τ_i	0,797	0,856	0,875	0,878	0,806	0,799	0,783	0,789	0,837	0,846	0,873
V_i	1,238	1,186	1,172	1,167	1,236	1,248	1,244	1,265	1,203	1,196	1,174

Из данных табл. 1 следует, что изотопный эффект более существенно проявляется для величин D_i^0 и V_i . При этом коэффициент диффузии в H_2O в $\sim 1,2$ раза больше, чем в D_2O . Время же диффузионного смещения ионов (τ_i), наоборот, в D_2O в $\sim 1,2$ раза больше, чем в H_2O . Отношения параметров $(\bar{d}_i - r_i)$ и \bar{d}_i близки к 1 (кроме K^+), что указывает на ослабление изотопного эффекта. Известно [1], что параметр $(\bar{d}_i - r_i)$ является мерой ближней сольватации. В табл. 2 приведены результаты расчета знака параметра $(\bar{d}_i - r_i)$ для этих ионов в H_2O и D_2O . Знак «+» соответствует положительной, знак «-» – отрицательной сольватации.

Таблица 2

Р-ритель	Li^+	Na^+	K^+	Cs^+	Me_4N^+	Et_4N^+	Pr_4N^+	Bu_4N^+	Cl^-	Br^-	I^-
$H_2O; D_2O$	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-

Литература:

1. Bulavin V.I., V'yunnyk I.M., Lazareva Ya.I. Diffusion and microscopic characteristics of singly charged ion transfer in extremely diluted aqueous solutions. *Ukrainian Journal of Physics*. 2017. Vol. 62, № 9. P. 769–778.
2. Swain C.G., Evans D.F. Conductance of ions in light and heavy water. *Journal of the American chemical society*. 1966. Vol. 19, No 3. P. 383–390.

РОЗРОБКА БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО МЕТОДА ВИРОБНИЦТВА ВАКЦИНИ ДЛЯ ПРОФІЛАКТИКИ РОТАВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЇ

Бурий С.О., Краснопольський Ю.М.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

Однією з серйозних проблем світової медицини – є рівень захворюваності на гострі кишкові інфекції. За даними ВООЗ у світі щороку реєструється від 68 до 275 млн. випадків захворюваності на гострі кишкові інфекції. В Україні цей показник досягає 50–60 тис. випадків, з яких 20 – 30 закінчується летально [1].

Провідне місце у структурі гострих кишкових інфекцій належить ротавірусній інфекції, яка займає 70 – 80 % від загальної кількості кишкових захворювань. Багаторічний світовий досвід імунопрофілактики свідчить, що найбільш ефективним способом попередження ротавірусного гастроентериту є вакцинація.

На сьогоднішній день на світовому фармацевтичному ринку є два види вакцин, призначених для профілактики ротавірусної інфекції: п'ятивалентна вакцина *РотаТек* (Rotateq, компанія MSD, USA) та моновалентна вакцина *Ротарікс* (Rotarix, Belgium) [1].

Тому метою дослідження є пошук метода отримання вітчизняної протиротавірусної вакцини та шляхів її удосконалення.

Запропонована схема одержання вакцини з використанням штаму №136, який володіє високою біологічною активністю та здатний добре адаптуватися до умов культивування в перещеплюваній культурі клітин Vero [2]. Запропоновано замість традиційного вакцинного штаму використовувати гібридний білок, що складається з двох імуногенних епітопів білків VP6 та VP8, який володіє високою фармацевтичною чистотою та не несе функції природних білків ротавірусу (наприклад, гемаглютинуюча активність – здатність вірусу викликати аглютинацію, тобто склеювання та випадіння в осад бактерій, еритроцитів та інших клітин, які несуть антитіла).

Запропонована схема включає в себе підготовку посівного матеріалу, культивування вірусу в культурі клітин, центрифугування, очищення культури шляхом мікрофільтрації, ультрафільтрації, гельфільтрації та контроль готової продукції. Дане технологічне рішення дозволяє отримати продукт з високою імуногенністю та низькою реактогенністю, що в свою чергу підвищує ефективність вакцини та зменшує її собівартість.

Література:

1. *Бурий С.О.* Біотехнологія процесу виробництва вакцини для профілактики ротавірусної інфекції : дипл. проект / *С. О. Бурий*. – Харків, 2019. – 90 с.
2. *Трохименко О. П.* Моделювання технологічного процесу отримання живої культуральної протиротавірусної вакцини / *О. П. Трохименко, Л. Г. Жолнер, П. В. Куцаєв, В. М. Куцик* // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". – 2011. – № 3. – с. 98–104

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ ТИПІВ КОРОЗІЇ ТЕРМООБРОБЛЕНИХ ТРУБ ЗІ СТАЛІ 08X18H10T

Бухіник О.О., Пилипенко О.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Леговані сталі використовують у промисловості для виготовлення елементів теплообмінного обладнання атомних станцій, труб нафтовидобувних свердловин. Розповсюдженість легованих сталей обумовлена їх пасивацією у окисних середовищах, яке забезпечує додавання Cr, Ni, Ti, Mo і Nb. Розширення сфери використання легованих сталей, зокрема легової аустенітної сталі 08X18H10T, вимагає проведення досліджень, направлених на встановлення взаємозв'язку між структурою і корозійною стійкістю металу. Особливо необхідні дослідження локальних типів корозії легованих сталей, оскільки таке корозійне руйнування може призвести до катастрофічних наслідків [1 – 3].

Дослідження схильності сталі до міжкристалітної корозії виконували методами Б і анодного травлення у розчині оксалатної кислоти. Поляризаційні вимірювання проводили, використовуючи потенціостат Ellins P-45X з триелектродною схемою включення комірки. Металографічні дослідження проводили на шліфах, виготовлених шляхом шліфування наждаковим папером і поліруванням алмазними пастами. Результати перевірки зразків труб не дозволили зробити однозначного висновку щодо впливу термообробки на схильність сталі до міжкристалітної корозії. Досліджені шліфи вказують на наявність у різних зразків однієї партії канавочної, двійчастої і ступінчатої структури, що вимагає більш ретельних досліджень. Дослідження, проведені на зразках сталі у штучній морській воді, дозволили встановити суттєвий вплив гідроксиду натрію на протікання місцевої та пітінгової корозії сталі. Встановлено, що при концентрації лугу в межах $1 - 5 \text{ г} \cdot \text{дм}^{-3}$ кількість виразок і пітінгів, а також їх розмір на сталі зменшуються. При концентрації лугу на рівні $10 \text{ г} \cdot \text{дм}^{-3}$ виразкові і пітінгові руйнування поверхні сталі відсутні.

Література:

1. Pilipenko A., Pancheva H., Reznichenko G. [et al.]. The study of inhibiting structural material corrosion in water recycling systems by sodium hydroxide. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017, Vol. 2. P. 21–28.
2. Pancheva H., Reznichenko G., Miroshnichenko N. [et al.]. Study into the influence of concentration of ions of chlorine and temperature of circulated water on the corrosion carbon steel and cast iron. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017, Vol. 4. P. 59–64.
3. Pilipenko A., Pancheva H., Khrystych O. [et al.]. Carbon steel (St.3) corrosion caused by the circulating water flow: in Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry : Monograph / editor-in-chief V. Z. Barsukov, Kyiv : KNUTD, 2018. P. 143–151.

THE SYSTEM AND MODELS OF COMPLEX TREATMENT OF INDUSTRIAL EFFLUENTS

Bukhkalov S.I.

*National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute»,
Kharkiv*

The technological models of the function of water as an aqueous-alcoholic extract of raw materials [1, 2], the development of energy-saving technologies for the conversion of phosphogypsum using energy-technological schemes involving the complete processing of raw materials and by-products into useful products is the rational use of all components of raw materials and energy, using secondary energy resources based on the principles of recirculation and cyclisity [3, 4].

We consider all stages of the technological process for the disposal of the polymer part of solid waste (products and materials that had lost their necessary properties due to physical, chemical or moral deterioration) according to the schemes of the chemical processing system (CPS) as a complex of innovative projects and technologies, taking into account the models of water functions as an integral part of scientifically based CPS. The material balance of the granulation process of the obtained VPE makes it possible to recognize the functions of water at this stage (Table 1).

Table 1 – The material balance of the materials, water and energy

Type of materials and energy resources	Cost norms, kg/t
Polyethylene film (from waste)	1064,1
Electric power	1016,3
Recycled water	5713,1
Direct-flow	239,0

The development of processing is tightly linked with their washing and subsequent drying, therefore, with the study of the basic laws of heat and moisture transfer in the polymer part of solid waste.

References:

1. Bukhkalov, S.I., Klemeš, J.J., Tovazhnyanskyy, L.L., Kapustenko, P.O., Arsenyeva, O.P., & Perevertaylenko, O.Yu. 2018. Eco-friendly synergetic processes of municipal solid waste polymer utilization. *Chemical engineering transactions*, 70, 2018, 2047–2052.
2. Tovazhnyansky, L.L., Meshalkin, V.P., Kapustenko, P.O., Bukhkalov, S.I., Arsenyeva, O.P., Perevertaylenko, O.Yu. Energy efficiency of complex technologies of phosphogypsum conversion. 2013. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, т. 47, № 3, с. 279–285.
3. Belous, O., Demidov, I.M., & Bukhkalov, S.I., Development of complex antioxidant from leaves extract of walnut and calendula leaves. 2015. *East-European Journal of Advanced Technologies*. Kharkiv: "Technological Center", 1/6 (73), 22–26. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.35995.
4. Bilous, O., Sytnik, N., Bukhkalov, S., Glukhykh, V., Sabadosh, G., Natarov, V., Yarmysh, N., Zakharkiv, S., Kravchenko, T., & Mazaeva, V. (2019). Development of a food antioxidant complex of plant origin. *Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies*, 6(11 (102)), 66-73. doi:<http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2019.186442>.

ПРИКЛАД ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧІ ЕКСПЕРИМЕНТУ
Бухкало С.І., Іглін С.П., Ольховська О.І., Ващенко В.В., Крицький О.О.,
Миронова О.Г., Федорченко Г.О., Ляпун С.О., Ольховська В.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

В роботі розглянуті питання подовження розробки комплексних проектів зі студентами за обраними напрямками [1, 2] з метою визначення алгоритму деяких закономірностей процесів використання реактору ідеального змішування (РІЗ-П) у якості теплообмінного пристрою типу «сорочка-термостат». Метою роботи є визначення показників функціонування РІЗ-П (табл. 1): ступеня перетворення x_A і зміна температури реакційного середовища T у часі t , що дозволяє визначити час досягнення заданої величини x_{AK} і максимальну T_{max} .

Таблиця 1 – Вихідні дані експерименту для реактору ідеального змішування

Кінетика хімічної реакції	Стехіометричне рівняння $A+B \rightarrow R$; кінетичне рівняння псевдопершого порядку $r(C,T) = K'(T)C_A$, $K'(T) = 0,1K(T)$; температурна залежність за рівнянням Ареніуса $K(T) = K_0 \exp(-E/RT)$; $K_0 = 27,03 \cdot 10^{-9} \text{ хв}^{-1}$; $E = 61290 \text{ кДж/кмоль}$; $Q_p = 69554 \text{ кДж/кмоль}$
Характеристики РС	Щільність реакційної суміші (РС) для реактору ідеального змішування періодичної дії (РІЗ-П) $\rho = 818 \text{ кг/м}^3$; питома теплоємність $c_p = 1,76 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$
Геометричні характеристики (ГХ) реактору	Об'єм реакційного середовища $V_p = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$; для змійовика об'єм займаний реакційною сумішшю $V = V_p + V_{зм}$, для всіх інших випадків $V = V_p$
Кінетика теплопередачі	Коефіцієнт теплопередачі: сорочка $K_T = 8,52 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{хв} \cdot \text{К}$; змійовика – $K_T = 34,08 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{хв} \cdot \text{К}$
Характеристики теплоносія	Вода: питома теплоємність $c_{pT} = 4,19 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$; маса у сорочці $M_T = 0,1 \text{ кг}$.
ГХ т/о пристрою	Сорочка теплообмінного (т/о) пристрою: поверхня теплопередачі $F = 0,0325 \text{ м}^2$; змійовик: діаметр трубки $D = 0,005 \text{ м}$, довжина – $L = 0,84 \text{ м}$.
Начальні і граничні умови	Реакційна суміш: початкова концентрація реагенту А $C_{A0} = 2,0 \text{ кмоль/м}^3$; початкова ступінь перетворення $X_{A0} = 0$; початкова температура сорочки-термостату $T_0 = 293$; теплоносії: температура на вході в сорочку та змійовик $T_{грв} = 283 \text{ К}$.
Обмеження	Кінцевий ступінь перетворення $X_{AK} = 0,9$.
Прийняті допущення	Реакційна суміш знаходиться у стані ідеального перемішування: режим руху теплоносія у сорочці відповідає ідеальному перемішуванню; зовнішня поверхня системи цілком теплоізована; коефіцієнт теплопередачі змінюється: 7,5; 8,5; 9,5.

Обираємо значення експерименту від $\tau = 0$ з кроком $\Delta\tau$ – необхідно розрахувати відповідні значення ступеня перетворення x_A і температури T до досягнення необхідної величини x_{AK} .

Література:

1. Бухкало С.І. Харчові технології у прикладах і задачах. Підручник з грифом МОН. – К.: «Центр учбової літератури», 2019. – 108 с.
2. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах. Підручник з грифом МОН. – К.: «Центр учбової літератури», 2011. – 832 с.
3. Бухкало С.І., Іглін С.П., Главчева Ю.М., Мірошніченко Н.М. Можливості ідентифікації компонентів складових комплексних проектів. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2018. – № 40 (1316). – С. 46–52. doi: 10.20998/2220-4784.2018.40.08

ДЕЯКІ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

Бухкало С.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Визначення найбільш ефективної стратегії і тактики співпраці України та Євроспільноти дозволяє розглядати «зелену» економіку як подальшу трансформацію та уточнення концепції сталого розвитку. Формування управління еколого-збалансованим споживанням та виробництвом, наприклад, полімерної тари та пакування (ТП) населенням може бути: визначення стимулів для її сортування та здачі – частина громадян приймає участь у сортуванні сміття від самого початку його утворення, але відсутня ідентифікацій-класифікація на муніципальному рівні – комунальна частина не має інтересу до організації збору навіть ТП відповідно тенденціям, що застосовують у Євроспільноті. Список відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії треба і можна розширити за рахунок внесення до нього твердих побутових відходів (ТПВ) у якості матеріальних та енергетичних ресурсів – тобто сировини [1 – 3].

До основних питань такої концепції можна віднести безліч проблем, основними за функціональною схемою (рис.1) можуть бути: класифікація-ідентифікація; видобуток та підготовка; вибір та застосування за основним показником якості.

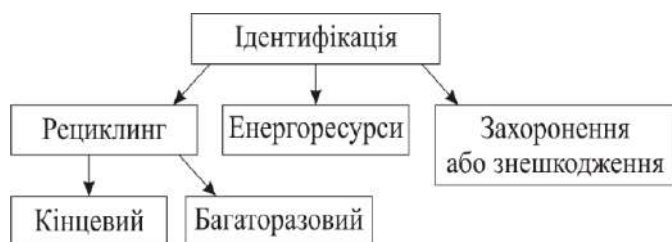


Рис.1 – Узагальнена та спрощена функціональна схема ідентифікації-класифікації та систем використання і управління ТПВ

Переробка полімерних відходів як частини ТП у вторинну або зворотну матеріальну сировину й енергоресурси – складний багатостадійний процес. З урахуванням усіх можливостей процесу управління та поведіння з ТП необхідно враховувати наступні складові: перш за все, кількість циклів переробки, тобто якісні показники ТП; наявність можливостей технологій та методів подальшої переробки у енергетичні ресурси або вибір науково-обґрунтованих способів модифікації, а також обов'язкове визначення кінцевої стадії утилізації полімерних відходів на комплексних підприємствах.

Література:

1. Бухкало С.І. Синергетичні моделі для екологічнобезпечних процесів ідентифікації-класифікації вторинних полімерів. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2018. – Вип. 18 (1294). – С. 36–44. doi: 10.20998/2220-4784.2018.18.06.
2. Бухкало С.І. Синергетичні процеси утилізації-модифікації полімерної частки ТПВ. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – Вип. 41 (1263). – С. 17–27.
3. Бухкало С.І. Деякі моделі процесів хімічного спінювання вторинного поліетилену. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – Вип. 18 (1240). – С. 35–45.
4. Бухкало С.І. Моделі дослідження факторів екологічнобезпечної утилізації полімерної частки ТПВ. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2016. – Вип. 29 (1201). – С. 23–35.

ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛІВКОВОГО ПОЛІМЕРНОГО ПОКРИТТЯ ГЕЛІОКОЛЕКТОРІВ

Бухкало С.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Україна за своїми кліматичними показниками має потенційну можливість широкого використання сонячної енергії – введення в експлуатацію геліоколекторів покращує екологічну ситуацію району споживання теплової енергії за рахунок зниження обсягів викидів забруднюючих речовин.

Визначення властивостей плівкового полімерного покриття геліоколекторів у період експлуатації має складові: 1) фізико-хімічні (табл. 1); 2) фізико-механічні (табл. 1); 3) реологічні [1]; 4) стійкість до високих температур [2]; 5) хімічних (табл. 2) 6) вплив різновидів технологічних факторів та конструкції: розмір, форма, наявність місцевих перегрівів [1 – 3].

Таблиця 1. Зміна властивостей поліетиленового плівкового покриття геліоколектора

Термін експлуатації, діб	Кількість киснеутримуючих груп, %			Вміст гелі-фракції, %	Відносне подовження при розриві, %
	Гідроксильних	Карбоксильних	Складноєфірних		
0	0	0	0	0,35	465
30	0,22	0,15	0,57	32,90	264
62	0,19	0,31	1,53	35,30	157
97	0,29	1,08	0,87	36,70	103
128	0,44	1,15	0,19	34,80	59,2

Таблиця 2. Структурні зміни поліетиленового плівкового покриття геліоколектора

$-\text{CH}_2-\underset{\text{O}^\bullet}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\xrightarrow{\text{RH}}-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-+\text{R}^\bullet$	(1)	В процесі експлуатації відбувається перерозподіл складноєфірних груп – досягнувши максимуму, їх вміст у часі зменшується, а кількість гідроксильних і карбоксильних, які утворюються по реакціях 1 і 2 – зростає.
$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}+\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	(2)	

В роботі розглянуті питання: з плівкових полімерних матеріалів можуть бути сформовані геліоколектора різної форми з мінімальним числом непрозорих елементів, в тому числі такі, які із застосуванням скла побудувати неможливо за формою, але тривалість їх використання у реальних умовах експлуатації значно обмежена у часі і потребує дослідження спеціальних матеріалів і конструкцій.

Література:

1. Бухкало С.І. Синергетичні моделі для екологічнобезпечних процесів ідентифікації-класифікації вторинних полімерів. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2018. – Вип. 18 (1294). – С. 36–44. doi: 10.20998/2220-4784.2018.18.06.
2. Бухкало С.І. Синергетичні процеси утилізації-модифікації полімерної частки ТПВ. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2017. – Вип. 41 (1263). – С. 17–27.
3. Бухкало С.І. та ін Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (ін-новаційні заходи). Підручник з грифом МОН. – К.: «Центр учбової літератури», 2016. – 470 с.

ПІНЧ-АНАЛІЗ СЕКЦІЙ ГІДРООЧИЩЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ТА ГАСУ

Валіницький А.В., Миронов, А.М., Ільченко М.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Зростання темпів переробки нафти в Україні призвело до того, що попит на нафтопродукти став повністю задовольнятися за рахунок власного виробництва. Але системи теплообміну на підприємствах України станом на сьогоднішній день використовуються неефективно.

Глибока переробка нафти деструктивними методами з подальшим гідроочищенням дистилатів є найбільш економічним способом виробництва великих обсягів моторного палива. Набуття сили вимог технічного регламенту відповідно до специфікацій Євро-4 та Євро-5 сприяє повному припиненню випуску дизельного палива з підвищеним вмістом сірки.

Для аналізу даних енергоспоживання та структури теплообмінної мережі необхідно виділити технологічні потоки, що приймають участь у теплообміні, а також потоки, які можуть бути включені до теплової інтеграції. При обстеженні установки гідроочищення дизельного палива та гасу, у результаті вивчення мнемосхем та балансів установки були отримані значення витрат та температур технологічних потоків, які можуть бути включені до теплоенергетичної інтеграції. Потужність наявної рекуперації теплової енергії, яка була розрахована за вимірними змінами температури, становить величину $\Delta N_{\text{рек.гар}} \sim 97,1$ МВт та $\Delta N_{\text{рек.хол}} \sim 95,2$ МВт, що дає загальну $Q_{\text{теc}} \sim 96$, МВт.

На даний час у теплообмінній системі установки частина теплової енергії передається між теплоносіями в умовах перехресного теплообміну, через що існує перенесення теплової енергії через пінч, тому на теплообмінних апаратах спостерігаються різниці температур між теплоносіями менші, ніж оптимальне значення для існуючої схеми, 58°C .

При перехресному теплообміні, а також через перенесення теплової енергії через пінч збільшується величина гарячих та холодних утиліт, необхідних для протікання процесу гідроочищення дизельного палива та гасу. Для вирішення цієї проблеми необхідно визначити нову оптимальну ΔT_{min} за допомогою вартісних кривих, а потім виконати реконструкцію схеми, побудувати нові сіткову діаграму та складові криві, визначити змінену величину рекуперації, та значення гарячих і холодних утиліт для модернізованої технологічної схеми секцій гідроочищення гасу та дизельного палива.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГЛИБОКОЇ ДЕЗАКТИВАЦІЇ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦІЇ ІОНООБМІННИХ СМОЛ ЧАЕС

Веселовський О.В., Тульський Г.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний університет»,
м. Харків*

Іонообмінні смоли застосовуються на ЧАЕС для очищення технологічних середовищ від радіонуклідів і являють собою полістирольні гранульовані катіоніти й аніоніти гелевої структури типу КУ-2-8 і АВ-17-8 або їх закордонні аналоги. Глибока дезактивація іонообмінних смол (ІОС) здійснюється спеціально підібраними розчинами, що забезпечують високий ступінь елювання радіонуклідів. Відмиті від радіонуклідів смоли направляються на полігони для промислових відходів. Розчини очищаються від радіонуклідів на селективних неорганічних сорбентах і використовуються повторно. Основними перевагами технології є пасивна безпека вторинних радіоактивних відходів й високий ступінь скорочення об'єму вторинних радіоактивних відходів – від 300 до 500 раз залежно від вихідної активності смол. Розкриття відпрацьованих ІОС здійснюють розчином нітрату натрію, підкисленого нітратною кислотою.

Для збільшення ступеня вилучення катіонів металів використовують ультразвукову обробку в реакторі вилуговування. Після 3-х кратної обробки ступінь вилучення радіоактивних елементів становить (%): ^{90}Sr – 99,98, ^{137}Cs – 98,85, ^{60}Co – 99,99. На ЧАЕС відпрацьовані ІОС зберігаються в баках 5000 м³. Відбір ІОС здійснюється методом вакуумування.

Для роботи в періодичному режимі введення й виводу пульпи ІОС використаний агітатор з подачею вихідної пульпи в циркулятор. Агітатор обладнаний ультразвуковим генератором для збільшення ступеня вилуговування радіонуклідів з ІОС. максимальний ступінь вилучення радіонуклідів досягається в каскаді із трьох агітаторів.

Від ^{60}Co отриманий розчин нітратів очищають переведенням кобальту у важкорозчинний гідроксид при $\text{pH} = 6 \dots 8$. $\text{Co}(\text{OH})_2$ відділяється від розчину фільтруванням. Sr^+ і Cs^+ залишаються в розчині. Розчин, що містить Sr^+ і Cs^+ підлугуюють до $\text{pH} = 10 \dots 12$ і пропускають через сорбційні колони, у яких в якості сорбентів використовується нікель заліzosинеродистий на алюмосилікаті $\text{Ni}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Силікагель має високу радіаційну й термічну стійкість, фізико-хімічну стійкість і селективність. Домішки, що залишаються в розчині, направляються на розпарювання й утилізуються шляхом цементування.

Sr^+ і Cs^+ сорбовані силікагелем десорбуються 6 моль·дм⁻³ HNO_3 . Водяний розчин нітратів Sr^+ і Cs^+ упарюється до утворення пульпи. Подальший поділ нітратів стронцію й цезію заснований на різниці температур їх сублімації. У вакуумі при 450 – 500 °С нітрат цезію возгоняється без розкладання, що дає можливість використовувати для його очищення від нітрату стронцію. Нітрат стронцію розкладається при 645 °С. Очищена від радіонуклідів ІОС направляється на піроліз при тиску 230...250 ат і температурі 420...450 °С. Продуктами піролізу є оксиди вуглецю, азоту, сірки.

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ГЛЮКОАМІЛАЗИ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТАМУ *ASPERGILLUS* *AWAMORI*

Войко А.А., Бєлих І.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Глюкоамілаза займає особливе місце серед амілолітичних ферментів завдяки широкому застосуванню в різних галузях промисловості (харчовій, бродильній, сільськогосподарській). У зв'язку із застосуванням глюकोамілази у різних галузях виробництва потреба народного господарства в цьому ферменті збільшується з кожним роком [1].

Для виробництва глюкоамілази біотехнологічним шляхом можливе використання різних штамів грибів.

В даний час у виробництві глюкоамілази використовують аеробні цвілеві гриби *Aspergillus niger*, *Aspergillus awamori*, *Aspergillus oryzae* [1].

Спираючись на літературні дані для підвищення виходу глюкоамілази з культуральної рідини як продуцент ферменту запропонований високопродуктивний штам *Aspergillus awamori* ВКМ F-3689 D, одержаний за допомогою багатоступеневої селекції, ультрафіолетового опромінювання та дії хімічних мутагенів на вихідний штам *Aspergillus awamori* ВКМ F-758 [2].

Для підвищення активності штаму використовували двох стадійну підготовку посівного матеріалу, що включала спочатку отримання спорового матеріалу на середовищі з пшеничними висівками, потім його пророщували на рідкому середовищі ферментаційного складу з наступним культивуванням на середовищі з кукурудзяної муки, крохмалю, білково-вітамінного концентрату і діамоній- фосфату, при температурі 34 – 35 °С, рН 5,2 – 5,5. Активність глюкоамілази в культуральній рідині через 120 годин культивування становила 380 – 400 од/мл, а через 144 години – 450–500 од/мл. Питома глюкоамілазна активність дорівнювала 15 од/мг білка [2].

Таким чином, запропонований штам *Aspergillus awamori* ВКМ F-3689 D при культивуванні на дешевих поживних середовищах, забезпечує більш високу глюкоамілазну активність культуральної рідини в порівнянні із штамми *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, що дозволяє в значній мірі підвищити вихід глюкоамілази з одиниці субстрату (кукурудзяної муки) і, відповідно, здешевити процес виробництва ферментних препаратів [2].

Література:

1. Иванова Л.А. Получение, свойства и применение иммобилизованных глюкоамилаз: Диссертация на соискание ученой степени к. б. н.: 03.00.04 / Л.А. Иванова. – К., 1983. – 14 с.
2. Пат. 2196821С2 Российская Федерация МПК⁷ С12N9134 Штамм мицелиального гриба «*Aspergillus awamori*» – продуцент глюкоамилазы / О.Н. Окунев, А.П. Синицын, В.М. Черноглазов, Э.И. Бурцева, Н.В. Цурикова; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственная «Фермтек». – № 2000116928/13; заявл. 30.06.2000; опубл. 20.01.2003.

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВА СУБЛІМАЦІЙНОЇ РОЗЧИННОЇ КАВИ

Воронюк К.О., Дзевочко О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Розчинна кава на даний час є одним із популярних напоїв. У світі є близько 80-ти видів кавових дерев. Але тільки 2 види важливі для промисловості: Coffee Arabica, і Coffee Canephora. З Arabica виробляють сорт арабіка, з Canephora - сорт робуста.

Розчинну каву виробляють із зерен сорту робуста. Вона містить більше кофеїну, тому розчинна кава, як правило, міцніше напою з мелених обсмажених зерен [1].

З найпоширеніших трьох видів розчинної кави розглянемо – сублімовану розчинну каву. При виробництві якої мелену сировину варять протягом декількох годин. Відфільтрований відвар висушують в сублімаційній сушарці - частинки води випаровуються з продукту, минаючи рідкий стан. Таким чином у каві зберігаються корисні речовини: вітаміни В1, В2, РР, з'єднання з фосфором, магнієм, натрієм і залізом, тому вона вважається найкращою [1].

Підвищення продуктивності виробництва, та якості продукції щільно пов'язане з застосуванням комп'ютерно-інтегрованих технологій управління на базі симбіозу сучасних промислових програмованих логічних контролерів та комп'ютера.

Комп'ютерно-інтегрована система управління (КІСУ) передбачає контроль та регулювання технологічних параметрів лінії виробництва розчинної кави. Реалізація КІСУ виконана на базі ОВЕН ПЛК160 та SCADA-системи Trase Mode розроблена програма графічного відображення стану виробничих процесів, яка забезпечує: отримання інформації про технологічний процес з сервера виробничого контролю; відображення стану технологічного процесу у реальному часі у вигляді мнемосхем, що містять графічні відображення технологічного обладнання і текстові об'єкти, на які накладена анімація (масштабування, зміна кольору або рух залежно від стану параметрів технологічного процесу); звукове і візуальне (графічне) сповіщення про події (нештатних ситуаціях); передача команд оператора на виконавчі механізми (управління) [2].

Література:

1. Способи виробництва розчинної кави. URL: <http://oasiswater.com.ua/uk/content/91-sposobi-virobnitstva-rozchinno-kavi> (дата звернення 12.03.2020).
2. Бабіченко, А.К., Красніков, І.Л., Бабіченко, Ю.А., Вельма, В.І., Лисаченко, І.Г., Подустов, М.О. та Дзевочко, О.М. Мікропроцесорні засоби в автоматизованих системах керування технологічними процесами. Харків : Водний Спектр Джі-Ем-Пі, 2016, 440с.

БІОТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ НАНОЕМУЛЬСІЇ КУРКУМІНУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО ФАРМАКОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ

Галазюк Д.В. Пилипенко Д.М.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Одним з перспективних напрямків сучасної медицини і фармації, що динамічно розвиваються, є звернення до рослин як до джерела біологічно активних сполук та їх застосування в лікувально-профілактичних цілях. Серед таких рослин, перспективних в якості сировини і використання у вітчизняній фармації, виділяється популярна в нашій країні – куркума довга [1].

Куркума довга (*Curcuma longa L.*) – багаторічна рослина, що відноситься до сімейства Імбирні – *Zingiberaceae*. Препарати з куркуми довгої проявляють знеболювальну, антиоксидантну, бактерицидну, спазмолітичну, протинабрякову, жовчогінну дію. З куркуми виділяють біоактивні сполуки, такі як: диферулометан (CUR), деметоксикуркумін (DMC) та бісдеметоксикуркумін (BMC) [1].

CUR – природна сполука яскраво жовтого кольору, екстрагована з кореневища рослини *Curcuma longa*. CUR має здатність впливати на численні біологічні процеси і демонструє фармакологічну активність проти різних захворювань, включаючи рак, серцево-судинні захворювання, неврологічні та аутоімунні захворювання [2].

Терапевтичний потенціал CUR в основному обмежений його низькою біодоступністю, низьким фармакокінетичним профілем та коротким періодом напіввиведення із шлунково-кишкового тракту. Застосування CUR як потенційного терапевтичного засобу обмежує його низька стійкість у фізіологічних умовах [3].

З метою підвищення біодоступності та стабільності CUR нами проведено одержання емульсії. Для її одержання було використано суміш соняшникового фосфатидилхоліну та куркуміноїдів. Спиртовий розчин CUR концентрували у вакуумі, змішували з фосфатидилхоліном та емульгували за допомогою гомогенізації. В одержаній емульсії контролювали: розмір частинок, рН, оптичну густину. У подальшому проводили фармакологічні дослідження на щурах, яким вводили тетрахлорметан. Вивчали АЛТ, АСТ, білірубін та лужну фосфатазу.

Література:

1. Борисов М.Ю. Фармакогностическое исследование кореневищ куркумы длинной (*CURCUMA LONGA L.*): дис. на соискания уч. степ. кандидата фарм. наук / Борисов Михаил Юрьевич. – Самара, 2017. – 166 с.
2. Пилипенко Д.М. Применение нанобиотехнологических форм куркумина / Д.М. Пилипенко, Д.С. Безрукавый, Ю.М. Краснопольский // Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях.. – 2018. – № 9 (1285). – С. 218–229.
3. Raghavendhar R. Curcumin: Biological, Pharmaceutical, Nutraceutical, and Analytical Aspects / R. Raghavendhar // Molecules. – 2019. – № 24. – С. 1–27.

ЗАХИСТ ВІД КОРОЗІЙНОГО РУЙНУВАННЯ БАКІВ-ДОЗАТОРІВ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ПІНОУТВОРЮВАЧА ДЛЯ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Гапон Ю.К.

*Національний університет цивільного захисту України,
м. Харків*

В даний час одним з найпопулярніших способів зберігання піноутворювача до моменту його практичного застосування є спеціальні баки-дозатори зі сталі. Технологічно дуже складно зробити бак для піноутворювача з цілісного листа нержавіючої сталі, тому вони виготовляються методом зварювання. Висока температура процесу ($T = 2500-2900^{\circ}\text{C}$) призводить до вигорання легуючих компонент з поверхні зварюваного металу. Зварений шов буде мати меншу корозійну стійкість і більш низькі механічні властивості.

З позиції електрохімічного захисту від корозійного руйнування можливо:

1. Використання жертвовного анода. Для цього необхідно приєднати до корпусу бака-дозатора метал з більш негативним електродним потенціалом. Оскільки основним компонентом сталі з якої виготовлені баки є залізо ($E^{\circ} = -0,44\text{ В}$), в ролі жертвовного анода можуть бути використані наступні метали: магній ($E^{\circ} = -2,30\text{ В}$), алюміній ($E^{\circ} = -1,66\text{ В}$), цинк ($E^{\circ} = -0,76\text{ В}$) та інші [1].

2. Нанесення захисного функціонального покриття на внутрішню поверхню бака. Головною вимогою до якого має бути висока адгезія до підкладки та мінімальні внутрішні напруження. Такими властивостями володіють сплави кобальту з тугоплавкими металами [2].

Кислотність середовища, в залежності від складу піни, становить 4,5-10. Проведено дослідження корозійної стійкості покриттів сплавом Co-Mo-W в кислому, нейтральному та лужному середовищах (рис.1.)

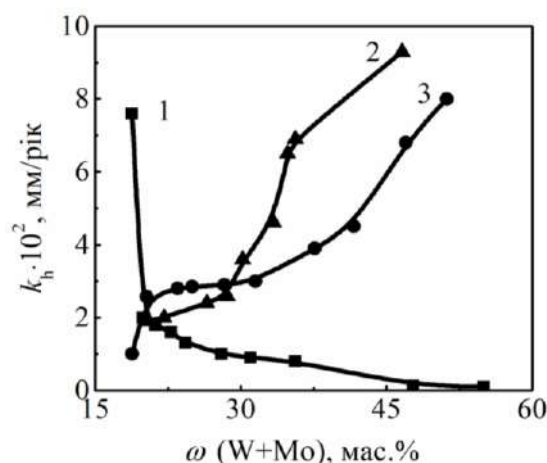


Рис. 1 – Залежність швидкості корозії від загального вмісту (Mo+W) в сплаві Co-Mo-W при кислотності розчину 2 – 3 (1), 3%-NaCl (2) та 10 – 11 (3)

Література:

1. Борисенко Ю.В. Матеріали сучасної техніки та захист від руйнування : навч. посіб. Київ: КНУТД, 2016. 111 с.
2. Sakhnenko N. D., Ved M. V., Hapon Yu. K., Nenastina T. A. Functional coatings of ternary alloys of cobalt with refractory metals. *Russian Journal of Applied Chemistry*. 2015. Vol. 88. №. 12. P 1941–1945.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СЕДИМЕНТАЦІЇ ТА ПРОМИВКИ ОСАДУ У ВИРОБНИЦТВІ КАТАЛІЗАТОРА СЕРЕДНЬОТЕМПЕРАТУРНОЇ КОНВЕРСІЇ СО

Гармаш Б.К.¹, Сінческул О.Л.², Бутенко Н.В.², Дейнека Д.М.², Ленець А.В.²

¹Український державний університет залізничного транспорту,

²Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

м. Харків

У теперішній час однією з основних стадій одержання H_2 є середньотемпературна каталітична конверсія карбон (II) оксиду водяною парою. Для здійснення процесу середньотемпературної конверсії СО водяною парою застосовують оксидні Ферум-Хромо-Купрумові каталізатори, технологія яких полягає у сумісному осадженні сполук Феруму та Купруму, та подальшому просоченні одержаного осаду розчином хроматної кислоти.

Як сировину для виробництва таких каталізаторів застосовують добре розчинні, широко розповсюджені та дешеві сульфати вказаних вище елементів. Але використання даної сировини призводить до неминучого забруднення товарного каталізатора сульфат-йонами, які неймовірно складно піддаються видаленню під час промивки осаду. При використанні таких каталізаторів відбувається взаємодія сполук Сульфур з компонентами реакційної суміші (CO та H_2) з утворенням дигідрогенсульфуру, який отруює поверхню каталізатора.

Метою даної роботи було дослідження етапів процесу отримання осаду для каталізаторної маси, а саме: визначення впливу флокулянтів на процес розділення суспензії та визначення оптимальної концентрації добавок до промивної води для зниження масової частки супутніх йонів в осаді. Запропоновано використовувати вказані полімерні флокулянти під час седиментації.

Для досліджень обрано осад, одержаний під час використання Na_2CO_3 та два найбільш ефективних та розповсюджених реагенти, а саме, поліакриламід $[(-CH_2CHCONH_2)_n]$ та високомолекулярний поліетиленоксид $[(-OCH_2CH_2)_n]$. Їх розчини додавали до відібраних проб щойно утвореної суспензії таким чином, щоб забезпечувалося їх повне змішування. Після цього фіксували момент повного розшарування суспензії і визначали об'єм ущільненої твердої фази.

В порівнянні з простим процесом відстоювання швидкість седиментації збільшується в 3÷6 разів залежно від концентрації флокулянту. При цьому, поліакриламід виявився більш ефективним у даному процесі. За умови, коли його масова частка у рідкій фазі суспензії становило 1 мас. %, вдалося досягти рекордного часу розшарування, який склав усього 10 хв. При цьому, ущільнення осаду збільшилося на ~44 % у порівнянні з процесом седиментації без використання флокулянтів. Для інтенсифікації процесу промивки осаду використовували полівініловий спирт та карбоксиметилцелюлозу. Їх оптимальна масова частка у промивній воді складає ~1,5 %. Карбоксиметилцелюлоза, у порівнянні з полівініловим спиртом ~ 3,5 рази менш ефективна.

ЗАГАЛЬНА ЗАКОНОМІРНОСТІ СИСТЕМИ БАКТЕРИЦИДНИХ УСТАНОВОК ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ

Говоров П.П., Бухкало С.І.*, Кіндінова А.К., Говорова К.В.

*Національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова,*

**Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В роботі представлена загальна технологія ультрафіолетового опромінення при знезараженні питної та стічної води з метою впливу на органічні клітини різних бактерій у спектрі від 200 до 400 нм [1 – 4]. В умовах постійно зростаючого попиту на чисту воду, системи знезараження води все ширше треба розглядати як надійне альтернативне джерело води, підхід до них зміщується з цільового визначення «Обробки і видалення» на «Повторне використання, утилізація та відновлення» [2, 3].

Одним з напрямків підвищення ефективної роботи бактерицидних установок знезараження води, може бути пошук енергоефективних джерел світла, що працюють в діапазоні 200 – 400 нм на основі використання світлодіодних (СД) джерел світла, які нарівні з покращенням енергетичних характеристик, забезпечують ще й можливість зменшення ефекту післядії за рахунок розосередження установки і багатоступеневої структури системи знезараження води.

Для виявлення загальних закономірностей створення світлового простору СД світловими приладами авторами представлена методика синтезу СД приладів на основі відомої кривої сили світла (КСС) одиничного світлодіодного джерела світла. Для формування кривої сили світла приладу використана модель виду [4]: $I'(\lambda) = F(I(\lambda), N, K) = F(I_0, N, 2\theta_{0,5}, K)$, де $I'(\lambda)$ – розподіл сили світла СД приладів; $I(\lambda)$ – розподіл сили світла одного СД; N – число СД в приладі; I_0 – осьова сила світла одного СД; $2\theta_{0,5}$ – кут свічення одного СД; K – коефіцієнт, що враховує розподіл сили світла від оптичного елемента світлового приладу. Для визначених умов та призначення запропоновано структуру енергоефективної бактерицидної установки на основі ультрафіолетових СД джерел світла, що забезпечує розосереджене багаторівневе знезараження води.

Література:

1. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І., КАПУСТЕНКО П.О. та ін. Загальна технологія харчової про-мисловості у прикладах і задачах. Підручник. К.: «Центр учбової літератури», 2011. – 832 с.
2. Бухкало С.І., Соловей В.М., Кобелев М.С., Сорочинський В.М. Деякі складові моделювання процесу коагуляції. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXIV міжн. н/практ. конф. (MicroCAD-2016) 18-20 мая 2016. Х.: Ч. II – Х.: НТУ «ХПІ». С. 297.
3. Бухкало С.І., Соловей В.М., Іглін С.П., Ольховська О.І. Деякі особливості розрахунку параметрів ефективного очищення стічних вод комплексних підприємств. Інформаційні техно-логії: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н/практ. конф. (MicroCAD-2018) 17-19 мая 2018. Х.: Ч. II / за ред. проф. Сокола Є.І. – Х.: НТУ «ХПІ». С. 203.
4. Говоров Ф.П. Моделирование параметров и характеристик световых приборов на основе энергосберегающих светодиодных источников света / Ф.П. Говоров, Н.И. Носанов, Т.И. Романова, О.В. Король // Технічна електродинаміка. Тем. випуск «Силова електроніка та енергоефективність». Ч. 2. К.: ІЕДНАН України, 2012. – С. 95–101.

АЛГОРИТМ ТЕХНОЛОГІЇ СИСТЕМИ БАКТЕРИЦИДНИХ УСТАНОВОК ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ

Говоров П.П., Бухкало С.І.*, Кіндінова А.К., Говорова К.В.

*Національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова,*

**Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

У роботі представлений алгоритм технології системи бактерицидних установок знезараження води з метою розрахунку параметрів і характеристик світлових приладів на основі світлодіодних (СД) джерел світла [1 – 2]. Моделювання світлорозподілу СД здійснювалося на основі кривих ламбертовського типу [3] з використанням сплайн-апроксимації, як найбільш ефективного опису цього процесу (табл.1).

Таблиця 1 – Алгоритм розрахунку бактерицидних установок (БУ) зі СД джерелами світла

Класифікація-ідентифікація каталогу кривої сили світла (КСС) одиничних СД
Вибір форми та розмірів БУ з урахуванням вибору середовища пропускання
Задання кількості світлодіодів, точки його світіння та кута нахилу
Розрахунок координат точок спостереження
Розрахунок координат точок основаній СД
Розробка науково-технічної документації технології
Оцінювання характеристик БУ
Розрахунок світлового потоку від усіх СД БУ
Вибір середовища пропускання
Розрахунок кутів між світловими векторами від кожного СД

Знаходження шуканої сплайн-функції, що описує розподіл сили світла СД джерела світла в просторі, зведено до рішення системи лінійних рівнянь алгебри. Для цього розроблено програмне забезпечення Light Power, що забезпечує розрахунок КСС СД приладів з довільним розташуванням і орієнтацією відносно певного центру, а також для кожного стану середовища пропускання. Розроблена методика моделювання по відомій КСС одиничного СД і обґрунтована можливість її застосування для розрахунку і проектування БУ.

Література:

1. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О. та ін. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах. Підручник. К.: «Центр учбової літератури», 2011. – 832 с.
2. Бухкало С.І., Соловей В.М., Іглін С.П., Ольховська О.І. та ін. Складові розрахунку параметрів очищення стічних вод комплексних підприємств Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н/практ. конф. (MicroCAD-2018). 17-19 мая 2018. Х.: Ч. II / за ред. проф. Сокола Є.І. – Х.: НТУ «ХПІ». С. 202.
3. Говоров Ф.П. Моделирование параметров и характеристик световых приборов на основе энергосберегающих светодиодных источников света / Ф.П. Говоров, Н.И. Носанов, Т.И. Романова, О.В. Король // Технічна електродинаміка. Тем. випуск «Силова електроніка та енергоефективність». Ч. 2. К.: ІЕДНАН України, 2012. – С. 95–101.

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НАПІВТЕМНОГО ПИВА

Гончарова О. А., Самойленко С. І.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Останнім часом в Україні виробництво та збут пива показує стабільне зростання. Приріст з кожним роком кількості невеликих приватних пивоварень, які приділяють увагу в першу чергу органолептичним властивостям пива, створює значну конкуренцію великим підприємствам [1].

Для збільшення конкурентоспроможності великих підприємств необхідно покращувати органолептичні характеристики пива. В той же час на Україні незначний асортимент сортів напівтемного пива яке є одним з найбільш перспективним напрямком для нинішніх виробників.

Напівтемне пиво не входить до лідерів продажі серед українських споживачів, через вищу середню ціну та меншим різноманіттям порівняно зі світлим пивом. Тому, вдосконалення технології виробництва напівтемного пива та розширення його асортименту на ринку може підвищити конкурентоспроможність обраного типу пива [1].

Забезпечення високої якості пива зі зниженням небажаних ароматичних добавок і підвищенням бажаних смакоароматичних добавок важливе питання для пивоварної промисловості в цілому [1].

Найбільш бажані смакоароматичні сполуки в пиві є складні ефіри і вищі спирти, які надають фруктовий аромат пива. Найбільш важливі смакоутворюючі складні ефіри в пиві є складні ацетатні ефіри, такі як етилацетат та ізоамілацетат і складні етилові ефіри, такі як етилгексаноат і октаноат [1].

Запропонований штам дріжджів *Pichia kluyveri* дає змогу підвищити вміст смакоароматичних сполук щонайменше однієї смакоароматичної сполуки з групи в пиві, отриманому з охмеленого сусла ферментованого штамом дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* [2].

Дріжджі *Pichia kluyveri* при комбінації з різними сортами хмелю в процесі ферментації, надають кращі смакові властивості готовому пиву Також, при комбінації з штамом дріжджів *Saccharomyces* або *Brettanomyces* підвищується утворення смакоароматичних речовин з обраним сортом хмелю [3].

Внаслідок того, що значні підвищення виявляли для всіх бажаних смакоароматичних сполук, то це демонструє значний потенціал застосування штаму *Pichia kluyveri* у виробництві пива, зокрема напівтемного [2].

Література:

1. Гончарова О. А. Біотехнологія виробництва пива напівтемного: дипл. проект / О. А. Гончарова, – Харків, 2019 – 81 с.
2. *Pichia* [Електронний Ресурс] – Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org/> (дата звернення: 05.03.2020). – Назва з екрану.
3. *Saccharomyces cerevisiae* [Електронний Ресурс] – Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org/> (дата звернення: 05.03.2020). – Назва з екрану.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИПАРЮВАННЯ СІРЧАНОЇ КИСЛОТИ

Горбунов К.О., Рябова І.Б., Соловей В.М.,

Пономаренко Г.В., Горбунова О.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

м. Харків

Вибір методу переробки сірчаної кислоти залежить головним чином від її складу. Найчастіше потрібна попередня підготовка кислоти, яку здійснюють методом екстракції, окислення, висолювання, коагуляції, адсорбції, термічного розкладання. Регенерація сірчаної кислоти з отриманням продукту високої якості може бути досягнута термічною деструкцією H_2SO_4 до SO_2 , коли в умовах високих температур всі органічні домішки повністю згорають. Діоксид сірки очищають, переводять в триоксид (сірчаний ангідрид) і абсорбують. Концентрація SO_2 в контактних газах майже лінійно залежить від концентрації сірчаної кислоти, яка направляється на розкладання [1].

В задачу даної роботи було покладено дослідження процесів, що протікають при випаровуванні сірчаної кислоти в чотирикорпусній випарній установці, та модернізація технологічної схеми такого процесу.

В якості методу інтеграції було обрано ПНЧ-аналіз. Цей вибір був обумовлений наступним: по-перше – це опис цілей проектування перед початком самого проектування. По-друге, це можливість інтеграції процесів в межах великого виробничо-територіального комплексу [2].

Для розв'язання задачі було зібрано дані, завдяки прямим вимірюванням температур і витратам потоків на обладнанні за допомогою витратомірів, стаціонарних і переносних термометрів. Також, використовуючи принципи та алгоритм методу інтеграції, було використано графік залежності загальної річної вартості експлуатації проекту від найменшого температурного напору на теплообмінному обладнанні. Температура пінча для гарячих потоків склала $114\text{ }^{\circ}\text{C}$, а температура пінча для холодних потоків становить $94\text{ }^{\circ}\text{C}$. Також було побудовано нову сіткову діаграму.

За результатами дослідження було отримано наступне:

– запропонований проект реконструкції системи теплообміну процесу випарювання сірчаної кислоти у чотирикорпусній випарній установці, що дозволило знизити затрати енергії приблизно на 18 %.

– за результатами розрахунків потенціал енергозбереження складає близько 300 тис. грн на рік. Строк окупності запропонованого проекту реконструкції складе величину близько 4 місяців.

Література:

1. Горбунов К.О., Селіхов Ю.А., Коцаренко В.О., Пономаренко Г.В., Горбунова О.В. Теплова інтеграція установки випарювання сірчаної кислоти.– Інтегровані технології та енергозбереження.– НТУ «ХПІ».– 2020.– С. 22–31. doi: 10.20998/2078-5364.2020.1.03

2. Основы интеграции тепловых процессов / [Смит Р., Товажнянский Л.Л., Клемеш Й. Капустенко П.А., Ульев Л.М.]. – Х.: ХГПУ. 2000. – 457 с.

БІОТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА СВІТЛОГО ПИВА З ВИКОРИСТАННЯМ НЕСОЛОДЖЕНОЇ СИРОВИНИ

Гречихін Є.С., Варанкіна О.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Світле пиво користується великою популярністю серед людей через його здатність втамовувати спрагу. Індустрія пива дуже швидко розвивається через підвищений попит на продукт. Тому головним завданням технологів є вдосконалення виробництва пива з метою розширення асортименту та підвищення харчової цінності продукту.

Пиво – це ігристий, освіжаючий напій з характерним хмелевим ароматом і приємним гіркуватим смаком. Основною сировиною для виробництва пива є ячмінь, хміль, дріжджі та вода. Головним процесом у виробництві пива є спиртове бродіння – біохімічний процес розщеплення цукрів до спирту та вуглекислого газу, який проходить в результаті життєдіяльності мікроорганізмів або під впливом виділених ними ферментів. В пивоварінні в якості біологічного агенту застосовують дріжджові гриби різних видів, в тому числі *Saccharomyces cerevisiae*. Поряд з основним процесом утворення етилового спирту, утворюються і побічні продукти бродіння, які при дотриманні параметрів технологічного процесу позитивно впливають на органолептичні показники якості готового продукту [1].

Мета виробництва світлого пива з використанням несолодженої сировини полягає у тому, що в результаті ми отримуємо новий сорт пива з оригінальним смаком і медовим свіжим ароматом, який зазвичай не є характерним для 11% - вого пива. В якості несолодженої сировини запропоновано використувати вівсяну крупу, а також додавати концентрований водний екстракт цикорію. Овес відрізняється від інших злакових культур високим вмістом амінокислот, мінеральних речовин, вітамінів і некрохмальних полісахаридів. За вмістом макро- і мікроелементів він займає перше місце серед злаків. Цінність цикорію, як харчової культури, визначає його біохімічний склад. Коріння цикорію багаті вуглеводами, зокрема фруктозанами (4,7 – 6,5 %). У них міститься до 4,5 – 9,5 % вільної фруктози та її водорозчинний полімер – інулін, який є корисним для мікрофлори шлунку. Таким чином, в результаті додавання до складу світлого пива вівсяної крупи з концентрованим водним екстрактом цикорію можна отримати готовий продукт підвищеної харчової цінності, з поліпшеними органолептичними і фізико-хімічними показниками якості [2].

Література:

1. Кунце В., Міт Г. Технологія солоду та пива. СПб. : Професія, 2001. 912 с.
2. Способ производства светлого пива "наВЕЕРлин": пат. 2441064 Российская Федерация: МПК С12С7/00 С12С12/00, № 2321135463/08; заявл. 16.02.09; опубл. 27.01.12., Бюл. № 9.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ПЛАСТИЧНИХ МАСТИЛ В УКРАЇНІ

Григоров А.Б., Троценко О.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Ринок пластичних мастил України був і залишається одним із найбільш ємних серед країн СНД, який на 80 – 90 % представлений продукцією світових брендів (LIQUI MOLY, SHELL, MOBIL, Teboil, Castrol, Dow Corning тощо).

Серед факторів, які цьому сприяли, можна виділити наступні:

1) За останній час Україна здійснювала закупівлю різної закордонної техніки, яка для свого технічного обслуговування потребує оригінальних, внесених до керівництва з експлуатації, змащувальних матеріалів.

2) Дефіцит сировини для виробництва пластичних мастил.

3) Застарілі технології та значні виробничі витрати, і як слідство, висока собівартість кінцевого продукту.

4) Пластичні мастила, закордонного виробництва за рівнем якості, значно перевищують пластичні мастил вітчизняного виробництва.

Зазначимо, що в Україні близько 50 % усього асортименту пластичних мастил, що виробляються вітчизняними підприємствами, представлено мастилами на кальцієвих милах, типу «Солідол Ж» та «Солідол С». Ці пластичні мастила характеризуються невисокими значеннями механічної стабільності і змащувальних властивостей, значним термоупрочненням та невисоким верхнім максимальним значенням температурного діапазону застосування (до +65 – +70°C) [1, 2]. У зв'язку з цим, особливий інтерес викликає збільшення обсягів виробництва комплексних мастил на алюмінієвих та літєєвих милах, які можна віднести до багатофункціональних високоефективних мастильних матеріалів високого рівня якості [2]. Нажаль, сьогодні, обсяг виробництва цих пластичних мастил в Україні складає лише 5 % від загального.

Отже, для стійкого розвитку галузі виробництва пластичних мастил в Україні необхідно зменшити імпортозалежність за рахунок підвищення рівня якості продуктів вітчизняної хімічної промисловості, розширення обсягів виробництва та зменшення собівартості кінцевого продукту.

Вирішенню цих питань може посприяти розширення сировинної бази технологічного процесу за рахунок використання у якості основних компонентів пластичних мастил (дисперсійного середовища, загущувача та наповнювача) вторинної сировини.

Література:

1. Ищюк Ю.Л. Состав, структура и свойства пластичных смазок / Ю.Л. Ищюк [текст]. Киев: Наукова думка. – 1996. – 512 с.

2. Modern Technology of Petroleum, Greases, Lubricants & Petro Chemicals (2nd Revised Edition) / NIIR Board of Consultants & Engineers/ NIIR project consultancy services, 2015.–704 p.

СОЗДАНИЕ НАНОКОСМЕТИКИ НА СОВРЕМЕННОМ УРОВНЕ

Грицаенко Ю.А., Папенко Е. , Кричковская Л.В

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
г. Харьков*

Основной задачей нанокосметики, на сегодня, является донести необходимые питательные или лечебные вещества через межклеточные промежутки в глубокие слои кожи, основываясь на том, что роговые чешуйки не пропускают активные компоненты, так как не содержат воды. Создание нанотехнологий позволяет микрокапсулировать активные ингредиенты до наночастиц и транспортировать в дерму с помощью липосом, создавая наноконструкции представляющие собой искусственно созданные комплексы капсулированных запрограммированных активных веществ, необходимых для решения конкретной проблемы кожи. Функции и особенности нанокосметики: питают ослабленную клетку кожи, выводят токсины и как магнит действуют на отмершие клетки, притягивая их к наноконструкциям способствуя полностью обновить кожу и вернуть зрелой коже былую упругость.

На первый взгляд, использование нанотехнологий в косметологии выглядит очень заманчиво и должно решить практически любые проблемы с кожей. Однако, очевидно также и следующее и то, что нанотехнологии – слишком малоизученная область, чтобы выводить товары с использованием наночастиц на мировой рынок. Однако, уже более 15 стран имеют товары наноисхождения, большинство – косметика.

Интересно, что именно косметология выбрана в качестве наиболее представленной отрасли для нанотехнологий в мире: зубные пасты, солнцезащитные крема, шампуни, кондиционеры для волос, губные помады, тени для глаз, гели после бритья, увлажнители и дезодоранты.

Если обратиться к древней науке об использовании эфирных масел, то можно сделать вывод о том, что лишь одно эфирное масло имеет богатейший состав. При контакте с увлажненной кожей масла транспортировали ценные эфиры в глубокие слои кожи. Об этом знали древние Египтяне, Шумеры, Индусы. Зачем создавать искусственную трансдермальную молекулу для питания поврежденной клетки кожи, вытесняя естественное обновление клеток с помощью натуральных эфиров.

Каждый комплекс нанокосметики рассчитан не менее чем на один-полтора месяца применения. Он решает как конкретную проблему (угревая сыпь, лифтинг, увлажнение), так и оказывает общее лечебно-профилактическое действие. Скорее всего, применяя другую косметику уже нельзя обеспечить поступление микроэлементов и биологически активных веществ в достаточном количестве. Если прекратить применение нанокосметики, кожа постепенно вернется в прежнее состояние.

Но наука идет вперед и развитие технологии получения новых решений, в том числе в нанотехнологии косметических продуктов будет продолжаться.

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ЦУКЕРОК ІЗ СУХОФРУКТІВ

Гуцул К.В., Півень О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків*

Цукерки із сухофруктів – це кондитерський виріб, виготовлений переважно з сухофруктів та шоколаду. В основі таких цукерок – курага, родзинки, чорнослив, інжир, фініки та інші улюблені сухофрукти. Такі солодощі не можуть йти ні в яке порівняння зі звичайними «магазинними» ласощами. Більшість «магазинних» цукерок містять мало корисних інгредієнтів, а ось рослинних і транс-жирів, а ще ароматизаторів, консервантів і подібних добавок у них більш ніж достатньо. Користі від таких цукерок ніякої: вони викликають звикання та «залежність» від солодкого, а «порожні» калорії, що містяться в них, додають вагу.

Сухофрукти – це натуральні солодощі, вони збагачені вітамінами (А, В1, В2, В3, В5, В6) та мінеральними елементами, такими як (залізо, кальцій, магній, фосфор, калій, натрій,). Також сухофрукти надзвичайно корисні, і допомагають покращити роботу серцево-судинної системи та шлунково-кишкового тракту, покращують стан волосся, шкіри та нігтів, допомагають роботі головного мозку, тощо.

З метою розширення асортименту харчових продуктів з натуральним складом було запропоновано рецептуру нового продукту з використанням натуральних компонентів.

Технічний результат корисної моделі полягає у розробці цукерок з високим вмістом вітамінів та мінеральних елементів, тобто продукту підвищеної харчової та біологічної цінності. Технічний результат досягається завдяки оригінальній рецептурі цукерок, що містять тільки натуральні компоненти на основі різноманітних сухофруктів з додаванням продуктів рослинного походження та особливостями виробництва. В результаті чого отримується продукт з більш високими органолептичними показниками. Продукт має солодкий смак притаманний сухофруктам, який відтіняє кислинка журавлини та нейтральний смак кокосової стружки. До складу цукерок входять: курага, чорнослив, інжир, фініки, ізіум, журавлина, вівсяні пластівці, кокосова стружка та шоколад.

За допомогою планування експерименту (найбільш поширеними для дослідження композицій сумішей є симплекс – гратчасті плани Шеффе), було проведено дегустаційну оцінку, з метою досягання оптимального співвідношення компонентів у продукті, при якому можна було отримати максимальну органолептичну оцінку. Для цього було підготовлено 10 зразків з різною рецептурою продукту, тобто з різною кількістю взаємозамінних компонентів, але з однаковою рецептурною основою.

За отриманими результатами дегустаційної оцінки, було побудовано трикутник, в обраному полі точності. А також було отримано математичну модель у вигляді рівняння регресії, завдяки якому було отримано максимальну дегустаційну оцінку.

ПІНЧ-ІНТЕГРАЦІЯ БЛОКУ АТМОСФЕРНОЇ ПЕРЕГОНКИ ЗНЕСОЛЕНОЇ НАФТИ

Дегтяр В.В., Миронов А.М., Ільченко М.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

Сучасні процеси переробки нафти є одними з найскладніших та енергоємних у хімічній та нафтохімічній промисловості. Атмосферна перегонка – це первинна переробка нафти, яка здійснюється процесами ректифікації для отримання різних фракцій, від бензинової до мазуту.

Основним завданням представленої роботи був аналіз виробництва, визначення енергозберігаючого потенціалу системи, виявлення недоліків наявної технологічної схеми та надання рішення щодо можливої проблеми використання великої кількості енергоресурсів на блоці атмосферної перегонки знесоленої нафти.

Для вирішення вищевказаних завдань було використано метод пінч-аналізу. Для наявної системи було визначено кілька ключових параметрів: величину рекуперації – $Q_{rec} = 51,8$ МВт, значення холодних утиліт – $Q_{Cmin} = 71,0$ МВт та гарячих утиліт – $Q_{Hmin} = 88,1$ МВт при наявній мінімальній різниці температур у системі $\Delta T_{min} = 97^\circ\text{C}$.

Скориставшись основними правилами пінч-проекування, було визначено нове оптимальне значення $\Delta T_{min} = 25^\circ\text{C}$, а також отримано змінені дані щодо розподілення теплової енергії у системі. Після пінч-модернізації теплообмінної мережі системи величина рекуперації становить 70,2 МВт, навантаження на нагрівачі – 69,7 МВт, навантаження на охолоджувачі – 52,6 МВт, а також з'ясовано, що пінч системи локалізується на $T_{гар} = 151^\circ\text{C}$ та $T_{хол} = 126^\circ\text{C}$. Ці дані отримані за допомогою складових кривих, які зображені на рисунку 1.

Результат впровадження методів пінч-аналізу, наведений у таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння енергетичних характеристик для наявної та пропонованої схем реконструкції теплообмінної мережі установки

Схема т/о мережі	Гарячі утиліти Q_{Hmin} , МВт	Холодні утиліти Q_{Cmin} , МВт
Існуюча	88,1	71,0
Пропонована	69,7	52,6

Література:

1. El-Halwagi M. M. Synthesis of Mass Exchange Networks / M. M. El-Halwagi, V. Manousiouthakis // AIChE J., 35(8). – 1989. – pp. 1233 – 1244.

РОЗРОБКА СКЛАДІВ ВОГНЕТРИВКОГО БЕТОНУ

Дейнека В.В., Волощук А.Д.

*Національний університет цивільного захисту України,
м.Харків*

В роботі розглянуто актуальні проблеми отримання вогнетривких цементів, бетонів та бетонних виробів. Розвиток нової техніки, пов'язаний з використанням високих температур, використання вогнетривких матеріалів в якості захисних конструкцій, потребує нових більш ефективних вогнетривких матеріалів, у тому числі й вогнетривких цементів [1]. В наші часи найбільш розповсюдженим вогнетривким цементом є високоглиноземистий. Однак цей вид цементів не завжди вдовольняє вимогам, що висувуються до нових високотемпературних агрегатів та установок [2].

Під час роботи було проведено розрахунки складів вихідної сировинної суміші для отримання вогнетривкого цементу, синтезовано цемент на основі алюмомагнезійної шпінелі та визначено його основні фізико-механічні властивості. Для визначення придатності розробленого цементу для отримання вогнетривкого бетону було здійснено розрахунок температури та складу евтектики у периклазі $BaAl_2O_4$ - $MgAl_2O_4$.

Встановлено, що температура евтектики даного перерізу складає $1737\text{ }^\circ\text{C}$ і отриманий цемент може бути використаний для розробки вогнетривкого бетону. Визначено гранулометричний склад заповнювача - електроплавленого корунду за допомогою симплекс-гратчастого метода планування експерименту. Визначено основні фізико-механічні та технічні властивості отриманого бетону і встановлено, що отриманий бетон є високоміцним, щільним матеріалом, придатним для створення монолітних конструкцій.

Визначено залежність міцності отриманого бетону від температури і встановлено, що найбільший ступінь розміцнення спостерігається до $800\text{ }^\circ\text{C}$, це відповідає видаленню вологи із гідратованого цементу. Понад $1000\text{ }^\circ\text{C}$ починається спікання матеріалу з отриманням щільної керамічної структури. Визначено шлакостійкість отриманого бетону і встановлено, що для обраного основного шлаку глибина роз'їдання складає $2,8\text{ мм}$, для кислого шлаку – 2 мм . Таким чином, отриманий бетон є шлакостійким до дії як основних, так і кислих шлаків.

Література:

1. Ахтямов Р.Р. Жаростойкий бетон на шлакощелочном вяжущем и заполнителях из шамота и высокоглиноземистых шлаков алюминотермического производства. / Ахтямов Р.Р., Трофимов Б.Я. // Огнеупоры и техническая керамика, 2014. – № 1-2. – С. 45-47.
2. Kumar V. Mechanochemically synthesized high alumina cement and their implementation as low cement castables with some micro-fine additives. / V. Kumar, V. Kumar, S. A. Srivastava, P.Nemanth Kumar // Journal of Asian Ceramic Societies, 2015. - Vol.3 – pp. 92-102.

ОТРИМАННЯ АКТИВНОГО ОКСИДУ АЛЮМІНІЮ ІЗ КОРУНДУ

Дейнека Д.М., Казаков В.В., Кобзєв О.В., Сінческул О.Л.,

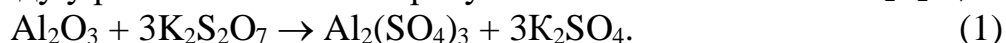
*Чернецов О.І., *Рубашко В.В.

*Національний технічний університет**«Харківський політехнічний інститут», м. Харків,***ТОВ «НПП «Заря», м. Рубіжне*

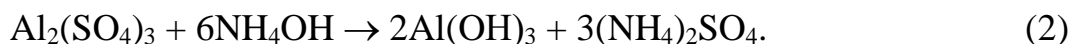
Активний оксид алюмінію, який представляє собою низькотемпературну нестабільну модифікацію γ - Al_2O_3 , знайшов широке застосування в якості адсорбенту, носія та компонента різноманітних каталізаторів. Найбільш розповсюджений метод отримання активного Al_2O_3 базується на осадженні $\text{Al}(\text{OH})_3$ з його подальшим термічним розкладанням [1].

Іншою більш стабільною поліморфною модифікацією оксиду алюмінію є α - Al_2O_3 (корунд), який є хімічно інертним завдяки своїй міцній кристалічній решітці. Корунд зазвичай отримують термічною обробкою при високих температурах, завдяки чому його широко використовують в якості термостійкого носія для каталізаторів. Однак, з іншого боку, він не проявляє будь-якої каталітичної активності у хімічних процесах [2, 3].

У даній роботі пропонується отримувати γ - Al_2O_3 із α - Al_2O_3 шляхом переведення корунду у розчинений стан за рахунок його сплавлення із $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$



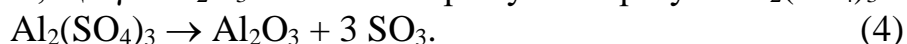
Сульфат алюмінію, що утворився в результаті протікання реакції (1), розчиняли у воді та переводили у нерозчинений стан за допомогою NH_4OH по реакції



В результаті отримували гідрогель, який в подальшому фільтрували, сушили та прожарювали



Із літератури відомо, що γ - Al_2O_3 можливо отримувати зразу із $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$



шляхом прожарювання, однак це потребує значних енергетичних затрат завдяки високій температурі розкладання сульфату алюмінію більш ніж 770°C . Крім того, отримання γ - Al_2O_3 через гідрагіліт за реакцією (2) з утворенням гідрогелю, дозволить отримувати оксид алюмінію з розвинутою поверхнею, що є важливим фактором у технології приготування каталізатору.

Також у роботі були проведені дослідження, щодо впливу температури та рН середовища на процес одержання гідрогелю за реакцією (2). Отримані залежності процесу осадження від температури та рН середовища та встановлені найбільш оптимальні.

Література:

1. Дзисько В.А. Основы методов приготовления катализаторов. Новосибирск: Наука, 1983. 263 с.
2. Горшков В.С., Савельев В.Г., Федоров Н.Ф. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений. М.: Высш. шк., 1988. 400 с.
3. Чукин Г.Д. Строение оксида алюминия и катализаторов гидрообессеривания. Механизмы реакций. М.: Типография Паладин, ООО «Принта», 2010. – 288 с.

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МІКРОКЛИМАТУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

**Денисова А.Є., Лужанська Г.В., Баласанян Г.А., Дорошенко Ж.Ф.,
Жайворон О.С., Чефтєлов І.О.**

*Одеський національний політехнічний університет,
м. Одеса*

Сучасний світ повсюдно використовує теплові ресурси планети. Зараз особливо гостро встає питання економії енергетичних ресурсів у всіх напрямках людської діяльності. Впроваджуються нові перспективні технології, пов'язані з економією паливних ресурсів. Зараз всі опалювальні прилади систем водяного опалення обладнаються автоматичними терморегуляторами при новому будівництві та реконструкції будинків будь-якого призначення [1]. Терморегулятор є невіддільною частиною сучасної системи забезпечення мікроклімату, призначений для підтримки теплового комфорту в приміщенні, економії енергоресурсів.

Досягнення енергозберігаючої роботи можливо при грамотному керуванні поточкорозподіленням і здійснюється в кілька етапів: при виробництві терморегуляторів на заводі-виготовлювачі, на стадії проектуванні та подальшій експлуатації системи водяного опалення. У будинку, на систему водяного опалення, де запроектовані терморегулятори, встановлено автоматичні регулятори перепаду тиску та кількості теплоносія. Економія енергоресурсів починається на стадії проектування систем опалення. В області енергозбереження розробляються не тільки нові теплоізоляційні матеріали й енергозберігаюче устаткування.

Не стоїть на місці і програмне забезпечення. Провідні світові фірми в області опалення «Данфосс», «Кан», «Герц» розробили програмне забезпечення гідравлічного розрахунку систем опалення. Раціональне використання гравітаційних сил заощаджує енергоресурси і забезпечує тепловий комфорт приміщення [2]. У наш час на зміну елеваторам прийшли блокові теплові пункти зі змішувальними насосами. Елеватор неможливо використовувати при проектуванні нових двотрубних систем опалення з установкою терморегуляторів, внаслідок виникнення несумісності гідравлічних режимів устаткування та недостатності напору для енергоефективного сполучення клапанів терморегуляторів в опалювальних приладах і автоматичних балансувальних клапанів на стояках або приладових гілках.

Правильне застосування енергозберігаючого устаткування в системах житлово-комунального сектора дозволить у значній мірі скоротити витрати теплової енергії, значно збільшивши енергозберігаючий ефект.

Література

1. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування / Мінрегіон України, Київ, 2013. 113 с.
2. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – К.: П ДП «Такі справи», 2007. 252 с.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ КЛИМАТ-КОНТРОЛЯ ЖИЛОГО ДОМА В УСЛОВИЯХ ИРАКА

Денисова А.Е.¹, Морозюк Л.И.², Хуссейн Джамал Талиб¹

¹Одесский национальный политехнический университет,

²Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Создание интегрированной системы энергообеспечения потребителей – необходимое условие для устойчивого экономического, политического и социального развития общества. Климат-контроль современного дома – это система, применяемая для поддержания заданных климатических характеристик в здании, посредством управления работой установок вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха в автоматическом режиме. Современные системы климат-контроля могут работать как самостоятельно, так и интегрироваться в технологию «умный дом», что позволяет снижать энергопотребление, переводя работу приборов в «спящий режим» либо работать в прерывистом режиме. Климат-контроль позволяет в каждом его помещении дома создать индивидуальную климатическую зону [1]. Основная территория Ирака находится в зоне континентального климата. Долгое жаркое лето сменяется короткой прохладной зимой, число солнечных дней – 270. Температурные режимы, наблюдаемые в течение суток и сезонов года (рис. 1), свидетельствуют о необходимости применения систем тепло-хладоснабжения и климат-контроля в различных регионах Ирака.

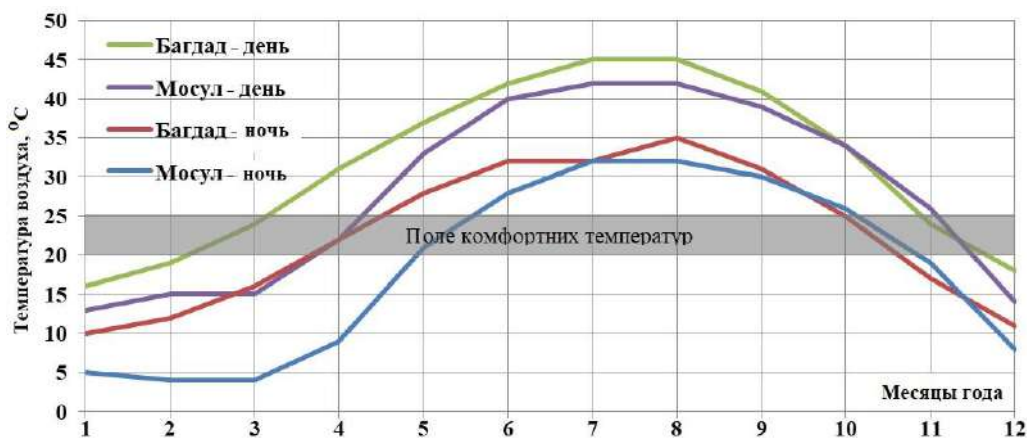


Рис. 1 – Климатические условия ряда регионов Ирака

В работе предложены пути решения проблем тепло- и хладоснабжения индивидуальных потребителей на базе автономных солнечных энергопреобразующих систем [2]. Система работает в режимах прерывистого охлаждения и отопления, с аккумуляторами тепла высокого и низкого потенциала для компенсации периодичности работы солнечных коллекторов.

Литература:

1. Ефимов Н.Н. Анализ активности солнечной радиации в условиях Ирака / Н.Н. Ефимов, И.А. Халид, <https://technauka.npi-tu.ru/ru/archive/2014/issue6/efimov>
2. L. Morozjuk, A. Denysova, Saad Aldin Alhemiri Daowd Lila. Synthesize of the integrative trigeneration system for a «Solar House» in the Middle East region // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol.1, No.8(97). С.43–50. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.156129>

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРОКСИДНОГО АФІНАЖУ СПОЛУК УРАНУ У ВИРОБНИЦТВІ ПАЛИВА АЕС

Дівізенко І.Ю., Тульський Г.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний університет»
м. Харків*

Єдиним промислово освоєним методом хімічної переробки відпрацьованого в реакторах АЕС оксидного уранового палива є екстракція урану і плутонію з водних розчинів їх нітратів за допомогою рідкого органічного розчинника. Найбільш широке застосування отримала екстракція урану і плутонію трибутилфосфатом (ТБФ). Співвідношення домішок у ядерно чистому урані визначається співвідношенням їх ефективних поперечних перерізів захоплення повільних нейтронів. Коефіцієнти очищення урану від домішок повинні бути порядку 100 – 1000. Тому методи очищення урану від домішок повинні бути селективними.

Знизити вміст майже всіх елементів на 2-3 порядки за одну операцію практично неможливо. Тому для одержання продукту ядерної чистоти концентрати зазнають декількох афінажних операцій. Залежно від природи домішок у вихідному оксидному концентраті в технологічній схемі паливних таблеток сучасних АЕС передбачено: екстракційний афінаж, тонкий осаджувальний афінаж і очищення від домішок при фторуванні вихідної сировини. Вибір методу афінажу визначається складом концентратів, а також наступними процесами осадження домішок.

На переробку надходить оксидний концентрат з вмістом UO_2 – 88,30 %. Екстракція проводиться розчином ТБФ у розріджувачі. Екстракт відмивається від домішок розчином нітратної кислоти. Реекстракція проводиться водою, що підкислена нітратною кислотою при 60 °С.

Відповідно до формули сольватного комплексу ураніл нітрату із ТБФ гранична ємність ТБФ становить 400 г урану на літр. При розведенні гранична ємність пропорційна концентрації ТБФ у розріджувачі. Отже, у загальній формі коефіцієнти поділу ураніл нітрату залежать від: концентрації урану; концентрації нітратної кислоти; концентрації нітратів інших металів; концентрації ТБФ у розріджувачі; типу розріджувача; температури.

Пероксидний афінаж заснований на осадженні в кислотному середовищі (рН=1,5 – 2) пероксиду урану. Пероксидний афінаж забезпечує очищення від берилію, бору, титану, нікелю, марганцю, кобальту, хрому, магнію, але мало ефективний стосовно літію, кадмію, заліза, фосфору, ванадію. Разом з ураном у вигляді нерозчинних пероксидів осаджується торій ($Th_2O_7 \cdot nH_2O$) і частково церій, осаджуються також цирконій і гафній, що утворюють нерозчинні комплексні сполуки.

Осадження проводиться в апаратах з нержавіючої сталі. До розчину, нагрітого до 40 – 50°C, доливають 30 % розчин пероксиду водню з надлишком 10%. При вихідній концентрації урану 60 – 100 г/дм³ за даних умов досягається ступінь осадження урану 99,9 %.

ВИВЧЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОБІОТИЧНИХ ШТАМІВ МОНОПРЕПАРАТІВ РОДУ BIFIDOBACTERIUM

Дорохіна В.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Актуальність теми дипломної роботи полягає у пошуку найбільш кислотостійких штамів біфідобактерій, що входять до складу комерційних монопрепаратів пробіотиків України. Знання про стійкість до кислотного стресу біфідобактерій важливе для створення сучасних ефективних пробіотиків, що відрізняються високою колонізаційною стійкістю у шлунково-кишковому тракті людини. Для виконання корисних функцій, біфідобактерії демонструють антагоністичну активність відносно патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів[1].

Метою роботи була оцінка виживання біфідобактерій в умовах *in vitro* у штучному шлунковому соку, який наближений до складу того, що міститься в організмі людини. В процесі роботи вивчались біфідобактерії, що входили до складу ліофілізованих порошків для приготування суспензії.

Використана технологія виготовлення поживного середовища для вирощування біфідобактерій, методика вирощування біфідобактерій та перевірки їх кислотної стійкості на прикладі штамів *Bifidobacterium bifidum* та *Bifidobacterium animalis subsp. lactis*. Контроль проводили за кількістю живих біфідобактерій та їх кислотоутворення. Штучний шлунковий сік було виготовлено з хлоридної кислоти ($\text{pH} \approx 1,5 - 2$), бетаїну гідрохлориду та свинячого пепсину[2].

Запропоновано використання поживного середовища для біфідобактерій, яке містить у складі екстракт тканини великої рогатої худоби, білкові компоненти, амінокислоти, вуглеводи та натрію хлорид, які необхідні для росту та розвитку біфідобактерій. Суспензію біфідобактерій інкубували при $t = 36,5 \text{ }^\circ\text{C}$ необхідний проміжок часу, потім вивчали біологічну активність штамів біфідобактерій. Використання свинячого пепсину у складі штучного шлункового соку дозволяє максимально наблизити схожість експериментальних умов до умов, що впливають на процес травлення в шлунку людини.

Література:

1. Чичерин И.Ю. Выживаемость бифидобактерий и лактобактерий в условиях *in vitro* в желудочном соке и дуоденальном содержимом людей: Статья. / И.Ю. Чичерин, И.В. Дармов, И.П. Погорельский, И.А. Лундовских, К.Е. Гаврилов. Медицинский альманах, гастроэнтерология. Нижний Новгород. 2012. Вып. 1(20). С. 57-59.

2. Патент [2440572C1 RU](#), Состав компонентов переваривающей жидкости для экспертизы мясных продуктов на трихинеллез / А.В. Успенский, Ф.К. Скворцова, И.Е. Шумакович, Л.А. Гребёнкина. – опубл. 20.01.2012.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ДРІЖДЖИВОГО КОРМУ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

Євстіфєєва О.А., Варанкіна О.О., Огурцов О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Виробництво кормового білка шляхом мікробіологічного синтезу в значній мірі здатне поповнити дефіцит білка в кормовому харчуванні сільськогосподарських тварин і птахів. Мікробний протеїн, що синтезується дріжджами, за засвоюваністю та вмістом амінокислот перевершує протеїн тваринного походження та підвищує біологічну цінність інших кормів [1, 2]. В якості штамів-продуцентів використовують мікроскопічні гриби, зокрема дріжджі роду *Candida*, що здатні рости на багатьох субстратах – буряковій меласі, зернокартопляній післяспиртовій барді та ін. [3 – 5]. Однак застосування подібної сировини є або дуже дорогим, або малопродуктивним, або отриманий кінцевий продукт містить недостатню кількість білка.

Огляд вітчизняного ринку свідчить про те, що проблема забезпечення раціонів сільськогосподарських тварин повноцінним білком є суттєвим гальмом розвитку галузі скотарства в Україні. Проте одним із варіантів вирішення цієї задачі є застосування побічних продуктів, зокрема сільськогосподарських відходів, у якості сировини для отримання білкового корму з високою біологічною цінністю. Кінцевий продукт такого виробництва є значно дешевшим не лише імпортних аналогів, але і вітчизняних.

Використання в якості сировини стоків тваринницьких ферм, проведення технологічного процесу за стадіями поділу стоків на рідку і тверду фракції, культивування дріжджів *Candida utilis* на рідкій фракції, що містить джерело вуглецю, в умовах аерації і перемішування при рН 4,0 – 4,5 і температурі 22 – 28 °С з подальшим виділенням цільового продукту, призводить до здешевлення собівартості корму та робить його більш конкурентоспроможним.

Література:

1. Дрожжи в современной биотехнологии / Т. Е. Банницына, А. В. Канарский, А. В. Щербаков и др. // Вестник МАХ. – 2016. – № 1. – С. 24 – 29.
2. Егоров И. А. Научные аспекты питания птицы / И. А. Егоров // Птицеводство. – 2002. – № 1. – С. 18 – 21.
3. Пат. 0395556 France, кл. C12N1/16, A23J1/18. Methode de fabrication de levures lactiques pour animaux / Pascal Cohas, Patrice Cohas. – № FR8905844A; заявл. 18.04.90 ; опубл. 31.10.90.
4. А. с. 803473 СССР, кл. 312N1/16. Питательная среда для выращивания кормовых дрожжей / М. Г. Горячева, Б. А. Устинников, Н. М. Воронцова. Н. А. Кириллова, Л. П. Сергеева, Л. Н. Мендельсон (СССР). – № 2834709/-13; заявл. 25.10.79; опубл. 15.08.83, Бюл. № 30.
5. Патент 2100435 Российска Федерация, МПК – 8, кл. C12P21/00, C12N1/16, A23K1/00. Способ получения кормового белка / Захаров В. В., Сычев А. Е., Силенков В. Т., Щербаков А.В., Жирнов В.Н.; заявитель и патентообладатель Акционерное общество закрытого типа «Протеин Лтд.». – № 96110992/13; заявл. 29.05.96; опубл. 27.12.97.

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БРЕНДІ

Єршова І.І., Ларінцева Н.В., Огурцов О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Бренді – це збірна назва міцних алкогольних напоїв, що виготовлені з дистиляту будь-якого виноградного вина або зброджених плодово-ягідних соків, з їх подальшою витримкою. На сьогоднішній день існує величезна кількість різноманітних видів цього продукту. Актуальність даної теми полягає у постійному зростанні попиту на споживання якісних алкогольних напоїв.

Так як, виробництво бренді, зокрема, його витримка, є одним з найбільш складних і дорогих напрямків виноробства, одним з обов'язкових умов розвитку виробництва має бути неодмінне збереження і підвищення якості продукції, а також зниження енергетичних і матеріальних витрат, для чого необхідні вдосконалення існуючих та розробка нових технологій і технічних рішень на всіх етапах виробництва, належне матеріально-технічне, метрологічне, правове, а також наукове забезпечення галузі [1].

Метою дослідження був розгляд класичної біотехнології виробництва бренді та її вдосконалення [2], для подальшого отримання більш якісного продукту з покращеними органолептичними і фізико-хімічними показниками.

Поставлена мета виробництва виноградного бренді досягається завдяки тому, що перед відправкою на дистиляцію коньячні виноматеріали після органолептичної оцінки та фізико-хімічного аналізу егалізують, окремо готують цукровий сироп і цукровий колер звичайний або спиртований, пом'якшену воду – з питної води шляхом зменшення жорсткості до рівня не більше $0,36 \text{ моль/м}^3$ за допомогою іонообміну або/та зворотного осмосу. Для доведення до необхідних кондицій до складу купажу вводять пом'якшену воду, цукровий сироп та цукровий колер.

Тривалість післякупажного відпочинку становить не менше 30 діб від дня проведення купажу, після купажного відпочинку здійснюють обробку бренді виноградного холодом за висновком лабораторії при температурі від мінус $8 \text{ }^\circ\text{C}$ до мінус $15 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом не менше 3 діб з наступною холодною фільтрацією при температурі охолодження, а перед розливом проводять контрольну фільтрацію.

Література:

1. Усовершенствование технологии получения коньячных спиртов для производства ординарных коньяков в условиях юга Украины [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vinograd-vino.ru/nauchnye-razrabotki/446-usovershenstvovanie-tekhnologii-polucheniya-konyachnykh-spirtov-dlya-proizvodstva-ordinarnykh-konyakov-v-usloviyakh-yuga-ukrainy.html>

2. Патент 122916 Україна, МПК (2017.01) C12G 3/00, C12H1/22 (2006.01). Спосіб виготовлення бренді виноградного ординарного «Фрателі Класичний» / Заворотний Т.С., власник НВП «Нива» у вигляді ТОВ, представник Лісна Т.Л. – №286; заявл. 27.09.17; публ. 25.01.18, Бюл. №2.

ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОФІЛЬНО-ЛІПОФІЛЬНОГО БАЛАНСУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ СТІЙКИХ ЕМУЛЬСІЙ

Жирнова С.В., Овсяннікова Т.О., Чаплигіна О.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Важливе місце в житті сучасної людини займає застосування різних косметичних засобів. Крем – це найпоширеніший і стародавній вид косметичного засобу. В даний час на косметичному ринку найбільш поширеними є емульсійні косметичні креми, що обумовлено їх високою косметичною ефективністю та рентабельністю [1].

Косметична емульсія – це дисперсна система, яка складається з двох практично нерозчинних рідин, одна з яких знаходиться у дрібнодиспергованому вигляді, а друга являє собою суцільне середовище з розподіленими в неї диспергованими частками першої рідини. Емульсії – багатофазні системи, в яких фази відокремлені одна від другої міжфазною межею, розмір якої залежить від діаметру крапель внутрішньої фази.

Косметичні емульсії, як дисперсні системи, мають надлишок поверхневої енергії на границі розподілу фаз, що приводить до їх агрегативної і седиментаційної нестійкості. Для підвищення стійкості емульсій використовують такі заходи: зменшення розміру крапель фази для забезпечення седиментаційної стабільності емульсії, введення в систему емульгаторів, збільшення в'язкості емульсії шляхом додаткового внесення загусників або структуроутворювачів [2].

Найчастіше для одержання агрегативно стійких емульсій використовують поверхнево-активні речовини (ПАР). Використання поверхнево-активних речовин визначається значенням гідрофільно-ліпофільного балансу (ГЛБ). Для отримання стійких емульсій необхідно, щоб значення ГЛБ ПАР відповідало необхідному ГЛБ масляної фази. Приблизне значення ГЛБ суміші емульгаторів можна визначити розрахунково, однак, близькість розрахункового значення ГЛБ к оптимальному треба перевіряти експериментально.

Метою роботи було визначення гідрофільно-ліпофільного балансу купажу олій і підбір суміші емульгаторів. Концентрацію суміші емульгаторів вибирали в інтервалі 5 – 20 % від масового вмісту олій. В отриманих емульсіях визначали стійкість, яку перевіряли за допомогою центрифугування, нагрівання або заморожування/відтавання.

Література:

1. Марголина А.А. Новая косметология. / А.А. Марголина, Е.И. Эрмандес, О.Э. Зайкина. М.: ООО «Клавель», 2000. – 204 с.
2. Бондаренко Ж.В., Андрюхова М.В. Технология парфюмерно-косметических продуктов. Лабораторный практикум. / Ж.В. Бондаренко, М.В. Андрюхова. – Минск: БГТУ, 2018. – 98 с.

БІОТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

Загдай П.В., Звягінцева О.В., Літвінова О.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків,*

В Україні використання нафти має дві великі проблеми. По перше, майже 85 – 90 мас. % споживаної нафти спалюється і разом з CO₂ в атмосферу викидається величезна кількість ядовитих речовин, які завдають непоправної шкоди всьому біорізноманіттю навколишнього середовища. По друге, Україна споживає 4,5 млн. тонн бензину на рік. Власний видобуток нафти забезпечує тільки 20% цієї кількості, решта виробляється в Україні з імпоротної нафти або завозиться з сусідніх країн [1]. Екологічна небезпека і нафтова залежність країни може бути істотно знижена за рахунок виробництва і використання альтернативних джерел палив, зокрема, таких як біоетанол та біодизель.

Для одержання біопалива можна використовувати будь-яку сировину, що містить масла, значну кількість цукру, або матеріали, які можуть бути перетворені на цукор, наприклад, крохмаль або целюлоза.

Відомі способи виробництва біоетанолу з таких спеціально культивованих цукроносних культур як кукуруза, цукровий очерет, цукровий буряк, цукрове сорго і топінамбур. Недоліками зазначених джерел рослинної сировини, як і всіх спеціально вирощуваних культур для виробництва біопалива, є висока собівартість біопалива через великі щорічних витрат в процесі вирощування, використання культур продовольчого призначення (цукровмісні продукти), невеликий вихід біоетанолу [2].

Для виробництва біодизелю використовують маслянисті культури такі як рапс, неліквідний соняшник, конопля. Кількість відбракованого соняшника дуже мала і складає на більше 10 % від загальної кількості зібраної культури, а вирощування рапсу негативно впливає на родючі властивості ґрунту, тому кількість виробляемого біодизелю в Україні є досить невеликою.

Мета роботи – розглянути найбільш ефективні і економічно вигідні технології одержання біопалива з рослинної сировини.

Серед розглянутих способів виробництва біопалива звернено увагу на спосіб одержання біоетанолу з борщівника дикорослого. Борщівник містить 17–31 % цукрів від фази бутонізації до фази цвітіння, врожайність зеленої маси приблизно 50 т/га, в результаті чого з'являється можливість отримати біоетанол від 79 л/т в залежності від врожайності і процентного вмісту сахарози. Даний спосіб отримання біоетанолу дозволить вирішити таку проблему як обмеження поширення та шкодочинності борщівника як агресивного інвазійного виду [2].

Література:

1. Біоетанол в Україні [Електронний ресурс] / С.П. Цыганков, А.Г. Новак, К.Н. Лукашевич, А.И. Володько // Київ, ДУ «ІХБГ НАН України». – Режим доступу до публікації: <http://ifbg.org.ua/uk/75/bioetanol-v-ukrayini>

2. Биоэтанол из борщевика как дикорастущего так и культивируемого: пат 2458106 С2 Российская Федерация. № 2010138695/04; заявл. 21.09.2010; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 22. 7 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА АНТИ ВІКОВОГО КРЕМА

Зайцева К.А., Овсянникова Т.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Старіння - це невід'ємна частина життєвого шляху кожної людини. Особливо ретельно до цього питання ставлять жінки. Вони намагаються відтягнути цей момент якнайдовше, тому вдаються до різних засобів: косметичні засоби, хірургічні втручання і т. д. Самий бюджетний засіб це використання анти вікових кремів для шкіри обличчя та зони декольте, крем від зморшок навколо очей та крем-ліфтинг для обличчя. Більшість жінок вибирають саме цей засіб.

Класифікація анти вікових кремів дуже велика. Найчастіше, застосовують класифікацію з трьома основними поняттями, для трьох етапів старіння шкіри. Від цього залежить склад і діюча речовина крему.

На сьогоднішній день ринок України має у наявності як зразки українських виробників, так і їх зарубіжні аналоги. Цінова політика перебуває в дуже широкому діапазоні: приблизно від 50 грн і вище

Метою нашої роботи було поліпшити рецептуру для посилення ефекту омолодження. Ми пропонуємо збагатити антивіковий крем рослинними екстрактами, такими як екстракт зеленого чаю, кісточок винограду, цитрусових, граната і солодкого мигдалю. Самі екстракти збагачують шкіру поживними речовинами, допомагають боротися з шкідливими факторами навколишнього середовища, а також зменшують ознаки старіння шкіри і покращують її зовнішній вигляд. А для поліпшення проходження корисних речовин рослинних екстрактів через шари шкіри ми пропонуємо збагатити анти віковий крем лецитином. Лецетин – це речовина, яка головним чином складається з фосфоліпідів. Він має ряд позитивних властивостей, одне з яких транспортування поживних речовин [1].

Дослідження проводилися на базі лабораторії кафедри органічного синтезу і нанотехнологій Навчально-наукового інституту хімічних технологій та інженерії НТУ «ХПІ».

Література:

1. Shereen A. Yousef, Michael S. Roberts (2019). Mechanistic assessment of improved in vitro delivery of nutrients through human skin from optimized nanoemulsion formulations made with various penetration enhancers (lecithin). *Pharmaceutics* 2019, 11, 639.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОБЛАДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

Зінченко М.Г., Донецький К.Г., Меньшиков Б.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Розвиток підприємств громадського харчування безпосередньо пов'язано з рівнем розвитку харчової промисловості, досягненнями в галузі створення нових технологій і обладнання. В сучасних умовах уявлення про підприємства громадського харчування істотно розширилося за рахунок розвитку піщерійного виробництва, підприємств фаст - фуду та ін. Відмінною особливістю цих підприємств є випуск широкого і постійно оновлюваного асортименту продукції. Однак підприємствам громадського харчування притаманні специфічні особливості як в технології, так і в обладнанні. Зокрема, обладнання повинно бути малогабаритним, універсальним, з широкими технічними можливостями, зручним в обслуговуванні.

В результаті інноваційних процесів, що відбуваються в останні роки в сфері громадського харчування, технічне оснащення підприємств цієї галузі досягло сучасного рівня. Поштовхом для модернізації обладнання на цих підприємствах послужили нововведення в організації та комерціалізація їх діяльності.

В даний час більша частина підприємств громадського харчування різних рівнів знаходиться в недержавній формі власності. Модернізація приватних підприємств призвела до появи на ринку іноземних фірм, що випускають сучасне обладнання, розробляють нові технології, створюють власні підприємства. Прикладом можуть служити ресторани «Макдоналдс», «Бургер Кінг» та ін. Ці інновації призвели до вдосконалення сфери громадського харчування, але негативно позначилися на вітчизняних виробниках технологій і обладнання.

Конкурувати з іноземними фірмами можливо за умови втілення досягнень науково-технічного прогресу в розробки технології та нового ефективного енергозберігаючого обладнання для харчової промисловості та підприємств громадського харчування. Щоб вирішити ці завдання, необхідні висококваліфіковані кадри.

Кафедра хімічної техніки та промислової екології (ННЦ МІТ) в рамках спеціалізації «Обладнання переробних, харчових та хімічних виробництв» готує фахівців з широким інженерним кругозором для роботи на підприємствах харчової і переробної промисловості, громадського харчування та суміжних галузей. В процесі навчання студентів основна увага приділяється розвитку компетенцій, спрямованих на формування здібностей наших випускників до інноваційної діяльності.

БІОТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ ФІТОГОРМОНУ - АБСЦИЗОВОЇ КИСЛОТИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ.

Зленко К. А., Ларінцева Н. В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Виробництво лікарських засобів у світі дуже інтенсивно розвивається. Розроблена велика кількість терапевтичних препаратів різного призначення та спектру дії, винайдено багатобіологічно активних речовини, але більшість з них є продуктами хімічного синтезу. Вони потребують багатьох стадій очищення та виділення саме біологічно активних форм, тому дуже цікавим і перспективним є виробництво лікарських засобів за допомогою біотехнологій. Досить перспективним напрямком розвитку фармацевтичної біотехнології зараз є пошук нових біологічно активних речовин в терапії захворювань різного генезу та пошук джерел їх одержання.

Фітогормони – як лікарські засоби почали використовувати з давніх давен і зараз їх популярність набирає нових обертів. Однією з таких гормоноподібних речовин є абсцизова кислота. Вона може використовуватися у терапії запальних процесів, стимулює виділення інсуліну клітинами підшлункової залозита мегакаріоцитів – клітин-попередників тромбоцитів [1].

Через те, що у рослинах фітогормони містяться у мікрокількостях, виробництво абсцизової кислоти досить довго вважалося дуже дорогим та нерентабельним, тому метою нашої роботи було віднайти найбільш перспективний та не дорогий спосіб одержання абсцизової кислоти.

Спираючись на аналіз нової патентної інформації, було запропоновано одержання абсцизової кислоти за допомогою штаму гриба *Cercospora* sp. F-444. За допомогою цього мікроскопічного грибу можна домогтися синтезу абсцизової кислоти у кількостях до 210 мг/л за 90-96 годин при вирощуванні на поживному середовищі досить простого складу [2].

Запропонований спосіб виробництва дозволяє збільшити обсяги виробництва абсцизової кислоти, та дасть можливість розпочати розробки доступних за ціною фармацевтичних препаратів на її основі.

Література

1. Абсцизовая кислота: гормон покоя и стресса, лекарство от сахарного диабета. URL: <https://biomolecula.ru/articles/abstsizovaia-kislota-gormon-pokoia-i-stressa-lekarstvo-ot-sakharnogo-diabeta> (дата звернення 10.03.2020)
2. Способ получения абсцизовой кислоты: пат. 2085077 Российская Федерация МПК C12P 27/00, A01N 63/04, C12N 1/14, C12R 1/645. № 5062354/13; завл. 16.09.1992; опублик. 27.07.1997. 7с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СИНТЕЗ ГАЗУ ВІД CO₂ РОЗЧИНАМИ "КАРСОЛ"

Іванченко Л.В., Бочевар І.В., Моїсєєва І.Д.
*Одеський національний політехнічний університет,
м. Одеса*

Сучасна технологія виробництва аміаку базується на прямому синтезі з азоту і водню за високого тиску і температури з використанням каталізатора. Джерелом азоту є повітря, а водню – природний газ. В результаті конверсії природного газу у синтез-газі утворюється до 20 % CO₂, який є отрутою для каталізатора синтезу аміаку, тому дуже важливо максимальне видалення CO₂.

Очищення синтез-газу від діоксиду вуглецю є енергоємним процесом. У зв'язку з тим, що експлуатаційні витрати на очищення визначаються в основному витратою енергії, великого значення набуває термодинамічний аналіз цього процесу. В наш час зазвичай обмежуються складанням матеріального і теплового балансів, що недостатньо, оскільки при цьому необхідно врахувати якість енергії, що підводиться і відводиться. Визначити ступінь термодинамічної досконалості процесу і можливості подальшого його вдосконалення можна тільки при використанні ексергетичного методу термодинамічного аналізу.

Опубліковані роботи присвячені головним чином процесам очищення синтез-газу від CO₂ з використанням моноетаноламіна (МЕА). Процеси очищення поташними розчинами «Карсол» вивчені недостатньо.

З цією метою складено операторну схему, яка являє собою складне взаємовідношення матеріальних і енергетичних потоків. Ексергетичний аналіз потребує розрахунків кожного з них. Нами такий аналіз проведено для частини вузла десорбції, пов'язаної з видаленням вуглекислоти із десорберів низького і високого тисків. За допомогою ежектору відбувається змішування двох потоків вуглекислого газу, що мають різні тиски та подача суміші в загальну магістраль. Регламентний коефіцієнт ежекції становить лише 0,57. Тому частину вуглекислоти доводиться скидати у повітря.

Виконано параметричний розрахунок ежектору, результати якого свідчать про те, що необхідний тиск суміші на виході ежектора може бути досягнуто за коефіцієнту ежекції аж до 0,8. Це дає можливість припинити скидання регенованого CO₂ в атмосферу і повністю подавати його за цільовим призначенням – на синтез карбаміду.

Проведено конструктивні розрахунки ежектору, який забезпечує узгоджену роботу регенераторів високого і низького тиску, розраховано ексергетичний ККД ежектора. Надалі планується провести розрахунки і ексергетичний аналіз інших вузлів і всієї схеми.

Результати роботи можуть служити основою для удосконалення процесу очищення синтез-газу від діоксиду вуглецю розчинами "Карсол" у виробництві аміаку.

РЕАКЦІЯ 4-АМІНО-1,2,4-ТРИАЗОЛУ З АЦЕТООЦТОВИМ ЕСТЕРОМ**Івах О.О., Назаров В.М.***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Наявність двох реакційних центрів в молекулі 4-аміно-1,2,4-тріазолу передбачає можливість перебігу хімічних реакцій за участю обох реакційних центрів одночасно. Був інтерес провести взаємодію 4-аміно-1,2,4-тріазолу з ацетооцтовим естером, молекула якого також містить дві дуже активні фікційні групи: карбонільну та карбоксильну.

Перевірка умов проведення такої реакції була метою даного дослідження.

Задля дослідів було використано хімічно-чисті 4-аміно-1,2,4-тріазол і ацетооцтовий естер та набір розчинників, що мають різні температури кипіння. Було вивчено вплив розчинників на перебіг реакції конденсації, температури та часу нагрівання. Цільовою сполукою був 6-гідроксі-8-метил-1,2,4-тріазоло[4,3-в]пиридазін - продукт взаємодії однієї молекули 4-аміно-1,2,4-тріазолу з однією молекулою ацетооцтового естеру.

У таблиці представленні результати взаємодії вказаного аміну з ацетооцтовим естером за температурою кипіння розчинника

Розчинник	Температура кипіння, °С	Продовження нагріву, годин	Вихід цільової сполуки, %
Метанол	65	5	не утворюється
Пропанол - 2	82	5	не утворюється
Діоксан	101	3	не утворюється
Оцтова кислота	117	1	42
Метил целозолв	125	1	34
ДМФА	153	1	54
Без розчинника	165	4	76

Поведені досліди показали, що конденсація вихідних сполук з утворенням шестичленного циклу (пиридазину) можлива лише задля умови тривалого нагрівання у високо киплячих розчинниках. При цьому цільовий 6-гідроксі-8-метил-1,2,4-тріазоло[4,3-в]пиридазін утворюється з високим виходом. Він являється собою кристалічний продукт з температурою плавлення 303-305°C. Очищення продукту проводили кристалізацію із розбавленої оцтової кислоти.

Висновки:

Найбільш високий вихід цільового продукту отримано за взаємодії вхідних з'єднань без участі розчинника. При цьому вихід цільової сполуки досяг 76 % і більше. При нагріванні вихідних сполук у низько киплячих розчинниках конденсація відбувається лише по карбонільній групі ацетооцтового естеру.

CHARACTERISTICS OF MATERIALS FOR PROTECTION OF PERSONNEL FROM IONIZING RADIATION

Ivashchenko M.Y.

*O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,
Kharkiv*

Currently, the widespread use of electricity has led to an increased electromagnetic background. It is believed that this background has three components: ionizing electromagnetic radiation (radiation), non-ionizing electromagnetic radiation (at frequencies below 3000 GHz) and bio-energy-electromagnetic radiation (radiation from living organisms). An electromagnetic wave is a periodic change in space and time of electric and magnetic fields that propagate from a source of electromagnetic waves. The propagation of electromagnetic waves occurs in a certain sequence according to the laws of symmetry, which can cause the imposition of forces and thereby increase their influence.

The main electromagnetic parameters of a substance include: resistivity (conductivity), dielectric constant, dielectric loss tangent, and magnetic permeability, which are decisive when an electromagnetic wave passes through a substance. The attenuation coefficient of the electromagnetic wave depends on these parameters.

According to the type of physical mechanisms providing protective properties from the action of electromagnetic radiation, all materials can be conditionally divided into three groups: reflecting, absorbing and combined. The most promising materials for creating coatings that protect against the action of electromagnetic radiation are ferrites, due to the fact that they have a small value of magnetic permeability at low frequencies.

Ensuring environmental safety of the living environment, primarily within the building, involves protection (a significant reduction in impact) from any hazardous to human health, both anthropogenic and natural environmental factors. And among many such factors, it is worth highlighting anthropogenic electromagnetic fields, which can have an adverse effect on a person.

Not being a natural environment, electromagnetic fields with a certain power and duration of exposure pose a real threat to people, animals and plants.

The problems that arise with an increased electromagnetic background are not limited to biological aspects. Under the influence of electromagnetic fields, malfunctions in the operation of electronic equipment can occur. And since the functioning of many technical means is accompanied by secondary electromagnetic radiation, it becomes necessary to protect personnel from the negative effects of electromagnetic fields.

All this suggests that modern houses and buildings of the future should protect their inhabitants from electromagnetic danger, and their construction should use such materials and structural solutions that will reduce the level of anthropogenic electromagnetic fields to the necessary minimum within the boundaries of the protected object and ensure normal life people.

БІОТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ФОЛІКУЛОСТИМУЛЮЮЧОГО ГОРМОНУ КУЛЬТУРОЮ КЛІТИН СНО-FSH 91

Кайдаш Д.К., Ларінцева Н.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків*

Ситуація, що склалася у світі в області репродуктивного здоров'я диктує необхідність вдосконалення засобів, використовуваних для боротьби з безпліддям. Проблема безпліддя і репродуктивних порушень є прогресуючою. Екстракорпоральне запліднення (ЕКЗ) є одним з можливих варіантів вирішення даної проблеми. Встановлено, що гормональна стимуляція яєчників є обов'язковим етапом підготовки до процедури ЕКЗ, одним з таких гормонів є фолікулостимулюючий гормон (ФСГ). Його використовують для лікування безпліддя у жінок, пов'язаного з відсутністю овуляції [1].

Для задоволення медичних потреб, які стрімко ростуть, потрібен безперервний пошук нових більш ефективних способів отримання рФСГ, в тому числі і пошук продуцентів, що забезпечують більш високий вихід рФСГ,

Мета мого дослідження: проведення пошуку найбільш продуктивного джерела ФСГ.

Запропоновано в якості продуценту гормону використовувати лінію клітин СНО-FSH 91, що одержано шляхом культивування клітин яєчників китайського ховрашка (СНО), стабільно трансфікованих плазмідними векторами, що кодують альфа-(pTVK4 α -FSH α) та бета-(pTVK4 β -FSH β) субодиниці цього білку.

Культивування клітинної лінії проводиться при 37 °С в присутності 5% гідролізату рослинного білка протягом 4 діб, такий метод культивування дозволяє максимально швидко збільшити клітинну масу. Подальше культивування при 32 °С призводить до зниження темпу зростання клітинної культури, що дозволяє збільшити час підтримки культури клітин, які активно продукують цільові білок. Додавання до культурального середовища 3% поживної добавки Cell Boost®7a і 0,3% поживної добавки Cell Boost®7b. Лінія СНО-FSH 91 може продовжувати продукування гормону FSH протягом 20 пасажів. Технічний результат запропонованого рішення полягає у високій продуктивності клітинної лінії СНО-FSH 91, яка перевищує продуктивність відомих клітинних ліній більш ніж в два рази [2].

Розглянутий спосіб одержання гормону дозволяє значно підвищити ефективність виробництва шляхом збільшення виходу цільового продукту.

Література:

1. Сыркашева А.Г., Ибрагимова Э.О. Применение комбинированного препарата рекомбинантного фолликулостимулирующего гормона/ лютеинизирующего гормона. *Медицинский совет*. 2016. № 12. С. 74-78
2. Способ получения рекомбинантного фолликулостимулирующего гормона человека, клеточная линия - продуцент и плазмидные экспрессионные векторы: пат. 2697273 Російська Федерація: МПК С07К 14/59, С12N 15/16, С12N 15/85, С12N 5/10, С12P 21/02. № 2019105063; заявл. 22.02.2019; опубл. 13.08.2019

ОПИСОВИЙ АЛГОРИТМ ПРОЦЕСІВ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЦУКРУ
Калініченко Д.В., Бухкало С.І., Мірошніченко Н.М., Макаров Д.Ф.,
Пишний В.А., Морозова А.М., Геращенко Ю.М., Гула А.С., Довбуш І.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

В роботі розглянуто питання алгоритму процесів кристалізації цукру за основними стадіями технологічного процесу [1, 2]: 1) фізико-хімічні основи протиточної теорії дифузійного знецукрювання бурякової стружки; отримання дифузійного соку у безперервно діючих апаратах різновидів конструкцій: функціональні та технологічні схеми для підготовчих, основних та заключних стадій виробництва, їх температурно-часові режими; підготовка води, очищення та використання жомопресованої води для дифузії; 2) фізико-хімічні основи вапняно-вуглекислотного очищення дифузійного соку; хімічна рівновага в системі вапно-сахароза-вода; 3) типова технологія очистки дифузійного соку: основні елементи попередньої та основної дефекації, першої та другої сатурації, сульфитації, їх суттєвість, призначення і ефект очищення; 4) згущення соку випаровуванням у багатокорпусних установках – температурні режими і обґрунтування відбору пари по корпусам випарної установки; вторинна пара, конденсати і їх використання у виробництві; хімічні процеси згущення соку випаровуванням; 5) вплив різновидів технологічних факторів на процес кристалізації цукрових сиропів з урахуванням складу домішок різних регіонів і зон бурякосіяння, впливу числа, розміру, форми кристалів, витрата пари і кількість випарюваної води за механізмами, як мінімум двох стадій – дифузійного підведення молекул речовини, що кристалізується до поверхні кристала і реакції вбудовування їх в кристалічну решітку.

В теорії кристалізації глюкози, наприклад, лімітуючою стадією є кристалохімічна реакція, а при кристалізації ангідридної глюкози дифузійна. Підставами для такого висновку є низька швидкість кристалізації гідратної глюкози, незважаючи на низьку в'язкість міжкристального розчину і більш високий коефіцієнт дифузії. Виділення сахарози з розчину кристалізацією проводять в 2 або 3 ступені: коли вміст кристалів в утфелі досягне приблизно половини (по масі), а утфель стане в'язким і малорухомим, кристали відділяють у полі відцентрових сил, а міжкристальний розчин знову згущують на другому ступені до пересичення і викристалізовують решту сахарозу. На останньому ступені кристалізації сахарозу викристалізовують, спочатку виправними водами в вакуум-апараті, а потім охолодженням утфелю в мішалках-кристалізаторах. Після відділення кристалів сахарози від міжкристального розчину, отримують відтік після центрифугування останнього утфелю – мелясу.

Література:

1. Бухкало С.І. Харчові технології у прикладах і задачах (прикладні та тести). Підручник з грифом МОН. – К.: «Центр учбової літератури», 2019. – 108 с.
2. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (прикладні та тести з технології крохмалю). Підручник з грифом МОН. – К.: «Центр учбової літератури», 2018. – с. 108.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КЕФИРА

Кано Изабел Кумба Гомес, Самойленко С.І.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

В производстве кефира применяется специальная закваска – кефирный грибок, в состав которого входят полисахариды, белки и смесь различных типов микроорганизмов (дрожжи и ароматообразующие бактерии). Закваска, обеспечивает кефиру необходимый вкус, запах, консистенцию. Существует специальная технология приготовления материнской закваски активных кефирных грибков, заключающаяся в том, что сухие заквасочные препараты заливают пастеризованным молоком и сквашивают в течение 18 – 24 часов. Полученный при этом сгусток (материнская закваска) отделяют от кефирных грибков. Для приобретения выраженного вкуса и аромата будущего кефира, за счет развития ароматообразующих бактерий и дрожжей, материнскую закваску дополнительно выдерживают при температуре 10 – 12°C в течение 12 – 24 часов. Основной дальнейший процесс созревания кефира происходит в резервуаре при температуре 12 – 16 °C в течение 9 – 13 часов. Из представленной технологии следует, что процессы приготовления закваски и созревания кефира (образование сгустка) являются длительными [1].

Таким образом, проблема сокращения продолжительности процесса производства кефира, в настоящее время является актуальной [1].

На основании патентного поиска предлагается технология производства кефира с использованием микробиологической активированной закваски. Для приготовления закваски используется стандартная лиофилизированная закваска на кефирных грибах, которая перед внесением в молочную смесь обрабатывается водой, активированной микроволнами с частотой 2,45 ГГц в течение 3 секунд [2].

При использовании активированной закваски наблюдается улучшение органолептических показателей кефира, сокращается стадия сквашивания на 1 час, увеличивается продолжительность хранения кефира на 24 часа [2].

Предложенное технологическое решение подтверждается экономическими расчётами.

Литература:

1. Мидуница Ю.С. Усовершенствование технологии производства кефира / Ю.С. Мидуница // *Фундаментальные исследования.*–2013. – № 11. – С. 885–889.
2. Пат. 2575099 Российская Федерация МПК А23С9/127 Способ производства кефира / Т.В. Шевченко, Ю.С. Мидуница, Л.М. Захарова, Е.В. Данилина; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кемеровский технологический институт пищевой промышленности". – № 2014121186/10; заявл. 26.05.2014; опубл. 10.02.2016 Бюл. № 4.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА СТАЛІ 08X18H10

Кануннікова Н.О., Штефан В.В., Підреза В.П., Ільюхіна О.Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

В сучасних технологіях широко застосовують нержавіючі сталі, які як відомо, вважаються досить корозійностійкими, але під впливом певних умов ці матеріали схильні до деяких локальних видів корозії [1,2]. До агресивних факторів відносяться: хлоридні розчини, підвищена температура та ін. Існує багато способів для запобігання руйнування даних аустенітів, зокрема: гальванічні та органічні покриття, нанесення кераміки [3]. Досить простим та ефективним є використання композиційних покриттів, що застосовуються в багатьох галузях промисловості, зокрема хімічній, машино- та автомобілебудуванні. Для модифікування матеріалів використовують оксиди вентильних металів, а також рідкоземельні елементи (ітрій, церій, лантан), але в такому випадку значно зростає вартість та складність їх нанесення, що не дозволяє широко застосовувати дані компоненти в усіх технічних напрямках [4].

Метою даної роботи є дослідження схильності до пітингової корозії оксидованої сталі 08X18H10 у хлоридних середовищах.

Для встановлення пітингостійкості композиційних систем на сталі 08X18H10 застосований електрохімічний метод, який передбачав вимірювання потенціалу вільної корозії та проведення потенціодинамічної поляризації оксидованих зразків. Отримані значення електрохімічних параметрів пітингостійкості оксидованої сталі свідчить про те, що додавання до складу покриттів оксидів титану та алюмінію значно підвищує показники пітингостійкості. Проаналізувавши одержані результати, встановили, що на сталі 08X18H10 найменшою схильністю до пітингової корозії у хлоридному розчині характеризуються композиційні плівки, що сформовані із титанвмісного електроліту. Використання даного способу обробки поверхні легованої сталі дозволяє підвищити строк служби обладнання та техніки, усунути недоліки металевих матеріалів та покращити їх функціональні властивості не прибігаючи до значних фінансових витрат.

Література:

1. Shtefan V.V., Kanunnikova N.A., Leshchenko S.A. et al. Anodic dissolution of stainless steel in acid solutions. Записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. 2019. Т. 30(69). №2. Ч.2. С.136-141.
2. Shtefan V. and etc. Influence of chloride on the anode dissolution of aisi 304 steel. Science, research, development. Technics and technology: monografia pokonferencyjna, Rotterdam, 29.11-30.11.2018, Rotterdam, 2018. No 11. P. 62–64.
3. Shtefan V., Kanunnikova N., Balamut N. Anodic oxidation of AISI 304 steel in acidic solutions // Proceedings of Odessa Polytechnic University. – 2018. – 56, № 3. – P. 89–94.
4. Shtefan V., Kanunnikova N., Pilipenko A., Pancheva H. Corrosion Behavior of AISI 304 Steel in Acid Solutions. Materials Today: Proceedings. 2019, Vol. 6, No. P2, pp. 149-156.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ПОКРИВІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ РЕНОВАЦІЇ, ЗМІЦНЕННЯ І ЗАХИСТУ ПОВЕРХНІ

Каракуркчі Г.В., Єрмоленко І.Ю., Ведь М.В., Сахненко М.Д.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків*

Одним із ефективних технологічних підходів у відновленні зношених поверхонь деталей машин та підвищення їх експлуатаційних властивостей є нанесення на робочу поверхню виробів тонкоплівкових покриттів. Проте наразі означені технології не досить поширені через значну собівартість та технологічну складність. Тому актуальним є пошук економічно та технологічно доступних способів поверхневої модифікації для підвищення їх властивостей.

Останнім часом значна увага в технологіях реновації, зміцнення і захисту поверхні приділяється процесам формування електролітичних покриттів на основі тріади заліза, легованих додатковими компонентами [1]. Поєднання цінних властивостей сплавотвірних компонентів дозволяє одержувати покриття із підвищеними функціональними властивостями. Вибір допуючих компонентів обумовлено цільовими показниками, які повинна мати модифікована поверхня. Формування електрохімічних покриттів здійснювали: тернарні композиційні системи (Fe-Mo-W, Fe-Co-W, Fe-Co-Mo) на підкладках зі сталі та сірого чавуну із цитратних електролітів в гальваностатичному режимі; оксидні системи ($Al_2O_3 \cdot CoO_x$, $Al_2O_3 \cdot MnO_x$, $Al_2O_3 \cdot CoO_x$, MnO_x) методом ПЕО із лужних електролітів з додаванням солей металів-допантів на алюмінієвому сплаві АК12М2МгН та серійному поршні КамАЗ-740.

За результатами досліджень встановлено, що покриття тернарними сплавами Fe та Co, а також оксидами перехідних металів, сформовані на розповсюджених конструкційних матеріалах, мають покращені показники мікротвердості, зносостійкості та корозійної тривкості у порівнянні з основним металом. ПЕО-обробка силумінів, дозволяє формувати Mn- та Co-вмісні керамікоподібні покриття із високими каталітичними властивостями [2].

Запропоновані електрохімічні покриття можуть знайти застосування в технологіях відновлення, зміцнення та захисту поверхні деталей (вузлів, агрегатів) у ремонтному та промисловому виробництвах. Оксидні покриття на поршневих Al сплавах є перспективними для використання у внутрішньоциліндровому каталізі для зниження токсичності газових викидів двигунів та підвищення їх паливної економічності.

Література:

1. Yermolenko I. Yu., Ved M. V., Karakurkchi A. V., Sakhnenko N. D., Kolupaieva Z. I. The electrochemical behavior of $Fe^{3+}-WO_4^{2-}-Cit^{3-}$ and $Fe^{3+}-MoO_4^{2-}-WO_4^{2-}-Cit^{3-}$ systems. *Вопросы химии и химической технологии*. 2017. Т. 2. С. 4–14.
2. Парсаданов І. В., Сахненко М. Д., Хижняк В. О., Каракуркчі Г. В. Підвищення екологічності дизелів шляхом внутрішньоциліндрової нейтралізації токсичних речовин відпрацьованих газів. *Двигатели внутреннего сгорания*. 2016. № 2. С. 63–67.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАМОТУВАННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТОВСТОСТІННИХ СКЛОПЛАСТИКОВИХ ВИРОБІВ

Карандашов О.Г., Авраменко В.Л., Підгорна Л.П.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Однією з найперспективніших сфер застосування склопластикових труб є високонапірні транспортні системи, наприклад трубопроводи у нафтогазодобувній та нафтогазопереробній галузях, де вони можуть експлуатуватись під тиском від 2,5 до 18 МПа. Відомо що склопластикові вироби, які виготовлені методом косошарого поздовжньо-поперечного намотування, мають постійні фізико-механічні властивості при співвідношенні товщини стінки до внутрішнього діаметру 0,02-0,1, що відповідає експлуатації виробів під тиском 10 МПа при умові герметичності та урахуванням галузевих нормативних коефіцієнтів.

Виготовлення склопластикових виробів з співвідношенням товщини стінки до внутрішнього діаметру, більшим за 0,1, через жорсткі технологічні умови призводить до погіршення якості просочення наповнювача полімерною матрицею, збільшення кількості тепла, яке виділяється за рахунок реакції структурування, та ускладненню його відводу та, як наслідок, до зниження фізико-механічних властивостей. Тому технологія виготовлення даних виробів є складним багатофакторним процесом, де велику роль грають не лише технологічні параметри намотування та температурні режими, але й сировина, яка використовується під час намотування.

В ході роботи було розглянуто вплив скляного волокнистого наповнювача різної лінійної щільності, який вкладається у поздовжньому та поперечному напрямках, на склопластикові вироби внутрішнім діаметром 60 мм та товщиною стінки 8 мм ($S/D=0,133$) з епоксидною полімерною матрицею, структурованою ангідридним твердником. У поздовжньому напрямі укладався скляний наповнювач з лінійною щільністю 300, 600 та 1200 г/км, тоді як у поперечному напрямі через особливість устаткування лише з щільністю 600 та 1200г/км. Результати дослідів, а саме значення руйнівної напруги у кільцевому напрямі при дії внутрішнім тиском наведені у таблиці.

Таблиця – Значення руйнівної напруги у кільцевому напрямі при дії внутрішнім тиском

Лінійна щільність наповнювача, який укладається у поздовжньому напрямі, г/км	Лінійна щільність наповнювача, який укладається у поздовжньому напрямі, г/км	Руйнівна напруга у кільцевому напрямі, МПа
300	600	151,8
300	1200	142,5
600	600	138,4
600	1200	130,8
1200	600	123,0
1200	1200	112,0

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ ФОСФОЛІПІДІВ В КОСМЕТИЦІ

Кіктенко К.О., Сидоренко М.Д., Дубоносів В.Л.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Колонізація антибіотикостійких бактерій на шкірі зараз зустрічається більш частіше, ніж 10 років тому, що сильно ускладнює антибіотикотерапію при акне, а також змушує застосовувати альтернативні засоби при лікуванні вугрів. Пошук і створення нових класів косметичних засобів з поліпшеними фармакологічними властивостями становлять одне з актуальних напрямків медико-біологічної науки.

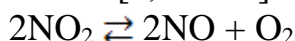
Серед величезної кількості природних ліпідів найбільш біологічно значущими є фосфо- і глікофосфоліпіди, які входять до складу багатьох рослин і можуть використовуватися при створенні ефективних лікувально-профілактичних косметичних засобів. Широке використання ліпідів в медицині і косметології засновано на їх високій фізіологічній активності, малої токсичності, біосумісності і біодеградіруемості. У виробництві ліпідних косметичних засобів використовують здатність фосфоліпідів стабілізувати жирові емульсії і формувати ліпосоми.

Ідея використання технології мікрокапсулювання в косметичному виробництві прийшла з фармацевтики, в якій дослідження в цій області ведуться вже більше 40 років. Головними завданнями більшості косметичних систем інкапсулювання є забезпечення повільного вивільнення активних компонентів на поверхні шкіри і їх хімічна стабілізація, що знижує побічні ефекти і підвищує термін придатності продукту, а також проникнення через мембрану клітини.

Майже кожна поважаюча себе косметична фірма вважає своїм обов'язком запропонувати покупцеві вироби, виготовлені на основі ліпосом. І сьогодні це, мабуть, найперспективніша в комерційному відношенні область їх практичного застосування.

КОНСТАНТА РІВНОВАГИ РЕАКЦІЇ ОКИСНЕННЯ NO КИСНЕМ**Кобзєв О.В., Дейнека Д.М., Панасенко В.О.***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Вивченню процесів утворення і розкладання оксидів азоту присвячено багато досліджень вітчизняних та іноземних дослідників. Однією зі значущих робіт стосовно вказаного питання є робота відомого німецького дослідника Макса Боденштейна, в резюме якої [1, с. 122] він чітко вказує, що розпад



був досліджений в інтервалі температур 220-550 °С (493 – 823 К) і може бути описаний рівнянням:

$$\lg K_p = -\frac{5749}{T} + 1,70 \cdot \lg T - 0,00050 \cdot T + 2,839, \quad (1)$$

де T – температура, К.

Але в роботах В.І. Атрощенко та С.І. Каргіна, наприклад [2, с. 87] та інших [3, с. 46], стверджується, з посиланням на Макса Боденштейна, що вказане рівняння є залежністю константи рівноваги від температури для процесу окиснення NO киснем



що не відповідає дійсності.

На наш погляд, для визначення константи рівноваги при постійному тиску для процесу окиснення NO киснем необхідно використовувати зворотне значення константи рівноваги ($1/K_p$), отриманої за рівнянням (1).

За допомогою термохімічного програмного комплексу FactSage™ 7.3, який являє найбільш сучасну цілком інтегровану систему обчислювальної бази даних в галузі хімічної термодинаміки, був отриманий числовий масив, що описує залежність константи рівноваги процесу (2) в інтервалі температур 298 – 1273 К, який в подальшому за допомогою статистичного пакету Statgraphics Centurion XVII® був описаний наступним рівнянням:

$$\lg K_p = \frac{5769,48}{T} - 2,09717 \cdot \lg T + 0,0005933 \cdot T - 1,95196. \quad (3)$$

Проведене порівняння результатів розрахунків зворотного значення константи рівноваги реакції окиснення NO киснем за рівнянням (1) та константи рівноваги за рівнянням (3) показало, що відносна розбіжність складає від 0,001 до 24,38 % залежно від значення температури.

Вказана розбіжність може бути пов'язана з відмінностями у початкових даних, більш широкому температурному інтервалі, а також з різними методиками отримання температурної залежності константи рівноваги.

Література:

1. Bodenstein M. Bildung und Zersetzung der höheren Stickoxyde. *Zeitschrift für Physikalische Chemie*. 1922. Vol. 100U. Issue 1. P. 68-123.
2. Атрощенко В.И., Каргин С.И. Технология азотной кислоты. М. : Химия, 1970. 496 с.
3. Литвиненко А.А., Печенко Т.И., Подустов М.А., Букатенко А.И. Десорбция оксидов азота из продукционной азотной кислоты (58-60 % масс.). *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2015. № 5/6 (77). С. 43-48.

УДОСКОНАЛЕНИЙ АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ПРОЦЕСУ АБСОРБЦІЇ В АГРЕГАТІ УКЛ-7

Кобзев О.В., Лобойко В.О., Панасенко В.О., Погорєлов В.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Одним з найважливіших багатотоннажних продуктів технології неорганічних речовин є нітратна кислота, 75 – 80 % якої у промислово розвинених країнах світу використовується в якості сировини для виробництва нітратних мінеральних добрив. В Україні нітратна кислота виробляється у 28 агрегатах УКЛ-7, які мають сумарну проектну продуктивність 3 млн. 366 тис. тон на рік, але через певні причини вони мають різний технічний стан.

Процес виробництва складається з декількох стадій: контактне окиснення аміаку до оксиду азоту (II); окиснення оксиду азоту (II) до оксиду азоту (IV); абсорбція оксидів азоту (IV) водою з утворенням неконцентрованої нітратної кислоти; санітарна стадія – очищення викидних газів абсорбції.

Свого часу на кафедрі хімічної технології неорганічних речовин, каталізу та екології НТУ «ХПІ» був розроблений алгоритм розрахунку процесу абсорбції в агрегаті УКЛ-7. Алгоритм можна умовно розділити на декілька стадій, після кожної з них отримується певний результат. Алгоритм циклічний, тобто дані, отримані після розрахунку першої тарілки, стають вихідними для розрахунку другої і так до досягнення заданої кількості тарілок. На стадії розрахунку процесу абсорбції NO_2 для визначення парціального тиску NO_2 в момент встановлення рівноваги використовують кубічне рівняння, до якого входять початкові парціальні тиски компонентів газової суміші, частинна константа рівноваги реакції поглинання NO_2 та константа рівноваги реакції полімеризації NO_2 . Це рівняння є не дуже зручним для проведення розрахунків через те, що шуканий параметр – парціальний тиск NO_2 в момент встановлення рівноваги, входить до нього в неявному вигляді і для його визначення необхідно знаходити корені рівняння з використанням числових методів, а це знижує продуктивність обчислень і потребує певних знань з математики та програмування.

Нами була поставлена задача на основі кубічного рівняння отримати нове рівняння, позбавлене вказаних вище недоліків, що була вирішена за допомогою системи комп'ютерної алгебри Maple 2015, яка на теперішній час є однією з кращих серед систем символічної математики і дозволяє розв'язувати математичні задачі в аналітичному вигляді.

Отримання нового рівняння звелось до отримання математичних виразів для визначення трьох коренів кубічного рівняння, причому фізичний смисл має лише один з них. Також були проведені певні спрощення для більшої зручності використання. Порівняння розрахунків процесу абсорбції за стандартним (з кубічним рівнянням) та удосконаленим (з новим рівнянням) алгоритмами розрахунку вказує, що середня відносна погрішність отриманих значень парціального тиску NO_2 в момент встановлення рівноваги склала близько 0,14 %, що дозволяє використовувати отримане рівняння для проведення розрахунків з достатньо високою точністю.

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСНОЇ БАЗИ ЯК ОСНОВНИЙ ФАКТОР ЕКОНОМІЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

Ковальов Є.В., Миронов А.М., Ільченко М.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Україна є і в перспективі прагне залишатися одним із найбільших у континентальній Європі виробником вуглеводнів та надійним транзитером енергоресурсів (у першу чергу природного газу та нафти), забезпечуючи безпечне та надійне постачання цих енергоресурсів власним споживачам та споживачам суміжних ринків. Усі ці ресурси мають бути видобуті та доставлені з високим рівнем екологічної та соціальної відповідальності, з докладанням зусиль для дотримання зобов'язань зі скорочення викидів парникових газів, що також вносить свій внесок у продовження економічного зростання та процвітання країни.

Істотна мінерально-ресурсна база та пріоритети, визначені на державному рівні, щодо її розширення з метою нарощення видобутку вуглеводнів для забезпечення енергетичної незалежності країни, а також надлишкові потужності з транспортування, зберігання та переробки вуглеводнів, у тому числі їхня інтегрованість з європейським ринком та можливостями організації постачань зі світових ринків для подальшого постачання до ЄС формують базу для розвитку відповідних галузей та економіки України в цілому.

Україна використовує для власних потреб різноманітні джерела енергії, такі як нафта, природний газ, вугілля, атомна та гідроенергія, енергія вітру, сонця тощо. Традиційно найбільш затребуваними в Україні є викопні ресурси: природний газ та вугілля, які сумарно становлять понад 60% вітчизняного енергетичного балансу. Водночас у останні роки внаслідок змін цінової кон'юнктури, технологій та світових трендів, частка інших видів енергії у споживанні поступово зростає. До того ж сьогодні є підстави очікувати їхнього подальшого зростання з відповідним зменшенням частки викопного палива у енергетичному балансі країни.

Наявність в Україні усіх зазначених ресурсів, створення конкурентного ринкового середовища та умов для системного розвитку ресурсної бази атомної енергетики, модернізації генеруючих потужностей та заміщення сировинної бази альтернативними видами палива, подальша розвідка та видобуток вуглеводнів, у тому числі й нетрадиційних, а також більш ефективного використання потенціалу у галузі відновлюваної енергії сприятимуть поступовому посиленню позиції України у раціональному виробництві енергії та ощадливому її споживанні.

ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ ЛІПОСОМАЛЬНИХ ФОРМ ГІДРОФОБНИХ АНТИОКСИДАНТІВ НА ТЕСТ-СИСТЕМІ *PARAMESCIUM CAUDATUM*

Комаров А.І., Пилипенко Д.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Порушення регуляції вільно радикальних процесів, що відбуваються в організмі, є однією з причин таких важких патологій, як променева хвороба, атеросклероз, інфаркт міокарда, діабет, онкологія та ряд інших захворювань [1]. Тому терапія антиоксидантами знаходить все більше застосування.

Кверцетин – широко відома сполука рослинного походження, хімічна структура якої обумовлює виражені антиоксидантні властивості. Завдяки великій кількості гідроксильних груп і кон'югованих π -орбіталей, він може виступати донором електронів або водню, зв'язуючи таким чином H_2O_2 і окислюючи супероксид-аніон, забезпечуючи таким чином нейтралізацію вільних радикалів. Убіхінон – гідрофобна сполука, яка знаходиться у внутрішній мембрані мітохондрій і приймає участь у перенесенні електронів по дихальному ланцюгу і таким чином бере участь у синтезі АТФ. Недоліком цих сполук як лікарських препаратів є низька біодоступність, обумовлена ліпофільністю. Для вирішення цієї проблеми досліджують можливість включення цих препаратів у бішар ліпосом [2].

Випуск комерційних антиоксидантних препаратів постійно розширюється, що так само обумовлює збільшення кількості методів тестування активності даних ліків. Метою роботи було дослідження антиоксидантної дії ліпосомальних форм гідрофобних антиоксидантів на біотехнологічній тест-системі.

Культуру клітин *Paramecium caudatum* використовували як біологічну модель для визначення гострої токсичності та антиоксидантної дії ліпосомальних форм квіцетину та убіхінону. 1 %-вий H_2O_2 водню використовували, як оксидант. Оцінку антиоксидантної дії досліджуваних об'єктів проводили відповідно до значень індексу біологічної активності.

В результаті проведених дослідів продемонстровано виражену антиоксидантну активність обох препаратів, що проявлялось у збільшенні тривалості рухової активності тест-культури порівняно з контрольним зразком та порожніми ліпосомами.

Література:

1. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты / Меньщикова Е.Б. и др. М.: Фирма «Слово», 2006. 556 с.
2. Pylypenko D.M., Gorbach T.V., Katsai O.G., Grigoryeva A.S., Krasnopol'sky Y.M. A Study of Oxidative Stress Markers when Using the Liposomal Antioxidant Complex. *PHARMAKEFTIKI*. 2019. Vol. 31, № 1. P. 40-47.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО НАНЕСЕННЯ ЗАХИСНО-ДЕКОРАТИВНИХ ПОКРИТТІВ З АЦЕТАТНО-ХЛОРИДНИХ ЕЛЕКТРОЛІТІВ

Коневська В.В., Олефір В.П., Дерібо С.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Широке використання в гальванотехніці електрохімічних нікелевих покриттів в якості захисно-декоративних обумовлено хімічною та термічною стійкістю нікелю, а також зовнішнім привабливим виглядом покриття.

На теперішній час на підприємствах в основному використовуються сульфатні електроліти, що працюють при підвищених до 50 – 55 °С температурах. Прагнення до зниження затрат на нагрів та втрати електроліту на випар його з ванни, також зниження додаткового часу на розігрів ванни перед початком експлуатації призводить до необхідності нових складів електролітів нікелювання, які б працювали при низьких температурах. Необхідність заміни електролітів Уоттса також обумовлена ще низкою його недоліків, таких як висока концентрація іонів нікелю (до 100 г/дм³ по Ni²⁺) та використання в складі електроліту в якості буферної добавки борної кислоти, яка є забороненою у багатьох країнах світу. Більш дієвими буферними добавками вважається оцтова кислота і її солі.[1]

Тому дослідження процесу нікелювання з ацетатного електроліту є досить актуальним питанням.

Метою дослідження було визначення оптимальних умов електролізу та складу ацетатного електроліту нікелювання для отримання якісного блискучого покриття нікелем.

Було досліджено ацетатно-хлоридні низькотемпературні електроліти нікелювання, що відрізняються від відомих ацетатних використанням хлориду хлориду нікелю замість сульфату, добавкою ацетату амонію і низькою робочою температурою;

Вивчено закономірності катодного відновлення нікелю в залежності від концентрації компонентів розчину;

Встановлено, що якісні нікелеві покриття осідають при концентраціях нікелю 15 – 80 г/дм³ і ацетату амонію не менше 15 г/дм³. Досліджуваний ацетатно-хлоридний електроліт дозволяє отримувати покриття гарної якості (компактні дрібнокристалічні блискучі осади) з високим виходом за струмом (90 – 95%) в широкому діапазоні робочих густин струму (1 – 4 А/дм²).

Література:

1. Мамаев В.И., Кудрявцев В.Н. Никелирование: учебное пособие под ред В.Н.Кудрявцева. – М.: РРХТУ им.Д.И.Менделеева, 2014. – 192 с.
2. Якименко Г.Я. Гальванічні покриття Аспекти вибору, функціональні властивості і технологія одержання: навч. посібник / Г.Я.Якименко, В.М.Артеменко. – Харків: НТУ «ХПІ». –2009, – 148 с.

ИНТЕГРАЦИЯ РАБОТЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Коцаренко В.А., Селихов Ю.А., Гапонова Е.А., Дудникова Е.Ю.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
г. Харьков*

Приоритетным направлением экономически независимого государства является энерго- и ресурсосбережение в любой отрасли промышленности и агропромышленного комплекса. Предложена теплоэнергетическая установка для горячего теплоснабжения частного дома. В качестве электрического источника энергии используется ветроэлектрогенератор электрической мощностью 50 кВт. Замена старого оборудования на новое проводилась согласно методике теплотехнического расчета и расчета оптимизации по сумме удельных затрат эксергии [1].

Разработана схема автоматизации системы с использованием автоматизированного рабочего места, и выбраны технические средства автоматизации. Управление теплоэнергетической установки осуществляется с помощью персонального компьютера.

Выполнен экономический и эксергетический расчеты срока окупаемости новой теплоэнергетической установки для горячего водоснабжения [2]. В результате расчет и дальнейшая эксплуатация электрического водонагревателя и ветроэлектрогенератора показали правильность замены оборудования и материалов.

Выводы. 1. Новая теплоэнергетическая установка обеспечивает частные домовладения горячим водоснабжением в требуемом диапазоне температур до 90 С. 2. Новая установка позволяет экономить органическое топливо, которое могло бы быть использованным в котельном оборудовании при нагреве теплоносителя до 90 С. 3. Работы установки на возобновляемых источниках энергии не загрязняют окружающую среду. 4. Система автоматизации позволяет управлять установкой без вмешательства человека. 5. Срок окупаемости теплоэнергетической установки составил 1,6 года.

Литература:

1. Селихов Ю.А., Ведь В.Е., Бухкало С.И., Костин В.М. Конструкционные особенности увеличения эффективности работы гелиоустановок. Экотехно-логии и ресурсосбережение.– Киев: Типография НАН Украины, № 3, 2004.– с. 70–75.

2. Yuriy A. Selikhov, Victor A. Kotsarenko, Jiří J. Klemeš, Petro O. Kapustenko/ The Performance of Plastic Solar Collector as Part of Two Contours Solar Unit/ CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS VOL. 70, 2018, С. 2053-2058, Copyright © 2018, AIDIServizi S.r.l.

ИНТЕГРАЦИЯ РАБОТЫ ТЕПЛООВОГО НАСОСА НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

Коцаренко В.А., Селихов Ю.А., Стасов В.А.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Разработан и внедрен проект замены универсального котла с газовой горелкой на тепловой насос «грунт-вода». Был изучен процесс работы котла с газовой горелкой и определены недостатки в его работе. После изучения литературных источников было определено новое, более эффективное, оборудование. Это вертикальный электроводонагреватель объемом 300 литров и тепловой насос «грунт-вода» для системы отопления частного дома. Замена на новое устройство проводилась согласно методике теплотехнического расчета и расчета оптимизации по сумме удельных затрат эксергии [1]. Были проведены экономические расчёты и определены сроки окупаемости новой установки для горячего водоснабжения и отопления частного дома на основе электроводонагревателя и теплового насоса «грунт-вода» [2]. Разработана схема автоматизации новой установки с использованием автоматизированного рабочего места, и выбраны технические средства автоматизации. Установка работает в автоматическом режиме без вмешательства человека под руководством персонального компьютера. В результате теплотехнический расчет установки и дальнейшая эксплуатация электрического водонагревателя и теплового насоса показали правильность замены оборудования и материалов.

Выводы. Установка: обеспечивает электроэнергией, горячей водой, и отоплением частное домовладение, в которой совместно с ветроэлектростанцией, электрическим водонагревателем используется тепловой насос «грунт-вода», аккумуляторы электроэнергии и теплоты; позволяет: уменьшить себестоимость тепловой энергии за счет снижения материалоемкости и расходов на оборудование; экономить органическое топливо; производить электроэнергию и избыток ее отдавать в государственную электросеть; уменьшить тепловую нагрузку и загрязнение окружающей среды.

Литература:

1. Эксергетические расчеты технических систем: Справ. пособие/ Бродянский В.М. и др.: Под ред. Долинского А.А., Бродянского В.М. АН УССР. Ин-т технической теплофизики.- Киев: Наук. Думка, 1991.-360 с.
2. Овчаренко В.А. Овчаренко А.В. Використання теплових насосів //Холод М+Т, 2006, №2 с. 34–36.
3. Yuriy A. Selikhov, Victor A. Kotsarenko, Jiří J. Klemeš, Petro O. Kapustenko/ The Performance of Plastic Solar Collector as Part of Two Contours Solar Unit/ CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS VOL. 70, 2018, С. 2053-2058, Copyright © 2018, AIDIServizi S.r.l.

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ОДНОКОНТУРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ

Коцаренко В.А., Селихов Ю.А., Рудько Т.Н.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Энерго- и ресурсосбережение является одним из приоритетных направлений энергетической независимости государств. Человечеству необходима замена традиционных источников энергии, количество которых с каждым десятилетием истощается, на возобновляемые источники энергии (солнечную, ветровую, геотермальную, энергию приливов и отливов, биоэнергию и фотосинтез). В качестве прототипа была выбрана одноконтурная солнечная установка и определены недостатки в ее работе [1]. Литературный обзор дал возможность выбрать одноконтурную солнечную установку плоско-капиллярную безнапорного типа с коллектором специальной конструкции из полимерной пленки [2, 3], в которой теплоноситель движется под действием силы тяжести по наклонной поверхности в виде пленки жидкости. Предложена новая технологическая схема одноконтурной солнечной установки для горячего водоснабжения частного домовладения с использованием солнечной установки совершенно новой конструкции. Замена старого оборудования на новое проводилась согласно методике теплотехнического расчета и расчета оптимизации по сумме удельных затрат эксергии-нетто. Была разработана новая схема автоматизации установки с использованием автоматизированного рабочего места, и выбраны технические средства автоматизации. Выполнен экономический и эксергетический расчеты срока окупаемости новой установки для горячего водоснабжения. В результате расчет и дальнейшая эксплуатация новой установки показали правильность замены оборудования и материалов.

Выводы. 1. Новая солнечная установка подогревает теплоноситель до 90 °С. 2. Установка позволяет экономить органическое топливо, которое могло бы быть использованным в котельном оборудовании при нагреве теплоносителя до 90°С. 3. Работа установки на возобновляемых источниках энергии не загрязняет окружающую среду. 4. Система автоматизации позволяет управлять установкой без вмешательства человека. 5. Срок окупаемости теплоэнергетической установки составил 1,2 года.

Литература:

1. Селихов Ю.А., Ведь В.Е., Бухкало С.И., Костин В.М. Конструкционные особенности увеличения эффективности работы гелиоустановок. Экотехнологии и ресурсосбережение.– Киев: Типография НАН Украины, № 3, 2004.– С. 70–75.
2. Геліоводонагрівник. Патент України № 75178, Бюл.№ 3, 2006
3. Полімерна композиція. Патент України № 72078 А, Бюл.№ 1, 2005

ІНТЕГРАЦІЯ ПРОЦЕСА ТЕПЛООБМІНУ ДВОКОНТУРНОЇ СОНЯЧНОЇ УСТАНОВКИ

Коцаренко В.А., Селіхов Ю.А., Гавенко Л.Р.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Розроблено та впроваджено проект заміни універсального котла з газовим пальником на двоконтурну сонячну установку для гарячого водопостачання та опалення приватного домоволодіння. Обрано прототип котла з газовим пальником та досліджено його роботу. У зв'язку з тим, що було виявлено недоліки у конструкції певних складових частин та у його роботі взагалі, було проаналізовано літературні джерела та підібрано нове більш ефективніше обладнання, ніж минуле. Двоконтурна сонячна установка плоско капілярного без натискного типу [1] з колектором нової конструкції з використанням чорної полімерної плівки [2] і є вирішенням поставленої проблеми. Нова конструкція полягає в тому, що теплоносій, в даному випадку це антифриз, рухається по нахиленій поверхні під дією сили тяжіння у вигляді плівки рідини. Його використовують для гарячого водопостачання та опалення приватного будинку.

Була розроблена автоматизована система водопостачання та опалення будинку. Нова технологічна схема комбінованої системи використовує автоматизоване робоче місце. Було проведено теплотехнічні розрахунки нового обладнання і обрано технічні засоби для автоматизації даних процесів. В результаті економічного та розрахунку оптимізації по сумі питомих витрат ексергії був визначений термін окупності нової автоматизованої схеми експлуатації двоконтурної сонячної установки.

Висновки. 1. Теплоносій підігрівається двоконтурною сонячною автоматизованою установкою до температури 90 °С. 2. Нова установка дозволяє економити органічне паливо, яке могло б бути використаним в котельному обладнанні при нагріванні теплоносія до 90 С. 3. Роботи установки на відновлюваних джерелах енергії не забруднює навколишнє середовище. 4. Система автоматизації дозволяє управляти установкою без втручання людини. 5. Термін окупності теплоенергетичної установки склав 1,4 року.

Література:

1. Селіхов Ю.А., Селіхова Л.Ю., Селіхова Н.В., Бухкало С.І. Двоконтурна геліоводонагрівна установка, Патент України, № 64198 А, Бюл. № 2, 2004.
2. Полімерна композиція. Патент України № 72078 А, Бюл. № 1, 2005

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТАМІВ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* В БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИНОРОБНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Кошиль А.В., Варанкіна О.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На сьогоднішній день у виноробній промисловості використовують багато різних штамів дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae*, що відрізняються за енергією бродіння, кількістю етилового спирту та ароматутворюючих речовин, які вони продукують. Останні грають велику роль у метаболізмі дріжджових клітин і мають різноманітний хімічний склад. До таких сполук відносять: ефіри, кетони, альдегіди, кислоти та спирти, і кожна з цих сполук може індивідуально чи у поєднанні з іншими впливати на смак та аромат вина, і створювати нюанси букету. Загалом суму цих речовин можна назвати ароматутворюючим комплексом [1].

Кількісний та якісний склад ароматутворюючого комплексу може сильно відрізнятися. Механізми біосинтезу його сполук у клітині складні та різноманітні, вони ідуть за різними схемами і залежать від багатьох показників, серед яких фізико-хімічний стан сусла, який у великій мірі залежить від сорту винограду, умов та режимів проведення бродіння. Проте одним із головних чинників можна вважати індивідуальні фізіолого-біохімічні властивості штаму-продуценту [1].

Потрібно також відмітити, що не всі компоненти ароматутворюючого комплексу є бажаними. Так ацетальдегід, ізобутанол та 1-бутанол мають різкі удушливі аромати і не є бажаними. Проте гексанол, 1-пропанол, мають фруктовий та солодкий ефірний аромати, що значно урізноманітнює букет вин. Також 2-фенілетанол може надавати вину відтінки рози та меду, що також покращує його смак та аромат. У результаті дослідження диких штамів було виявлено, що якісний склад альдегідів, складних ефірів та вищих спиртів в усіх зразках був ідентичний, але кількісний склад відрізнявся [1].

Таким чином, доцільним є проведення селекції дріжджових штамів за ознакою синтезу бажаних сполук ароматутворюючого комплексу. Маючи продуцент, який може за короткий термін синтезувати необхідну кількість ароматутворюючих сполук, стане можливим виробництво вин із багатим букетом смаку та аромату, використовуючи окремо два різні штами: ароматутворюючий та спиртутворючий. Завданням подальших експериментальних досліджень стане визначення послідовності та інших умов використання штамів при зброджуванні сусла.

Література:

1. Абдуллабекова Д. А., Магомедова Е. С., Магомедов Г. Г. Биотехнологический потенциал дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, выделенных с виноградников Дагестана. Известия Самарского научного центра РАН. 2016. № 2(2), т. 18. С. 259–262.

ВПЛИВ ДОМІШОК НА ЕЛЕКТРОДНІ ПРОЦЕСИ У РОЗЧИНАХ СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ

Кравченко К. М., Тульський Г. Г., Павлов Б. В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків*

Дослідження електродних процесів у розчинах сульфатної кислоти, що містять неорганічні та органічні домішки є підґрунтям для розробки технологічних показників регенерації відпрацьованих сульфатних розчинів. По мірі зниження концентрації H_2SO_4 та насичення розчину Fe_2SO_4 швидкість травлення оксидної плівки на поверхні сталі знижується. Тому при зниженні концентрації H_2SO_4 до 25-30 г/л процес травлення припиняють та проводять заміну травильного розчину. При цьому концентрація Fe_2SO_4 досягає 400 г/л. При травленні спостерігається два процеси: розчинення оксидів та розчинення заліза, яке знаходиться під шаром оксидів. Ці два процеси можуть протікати одночасно. У залежності від природи кислоти, її концентрації та температури змінюється швидкість реакції [1].

Домішки Fe^{2+} суттєво впливають на кінетику, як катодного так і анодного процесів. При низьких концентраціях сульфатної кислоти (менших за 0,5 моль/дм³) дуже складно досягти потенціалів відновлення Fe^{2+} . Збільшення концентрації сульфатної кислоти (більше за 1,5 моль/дм³) сприяє досягненню потенціалів відновлення Fe^{2+} . Але в таких розчинах концентрація Fe^{2+} є низькою, що робить неможливим одержання щільних залізних покриттів. Залізо осаджується у вигляді порошку, який осипається на дно електролізера та вступає в реакцію з сульфатною кислотою.

На аноді відбувається окислення Fe^{2+} до Fe^{3+} . Fe^{3+} частково відновлюється на катоді, але ці окисно-відновні процеси потребують додаткових витрат енергії, яких можна запобігти при застосуванні у якості розділового елементу діафрагми на основі ПВХ.

Нами запропоновано двох- та трьохкамерні конструкції електролізерів з використанням сучасних діафрагм на основі ПВХ. Проведені дослідження показали, що при використанні двохкамерного електролізера у анодній камері проходить електроліз води з регенерацією H_2SO_4 до концентрації 120-140 г/л з виходом за током 92-96 %. У катодній камері, в результаті підлужнення прикатодного простору, відбувається утворення шламу оксидів заліза. При використанні трьохкамерного мембранного електролізера (коли розчин подається у середню камеру), концентрація сульфатної кислоти у анодній камері зростає до 180-200 г/л, у катодній камері проходить осадження заліза на сталевих катодах, з виходом за струмом 65-70 %.

Література

1. К. М. Кравченко., Г. Г. Тульський. Електрохімічна регенерація відпрацьованого сульфатного розчину травлення сталі. Матер. міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 7-8 листоп. 2019 р. / [редкол.: О. О. Мураєва та ін.] – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – С 160.

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ГІАЛУРОНАТУ НАТРІЮ

Кривуля М.Г., Близнюк О.М., Масалітіна Н.Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

З моменту виділення гіалуронової кислоти в 1934 році, інтерес до цієї молекули невпинно зростає у різноманітних областях досліджень. Гіалуронат натрію представляє собою сіль гіалуронової кислоти – полімеру, мономерами якого є глюкоуронова кислота та N-ацетилглюкозамін. Саме унікальні властивості гіалуронової кислоти та її похідних зумовлюють утворення нових перспектив їхнього використання у сфері естетичної медицини та косметології, артрології, офтальмології, онкології та навіть для створення часточок, що доставляють препарат безпосередньо в місце ураження [1]. Зокрема, натрієва сіль гіалуронової кислоти використовується як діюча речовина в складі очних крапель, розчинів для контактних лінз та лубрикантів [2]. З цим пов'язаний безперервний пошук шляхів оптимізації вже існуючих методів отримання гіалуронової кислоти та її натрієвої солі, а також винайдення й описання нових способів.

Так, найбільш поширеним у даний час є метод отримання гіалуронану культивуванням штамів мікроорганізмів, які в процесі життєдіяльності виділяють його в культуральну рідину. Високу продуктивність показав штам *Streptococcus equi subsp. zooepidemicus* AT39920, модифікований шляхом мутагенного впливу на штам *S. equisimilis* HA-100. Даний штам характеризується пригніченим синтезом гіалуронідаз [3]. В якості основного компоненту живильного середовища для культивування продуценту досліджувалися меляси цукрової тростини – відходи цукрової промисловості, які маючи порівняно низьку вартість, можуть слугувати джерелом не тільки вуглецю, але й вітамінів й азотистих сполук [4]. Процес виділення гіалуронової кислоти з культуральної рідини у вигляді її натрієвої солі полягає у багатоступінчастій преципітації послідовно етанолом та цетилпіридин хлоридом, з обробкою активованим вугіллям, сорбцією на синтетичному силікаті магнію та стерилізуючою фільтрацією (діаметр пор не більше 0,22 мкм) [3]. На підставі даних методик було обрано основний апарат, побудовано технологічну та апаратурну схему виробництва, економічна ефективність якої була доведена в результаті відповідних розрахунків.

Література:

1. Fallacara A. Hyaluronic Acid in the Third Millenia / A. Fallacara, E. Baldini, S. Manfredini // *Polymers*. – 2018. – V.10(701). – P. 1–36.
2. Research, G.V. Hyaluronic Acid Market Size Worth USD 15.4 Billion by 2025|CAGR: 8.8% [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу – <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-hyaluronic-acid-market>
3. US Patent 4,780,414 Method of producing high molecular weight sodium hyalluronate by fermentation of streptococcus / Nimrod et al., Bio-Technology General Corp., New York, N.Y. - №815,957; опубл. 25 жовтня 1988 р.
4. Caldas Pan N. Improvement Production of Hyaluronic Acid by *Streptococcus zooepidemicus* in Sugarcane Molasses / N. Caldas Pan, H. Braga Pereira // *Appl. Biochem Biotechnol.* – 2016. – V.182 (1)

ДИЗ'ЮНКТИВНІ ДИСЛОКАЦІЇ ЯК ФАКТОР СТАБІЛІЗАЦІЇ ВИДОБУТКУ ГАЗУ В УКРАЇНІ

Кривуля С.В. Фик І. М. Ментух І.О.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Робота направлена на дослідження перспектив стабілізації видобутку газу в Україні на виснажених родовищах за рахунок процесів відновлення запасів газу. У статті розглядаються та аналізуються основні результати розробки Шебелинського ГКР з точки зору його обводнення та можливого відновлення запасів газу в покладах, що розробляються, за рахунок перетоків газу з глибоких горизонтів по диз'юнктивним тектонічним порушенням. Детально розглянути всі фактори які впливають на стабілізацію пластового тиску в процесі розробки покладів.

Мета досліджень. Обґрунтувати можливість стабілізації видобутку газу на виснажених ГКР України за рахунок перетоків газу із глибокозалягаючих горизонтів в умовах наявності диз'юнктивних дислокацій.

Об'єкти дослідження: Шебелинське газоконденсатне родовище. Видобуток газу та процеси підтримання пластового тиску.

Показано, що на пізній стадії розробки відновлення запасів відбувається за рахунок перетоків газу по диз'юнктивним тектонічним порушенням, особливо в центральній частині родовища.

Обґрунтовано, що при зниженні річного видобутку газу на Шебелинському родовищі до 1800-1900 млн.м³ він буде повністю компенсований відновленням запасів.

Якщо умовно виділити чотири зони експлуатації Шебелинського родовища : західну, центральну, центрально-східну та східну, то можна спостерігати стабілізацію темпів видобутку саме в центральній та центрально-східній зонах, де найбільше розвинуті диз'юнктивні тектонічні порушення. Таким чином, проведені дослідження з точки зору відновлення запасів дозволили зробити висновок, що диз'юнктивні дислокації на інших родовищах ДДЗ можуть бути як шляхами відновлення запасів, так і стабілізації видобутку газу на пізніх стадіях розробки.

Література:

- 1) Фесенко Ю.Л. Стан та перспективи розробки Шебелинського газоконденсатного родовища/Ю.Л.Фесенко, Є.О.Волосник, І.М. Фик/Нафтова і газова промисловість .-2009.- №5-6 – с.24-28.
- 2) Кривуля С.В. Критерії дорозвідки великих родовищ вуглеводнів у нижнепермсько-верхньокам'яновугільних відкладів Донецько-Дніпровської западини/ монографія / С.В. Кривуля .- Х.: ТО «Ексклюзив», УкрНДІгаз, НТУ «ХПІ».2014.- 173с.
- 3) Ментух І.О. Геологічні основи перспективи розробки Шебелинського родовища// Геологія нафти і газу: матеріали міжвузовської науково-практичної конференції студентів та аспірантів (м. Харків, 16-17 травня 2017 р.) / гол. оргкомітету В.А. Пересадько. – Х.: ХНУ імені Каразіна, 2017. – 98 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО СВІТОВОГО РИНКУ БІОПЛАСТИКІВ

Лебедєв В.В., Дрюк Т. М., Кувалдіна К. О., Дунаєва А. Р., Кротова Г. М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Вичерпаність сировинної бази для виробництва більшості полімерних матеріалів спонукає вчених до синтезу полімерних матеріалів, синтез яких ґрунтується не на нафтопродуктах. Паралельно зростають обсяги полімерного сміття, особливо в країнах з мало розвинутою економікою, а загальні темпи накопичення відходів полімерних матеріалів не зменшують навіть завдяки екологічним рухам на кшталт ZeroWaste. Найбільша кількість полімерного сміття доводиться на полімерну упаковку і тару з часом ефективного використання порядку 7 – 12 днів. Майже 95 % таких товарів використовуються тільки один раз, після чого потрапляють на звалища, де їх деградація займає час від 100 років. Спалювання або переробка у вторинні матеріали не може бути реалізована в усіх країнах світу, тому перспективним шляхом вирішення проблеми зменшення полімерних відходів на полігонах є створення і використання здатних до біодеструкції полімерних матеріалів. Асортимент здатних до біодеструкції полімерних матеріалів зростає щороку, але сьогодні більшість їх все одно базується на нафті.

В даний час біопластики складають приблизно 1 % від 335 млн. тонн традиційних пластиків, вироблених щорічно. Згідно з останніми даними Європейського інституту біопластика (European Bioplastics) і науково-дослідного інституту nova-Institute (Хюрт, Німеччина), які є провідними організаціями в галузі дослідження біополімерів, глобальні виробничі потужності з випуску біопластика збільшаться приблизно з 2,11 млн т в 2018 році до приблизно 2,62 млн т в 2023 році.

У число здатних до біодеструкції полімерних матеріалів входять: крохмальні суміші, PLA - полімолочна кислота, PBAT - полібутилен адипат / терефталат, PBS - полібутилен сукцинат, PHA - полігідроксіалканоати. Основна увага сьогодні приділяється першим і останнім в переліку здатних до біодеструкції полімерних матеріалів.

Сьогодні існує «біопластична» альтернатива практично для будь-якого звичайного пластикового матеріалу відповідного застосування. Залежно від матеріалу, біопластмаси мають ті ж властивості, що й звичайні пластмаси, і пропонують деякі переваги, такі як зменшений вуглецевий слід або додаткові варіанти управління відходами, як, наприклад, промислове компостування.

Біопластмаси використовуються в різних секторах: від пакування, продуктів харчування, побутової електроніки, автомобілебудування, сільського господарства і іграшок до текстилю і ряду інших. У структурі споживання найбільшої областю застосування біопластмас є пакування: у 2018 році даний сектор становив майже 65 % (1,2 млн тонн) від загального ринку біопластиків.

РОЗРОБКА КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ ЗІ ЗБІЛЬШЕНИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЗАХИСТУ ВІД ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

**Лісачук Г.В., Ведь М.В., Кривобок Р.В., Захаров А.В.,
Волощук В.В., Сарай В.В., Гребенюк А.П.**

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Для зменшення впливу електромагнітного випромінювання на організм людини, що знаходиться у зоні дії радіоелектронних засобів, потрібно вжити ряд захисних заходів. Одним з варіантів є інженерно-технічні заходи, що можуть виражатися в використанні лицювальних виробів, однією з властивостей яких є ослаблення електромагнітного випромінювання, шляхом поглинання частини його потужності.

В Україні з 1993 року діють санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів [1]. Дані норми встановлюють вимоги до умов роботи працівників, що займаються виготовленням, експлуатацією, обслуговуванням та ремонтом обладнання, при роботі якого виникають постійні магнітні поля та електромагнітні випромінювання у діапазоні частот від 50 Гц до 300 ГГц. Саме даний діапазон частот розглядався при розробці нових матеріалів.

В роботі розглядалась можливість створити матеріал з покращеними характеристиками, тому як основу використовували керамічну масу для виготовлення плитки для лічкування стін в приміщенні. В якості поглинаючої добавки використовували дрібнозернистий порошок карбиду кремнію. Дана добавка широко використовується для досягнення радіопоглинаючого ефекту [2, 3]. Шихтовий склад та отримані властивості наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Шихтовий склад досліджених композицій

Компоненти	Вміст компонентів, мас. %		
	ПК-10	ПК-20	ПК-30
Глина Андріївська	39,1	35,8	33,1
Пісок кварцевий	26,4	24,2	22,3
Гранітний відсів	11,8	10,8	10,0
Крейда збагачена	7,3	6,7	6,1
Плиточний бій	6,3	5,8	5,4
Карбід кремнію (чорний)	9,1	16,7	23,1
Властивості			
Водопоглинання, %	14,9	15,1	15,3
Межа міцності при вигині, МПа	18,2	17,3	16,2
Питомий об'ємний опір, Ом·м	$1,3 \cdot 10^6$	$4,6 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^8$

Література:

1. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів: наказ МОЗУ [Ел. рес.] / ВРУ // Відомості ВРУ. – Реж. дост. : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03#Text>. – (дата звернення 25.04.2020). – Назва з екрана.
2. Wang, P.; Cheng, L.; Zhang, Y.; Wu, H.; Flexible, Hydrophobic SiC Ceramic Nanofibers Used as High Frequency Electromagnetic Wave Absorbers. *Ceram. Int.* 2017,43(10), 7424–7435.
3. Bansal, N.P. – *Jour. of Mat. Res.* 199712(3), pp. 745-752

ЗМІНА РЕОЛОГІЧНОГО СТАНУ СУМІШІ РЕАГУЮЧИХ ПОРОШКІВ

Литвиненко Є.І., Толчинський Ю.А.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Розглядається кінетика хімічного перетворення твердих частинок двох різних сортів. Частинки формують суміш, яка в напруженому стані має тиск та дотичні напруги. Опис суміші здійснюється на двох рівнях: мезамасштабном та мікромасштабном. На першому рівні мають місце рівняння руху суцільного середовища, які підкорюються рівнянням реологічного стану тіла Кулона. На другому рівні перетворення розглядаються на рівні елементарної комірки, в якій завдяки пружно-пластичній взаємодії виникають зародки нової фази. Хімічна реакція в комірці має дифузійно-контральований характер до тих пір, доки частинки, що реагують, формують твердий каркас. У ході перетворення у випадку виникнення продукту у вигляді твердої фази утворюється нове тіло Кулона, параметри реології якого відрізняються від вихідного.

Якщо в ході хімічного перетворювання виникає газова або рідинна фаза, кінцевий продукт перетворення має вигляд газу, рідини, або газорідинно насиченого твердого тіла змінного ступеня консолідації, яка змінюється в часі. Якщо перетворення вихідних часток призводить до формування чисто рідинної, або газорідинної фази, то по ходу перетворення виникає суспензія або газорідинна суміш. Конкретний зміст кінцевої фази продукту реакції дуже чутливий до умов стехіометрії та міри відхилення від них.

Розглядається також рівняння руху перетворюючої суміші в умовах безперервного хімічного реактора, рух в якому підкорюється умовам стокового гідродинамічного режиму. Для хімічної реакції вищеописаного виду сформульовано рівняння типу Нав'є-Стокса з різними доданками тертя, які відповідають різним фазовим станам продукту реакції. Вид цих доданків базується на моделях в'язко-пластичного тіла з різкою зміною в'язкості, щільності та кордонних умов на твердих поверхнях. Таке рівняння руху розглядається в умовах прямокутного каналу з рухомими стінками. Такий канал є типовим елементом хімічного реактора, призначеного для безперервних перетворень сумішей твердих дисперсних фаз. Рішення рівняння руху дуже чутливе до конкретного виду в'язкості. Цей вид встановлюється перебігом кінетичного перетворення реагентів та успадковує конкретний хід хімічної реакції. Якщо остання не є ізотермічною, то для виконання конкретних обчислень треба поповнить рівняння руху рівнянням конвективного теплообміну. Таким чином, в загальному випадку пересування реагуючої суміші, яке супроводжується фазоутворенням визначається композицією рівнянь руху, хімічного перетворення та конвективного теплообміну в прямокутному каналі реактора.

Література:

1. Астарита Д., Маруччи Д. Основы гидромеханики неньютоновских гидкостей. Москва, 1978. 266 с.
2. Нигматулин Р.И. Основы механики гетерогенных сред. Москва, 1978. 336 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОЛОКАЛИЗАЦИИ МЕТОДОМ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОТОКОВ

Лужанская А.В., Арсирій В.А., Кандеева В.В., Махно В.Г.
*Одесский национальный политехнический университет,
г. Одесса*

С целью уменьшения тепловых потерь здания и соответственно снижения нагрузки на систему теплоснабжения на входных дверях зданий и сооружений муниципального сектора применяют системы теплолокализации воздушно-тепловые завесы с разрывом струи. Исследуем слияние струй в единый воздушный поток методом визуализации, основанный на просвечивании полярным светом оптически активной жидкости, которая перемещается в моделирующем устройстве, имитирующем характерный профиль завесы. В работе использовалась видеоинформационная система на основе телевизионно-машинного комплекса [1].

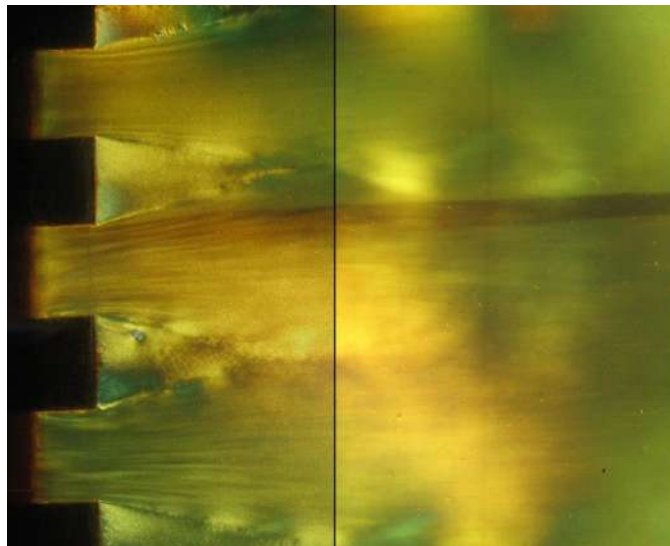


Рис.1 – Слияние струй в единый поток на относительном расстоянии 2,2 ширины выпускного отверстия

Анализ результатов исследования показывает, что вследствие возникновения завихрений за торцами щелевых отверстий с увеличением расстояния от точки истечения происходит более плавное движение жидкости, что свидетельствует об уменьшении торможения и потерь давления на трение и более равномерном движении, образованного единого потока (рис. 1) [2]. При этом слияние струй в единый поток происходит на расстоянии равном 2,2 ширины отверстия истечения.

Литература:

1. Арсирій В.А. Метод візуалізації дискретних структур потоків – основа FST-технології / В.А. Арсирій, К.О. Яковиченко, О.О. Арсирій // Ринок інсталяційний. 1999. №8. – С. 16–18.
2. Лужанская А.В., Зайцев О.Н., Аэродинамика воздушно-тепловых завес в промышленных зданиях и сооружениях (монография). Научное издание к 50-ти летию НАПКС – Симферополь: НАПКС, СОНАТ 2009. – 184 с.

ЕКОНОМІЧНІСТЬ РОБОТИ СИСТЕМ СУЧАСНОГО ОПАЛЕННЯ

Лужанська Г.В., Іванова Л.В., Руденко Л.П.,

Чабан В.Г., Поляков О.О.

*Одеський національний політехнічний університет,
м. Одеса*

У всіх сферах людської діяльності гостро встає питання енергозбереження. Раціональне застосування сучасного енергетичного обладнання в системах теплопостачання будинків дозволить значно заощадити енергоресурси та підвищити енергозберігаючий ефект від їхнього впровадження. У житлово-комунальному секторі України основне споживання теплоти витрачається на потреби населення.

Найбільшу частку становить витрата палива на одержання теплової енергії в опалювальний період для систем опалення. Кардинально змінився підхід до проектування систем водяного опалення. На зміну однотрубним і двотрубним системам опалення з верхнім і нижнім розведенням трубопроводів прийшли горизонтальні, двотрубні системи опалення з нижнім розведенням трубопроводів.

Широке поширення одержали поквартирні самостійні системи опалення з таким обладнанням: засувки, прилад обліку теплової енергії – теплолічильник, фільтр, клапани регулювання кількості і тиску теплоносія та терморегуляторами [1]. Кожна квартира одержує стільки теплової енергії, скільки було визначено розрахунковими даними. Самостійно збільшити кількість приладів або кількість секцій, щоб у розглянутому приміщенні стало тепліше, як було раніше в будинках при нижньому і верхньому розведенні, власнику квартири вже не потрібно.

При такому рішенні відбувається розбалансування всієї системи опалення та зменшення тепловіддачі опалювальних елементів у інших квартирах. Зміна кількості та конструкції секцій у даній квартирі при установці енергозберігаючого устаткування не веде до перерозподілу теплоносія по відгалуженнях до інших споживачів. Щось видозмінювати, переробляти споживач може тільки в межах своєї квартири. При цьому реконструкція, ніяк не вплине на гідравлічний режим роботи системи опалення всього будинку. При використанні сучасного опалення: терморегуляторів та клапанів регулювання кількості і тиску відбувається економія теплової енергії та зберігаються тепловий та гідравлічний режими опалювального приміщення.

Література:

1. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування / Мінрегіон України, Київ, 2013. 113с.

ФАКТОРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛООВОГО КОМФОРТУ ОПАЛЮВАЛЬНОГО ПРИМІЩЕННЯ

Лужанська Г.В., Климчук О.А., Мазуренко А.С., Семеній А.А.

*Одеський національний політехнічний університет,
м. Одеса*

Економія паливно-енергетичних ресурсів при забезпеченні теплового комфорту в приміщенні при роботі автоматизованих систем водяного опалення жилого комунального сектору є актуальним питанням сучасності. Вплив регулювально-технічного оснащення системи, а саме використання терморегуляторів, регуляторів перепаду тиску, блокових теплових пунктів, тепло лічильників, що регламентується діючими нормами країни [1] відображено коефіцієнтом скорочення теплоспоживання внаслідок підтримки температурних умов у приміщенні [2]:

$$r_R = \frac{t \cdot f_{R2} - t_z}{t \cdot f_{R1} - t_z},$$

де t – задана температура будинку, рівна нормованій температурі основних приміщень від 19 до 23°C; t_z – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період; f_{R1} , f_{R2} – коефіцієнти якості регулювально-технічного оснащення системи відповідно для базового та застосовуваного варіанта проектних рішень.

Зниження теплоспоживання в житловому будинку в місті Одесі з температурою внутрішнього повітря в приміщенні $t = 20^\circ\text{C}$ при середній температурі зовнішнього повітря за опалювальний період $t_z = 2^\circ\text{C}$ при використанні терморегуляторів складає 11% при коефіцієнті скорочення теплоспоживання $r_R=0,893$. За базовий варіант прийнята система водяного опалення при незначному втручанні користувача з ручним регулюванням $f_{R1}=1,13$. При застосуванні терморегуляторів, регулюючи температуру теплоносія по погодних умовах $f_{R2}=1,02$. При використанні регуляторів перепаду тиску прямої дії проводимо аналогічний розрахунок, використовуючи відповідні коефіцієнти. Коефіцієнт скорочення теплоспоживання при цьому становить $r_R=0,97$, а зниження теплостачання складає 3 %.

Аналіз використання енергозберігаючого обладнання в системах опалення будинків (терморегулятор, регулятор тиску), проведені розрахунки на прикладі будинку в м. Одеса підтвердили, що споживання теплової енергії значно зменшується (~30 %). Для районів з більш суворим кліматом ця економія буде збільшуватись.

Література:

1. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування / Мінрегіон України, Київ, 2013. 113 с.
2. Пырков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика – К.: П ДП «Такі Справи», 2005. 304 с .

КОНСТРУКТИВНЕ І ТЕХНОЛОГІЧНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЛІТИЧНИХ УСТАНОВОК

Малік І.К., Мірошниченко Д.В., Шумейко К.Р.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

В роботі розглянуто удосконалення конструктивних і технологічних рішень в розробці пристрою для піролізу вуглецьмістких матеріалів.

Розглянута проблема пов'язана з вирішенням проблем охорони природи і з раціональним використання її ресурсів. З кожним роком в Україні все гостріше постають питання енергозбереження, ефективного використання ресурсів, утилізації відходів. Кількість і різноманітність відходів зростає швидкими темпами, поряд з розвитком промисловості і зростанням споживання енергії. Разом з тим, органічна складова відходів деревини, особливо в сортованому вигляді, являє собою постійно поновлюване джерело енергії, яке може бути використане для вироблення як теплової, так і електричної енергії. Наразі розвиток світової енергетики має бути спрямований на максимально можливе заміщення викопного палива альтернативними поновлюваними джерелами енергії. Особлива увага приділяється використанню біологічних видів палива у зв'язку їх з широкою поширеністю, доступністю і екологічною безпекою.

Впровадження технологій використання поновлюваних джерел енергії у практику енергозбереження є актуальним на найближчу перспективу, але вимагає додаткових інвестицій, відповідного наукового, інформаційного та інженерного забезпечення. Наведено основні технічні рішення по ефективній переробці відходів деревини. Відомо, що в промисловості піроліз знаходить широке застосування при переробці вуглецьмісткої сировини. Проаналізовано недоліки попередніх конструкцій і запропоновано вдосконалену установку для піролізу вуглецьмістких матеріалів, яка дозволяє здійснювати високоефективний, екологічний і безпечний процес отримання продуктів піролізу вуглецьмістких матеріалів і забезпечувати високу якість отриманому продукту.

Розроблений пристрій для піролізу вуглецьмістких матеріалів за рахунок свого конструктивного виконання забезпечує ефективне регулювання температурного режиму в робочих камерах при режимах сушки і піролізу, можливість перерозподілу тепла між камерами в разі необхідності, що в свою чергу забезпечує високу якість одержуваного продукту, а також економічну ефективність, довговічність, екологічність і безпеку обслуговування установки. Збільшення / зменшення подачі піролізних газів у топковий пристрій, а також збільшення / зменшення потоку димових газів через ізольований теплообмінник за допомогою шиберів дозволяє технологічно просто і швидко відрегулювати об'єм теплоносія, який подається в робочі камери. Попередньою підготовкою сировини може служити будь-який вид підготовки. Переважно попередню підготовку сировини здійснюють шляхом сушіння перед завантаженням в ємності з використанням залишкового тепла димових газів.

ЗАГАЛЬНІ УМОВИ ПРОЦЕСІВ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЦУКРУ
Мальцева А.О., Бухкало С.І., Іглін С.П., Мисько Д.Ю., Миронов В.К.,
Сабецька А.О., Штонда А.О., Бандурян І.К., Кобець І.В., Гарбуз О.С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

Дифузія сахарози з бурячної тканини може бути описана першим законом Фіка, відповідно до якого кількість витягнутої речовини (G) – пропорційна різниці концентрацій у дотичних рідинах ($C - c$), часу τ , площі пласту F і зворотно пропорційна товщині шару (x), тобто довжині шляху дифузії часток. Отже: $G = D \cdot F(C - c) / x \cdot \tau$, де $(C - c) / x$ – градієнт концентрації, D – приведений коефіцієнт дифузії (його величина залежить від роду речовини, що дифундує, і від температури) [1].

Модель кінетики кристалізації відноситься до процесу кристалізації глюкози на готовій поверхні кристала. Процес дифузії молекул глюкози до поверхні кристала визначається наступним диференціальним рівнянням: $\partial C(x, \tau) / \partial \tau = D \cdot l \cdot \partial^2 C(x, \tau) / \partial x^2$ при початкових умовах $C(x, \tau)|_{\tau=0} \approx C_p$, C_p – маса розчиненої речовини в одиниці об'єму пересиченого розчину. Вибір граничних умов може ґрунтуватися на наступних припущеннях: 1) концентрація розчину біля поверхні граней зростаючого кристала приймається рівною $C_0 = C(0, \tau)$, вона більше концентрації насичення, але менше концентрації пересичення C_p в загальній масі розчину. При зростанні кристала в розчині через певний проміжок часу встановлюється стаціонарний стан, при якому швидкість відкладення розчиненої речовини з шару розчину, що стикається з кристалічною поверхнею, дорівнює швидкості його дифузії з маси розчину в цей шар, гранична умова на кордоні розчин-кристал ($x = 0$) має наступний вигляд: $D \cdot l \cdot \partial C(x, \tau) / \partial x|_{x=0} = \beta [C(x, \tau) - cn]|_{x=0}$ (1), де β – коефіцієнт кристалохімічної реакції, що характеризує швидкість поверхневих процесів, м/с; 2) приймаючи товщину шару розчину між двома кристалами рівній $2h$, вважаємо, що товщина шару, що визначає процес дифузії, дорівнює h і при $x = h$ концентрація розчину має максимальне значення. При цьому друге граничне умова має вигляд $\partial C(x, \tau) / \partial x|_{x=h} = 0$ (2) – граничні умови (1) і (2) не однорідні. Дослідження кінетики кристалізації глюкози має важливе значення у розробці технології для створення вискоєфективного виробництва цукру, стадія кристалізації. При уварюванні утфелю II кристалізації в вакуум-апараті необхідне пересичення сахарози в міжкристальному розчині підтримують випаровуванням води, а в кристалізаційній установці – поступовим охолодженням утфелю до 35–40 °С. При цьому міжкристальний розчин знесахарюється до концентрації сахарози, коли подальша її кристалізація стає недоцільною.

Література:

1. Бухкало С.І. Харчові технології у прикладах і задачах (прикладні та тести з технології крохмалю). Підручник з грифом МОН. – К.: «Центр учбової літератури», 2019. – 108 с.

БІОТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ОДНОСОЛОДОВОГО ВІСКІ

Мамедов І.Р., Ларінцева Н.В., Літвінова О.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Віскі – алкогольний напій, що дуже популярний у багатьох країнах світу, зокрема Ірландії, Шотландії та США. Зараз в Україні віскі теж починає набувати популярність, за останні роки імпорту цього алкогольного напою збільшився майже у 6 разів, тому вітчизняний ринок є дуже привабливим для нових постачальників та імпортерів [1]. Це негативно впливає на українську лікєро-горілчану промисловість через збільшення конкуренції, тому дуже актуальним є налагодити випуск вітчизняного продукту. Технологія виробництва віскі складається з наступних етапів: приготування солоду, сушка, затирання солоду, бродіння, перегонка, витримка, купажування та розлив [2]. Описана технологія є класичною, але виробництво віскі з чистого ячменя є досить дорогою та можна стикнутися з проблемою сировинної бази.

Метою роботи – запропоновано удосконалення технології виробництва віскі з метою зменшення його собівартості без впливу на якість та органолептичні властивості готового продукту.

Провівши літературний та патентний огляд найперспективнішим удосконалення технології виробництва віскі було обрано наступний спосіб виробництва віскі, який полягає у наступному: солодовий і зерновий дистилят, розбавлені до 62,5 об %. Окремо витримують їх в присутності кисню при температурі 25 – 30 °С протягом 2 – 4 місяців в батареї, що складається з 4-х емальованих ємностей, завантажених клепою з розрахунку питомої поверхні 450-500 см² на 1 дал дистиляту. Перша і третя ємність завантажена клепою, витриманою в холодній воді, оброблена гострою парою, з подальшими ополіскуванням гарячою і холодною водою і висушуванням до вологості 60% при температурі 130 – 150 °С. Друга і четверта ємність завантажена клепою, витриманою в холодній воді, обробленою ферментним препаратом Брюзайм ВГХ в кількості 1 – 2 мл на 1 кг клепки протягом 14 діб при температурі 26 – 30°С, з подальшим ополіскуванням гарячою і холодною водою, висушуванням до вологості 60 % при температурі 130 – 150 °С і обвуглюванням на відкритому вогні. Дистиляти купажують з розрахунку отримання віскі з вмістом спирту 40 – 45 об. %. Купаж піддають відпочинку, обробці холодом і фільтрують [3].

Цей винахід забезпечує підвищення якості готового продукту, поліпшив його органолептичні показники та здешевить виробництво за рахунок використання зернового спиртового дистиляту.

Література:

1. Аналіз ринку та факторів формування споживних властивостей віскі. URL: https://studopedia.su/20_39274_analiz-rinku-viski-ta-yogo-klasifikatsiya.html (дата звернення: 14.03.2020).
2. Макаров С.Ю. Основы технологии виски. Москва.: ПРОБЕЛ, 2011. 196 с.
3. Способ производства виски: пат. 2612917 Российская Федерация: С12Н1/22, С12G3/00 № 2006108273/13; заявл. 17.03.2006; опубл. 27.02.2007. Бюл. № 6. 6с.

ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ ДОБРИВ НА МІКРОБІОЛОГІЧНУ ТРАНСФОРМАЦІЮ НІТРОГЕН(I) ОКСИДУ В ҐРУНТАХ

Масалітіна Н.Ю., Близнюк О.М., Савенков А.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Азотний режим ґрунтів тісно пов'язаний з активністю мікробіологічних процесів - гуміфікацією органічних залишків, біологічною фіксацією нітрогену та денітрифікацією. Вплив мінеральних добрив на мікробіологічні властивості ґрунтів залежить від дози їх внесення в ґрунт. Чисельні дані про наслідки систематичного застосування мінеральних добрив показали, що при нераціональному їх використанні спостерігається перехід мікробної системи із гомеостатичного стану в стресове, в якому активізується процес денітрифікації - основний процес, при якому нітроген може непродуктивно виводитися із системи «ґрунт - рослина». Згідно останнім даним загальні втрати нітрогену внаслідок денітрифікації складають від 20 до 150 млн. т на рік. Величини газоподібних втрат із добрив складають від 15 до 25 %. Зростаюча емісія в атмосферу парникових газів, в тому числі N_2O , може привести до руйнування озонового екрану, оскільки абсорбуючи інфрачервоне випромінювання, вони порушують тим самим тепловий баланс Землі.

Дослідження утворення та поглинання закису азоту (N_2O) денітрифікуючими бактеріями в ґрунтах, визначення чисельності та біомаси денітрифікуючих бактерій, що здатні до виділення та поглинання N_2O в різних типах ґрунтів свідчать, що з ростом об'єму виробництва та застосування азотних добрив загальні розміри денітрифікації у вигляді N_2O зростають.

Група денітрифікаторів доволі широко розповсюджена в природі та представлена мікроорганізмами родів *Pseudomonas*, *Ackromobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Thiobacillus* та ін. В окультурених ґрунтах популяція денітрифікаторів складає 20 % бактеріальної популяції анаеробів або 1–5 % загальної кількості гетеротрофної мікрофлори ґрунту. Встановлено, що більшість денітрифікаторів є факультативними анаеробами та розвиваються в мікроанаерофільних зонах ґрунту за наявності нітратів, достатнього джерела карбону, підвищеної вологості. Доведено зростання швидкості денітрифікації за умови збільшення вмісту нітратів в ґрунті.

Тому суттєва зміна активності цього процесу спостерігається під впливом антропогенної дії на ґрунти, наприклад, при внесенні мінеральних та органічних добрив, руйнування структури ґрунтових агрегатів, засоленням та надлишковим перезволоженням при штучному зрошенні, внаслідок чого біогеохімічний цикл азоту в антропогенно-змінених ґрунтах порушується та часто супроводжується підвищеною емісією N_2O із ґрунтів в атмосферу.

Література:

1. Del Crosso S. J. Grazing and nitrous oxide / S. J. Del Crosso // Nature. – 2010. – V. 464, № 7290. – P. 843 – 844.
2. Нумный В.К. Биологическая фиксация азота / В.К. Нумный, К.К. Сидорова, И.Л. Клевенская – Новосибирск : Наука, 1991. – 271 с.

ВИКОРИСТАННЯ СИМПЛЕКС-ГРАТЧАСТИХ ПЛАНІВ ШЕФФЕ ПРИ РОЗРОБЦІ РЕЦЕПТУРИ ЕМУЛЬСІЙНОГО ЛІКЕРУ

Машталер К.К., Півень О.М., Березка Т.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Лікери є широко відомими завдяки солодкому смаку та насиченому аромату, адже їх виготовляють на основі фруктової, ягідної, пряно-ароматичної сировини. Через вміст натуральних компонентів, що мають позитивний вплив на здоров'я людини, лікери мають низку корисних властивостей при помірному вживанні: зміцнюють імунітету, серцево-судинної та нервової систем, насичують організм вітамінами та мінералами. Емульсійні лікери виготовляють на основі молока, вершків, яєць з додаванням напівфабрикатів лікеро-горілчаної промисловості. Вони мають ніжний, м'який солодкий смак, більш щільну консистенцію порівняно з іншими видами лікерів.

Щоб отримати оптимальні органолептичні та корисні властивості було розглянуте питання підбору сировини для нового продукту – емульсійного лікеру на основі кави, какао, коров'ячого молока, з додаванням екстрактів кокосової стружки та прянощів. Кофеїн, значна кількість якого міститься у кавових зернах, покращує кровообіг, прискорює обмін речовин, сприяє підвищенню активності та концентрації уваги. Какао-порошок також має унікальні властивості, зокрема містить необхідні людині органічні кислоти, вітаміни та мінерали, антиоксиданти, флавоноїди. До складу кокосової стружки входять багато мікроелементів та майже всі вітаміни групи В, що є корисними для кісток і позитивно впливає на стан шкіри, волосся та нігтів. Для спиртових екстрактів були підібрані такі прянощі, як кориця, бадьян та кардамон, що надають приємний гармонійний смак та аромат. Вони мають протизапальний, антибактеріальний вплив на організм людини, поліпшують роботу травної системи.

В ході роботи було проведено дослідження впливу технологічних факторів процесу екстрагування на вміст сухих речовин в екстракті. Після обробки результатів експерименту було отримано математичний опис процесу екстрагування у виді рівняння регресії. Запропоновано оптимальні технологічні режими.

Далі для отримання напою з заданими органолептичними властивостями було побудовано діаграму залежності типу склад-властивості методом симплекс-гатчастих планів Шеффе, які забезпечують рівномірне розподілення експериментальних точок з $(q-1)$ -мірним симплексом. Для реалізації факторного експерименту третього порядку було запропоновано 10 рецептур напою з постійною смаковою основою та різним вмістом взаємозамінних компонентів (екстрактів прянощів). На основі 10-бальної дегустаційної оцінки зразків лікеру було виявлено вплив співвідношення взаємозамінних компонентів на органолептичну оцінку напою.

Таким чином, було розроблено рецептуру нового емульсійного лікеру.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВЧИХ ОПЕРАЦІЙ ПІД ЧАС ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ САФЛОРУ ВІТЧИЗНЯНИХ СОРТІВ

Мироненко Л.С., Перевалов Л.І., Тимченко В.К., Арутюнян Т.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На кафедрі технології жирів та продуктів бродіння виконано комплекс досліджень щодо створення науково обґрунтованої технології обрушування насіння сафлору сорту Лагідний, адаптованого до умов Східного Лісостепу [1].

Показано, що за умови попереднього охолодження насіння сафлору до температури мінус 35 – мінус 45 °С, вологості насіння 4,2%, частоті обертання ротору насіннерушки $28,33\text{с}^{-1}$ можна суттєво знизити міцність насінневої оболонки і досягнути ступеню обрушування на рівні 85,0 – 88,0 %. За умови кімнатної температури (20 – 25 °С) цей показник не перевищує 23,0%.

Сафлорова олія холодного пресування, одержана з обрушеного насіння, за органолептичними, фізико-хімічними та показниками безпеки є харчовою і не потребує рафінування на відміну від олії, яку вилучають, зазвичай, з цілого насіння.

Для підготовки технічних умов на олію сафлорову харчову проведено комплексні дослідження з визначення жирнокислотного, ацилгліцеринового, стеринного та вітамінного складу [2]. З метою прогнозування терміну придатності виконано дослідження з визначення окиснювальної стабільності олії сафлорової холодного пресування і виявлено, що період індукції при додаванні 0,02% водно-спиртового екстракту зеленого чаю може бути збільшений у 2,39 рази [3].

Література:

1. Мироненко Л.С. Дослідження та аналіз технологічних властивостей насіння сафлору вітчизняних сортів / Л.С. Мироненко, Є.А. Криштоп, Л.І. Григорова, В.К. Тимченко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2019. – №15. – С.61-65.
2. Мироненко Л.С. Аналіз структурних показників олії з насіння сафлору, адаптованого в умовах східного лісостепу / Л.С. Мироненко, В.К. Тимченко, Л.І. Перевалов, І.М. Яковлева, Т.В. Арутюнян // Науковий журнал «Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки». – 2019. – Том 30 (69). – Ч.2 – № 5. – С.98-103.
3. Л.С. Мироненко. Дослідження показників безпеки та окиснювальної стабільності сафлорової олії / Л.С. Мироненко, В.К. Тимченко, Л.І. Перевалов, Т.В. Арутюнян // Інтегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – №1. – С.72-81.

РОЗПОДІЛ ТЕПЛОТИ ЗГОРЯННЯ ЗА КЛАСАМИ КРУПНОСТІ КОКСУ**Мирошниченко І. В., Мірошниченко Д. В., Шульга І. В.***Національний технічний університет**«Харківський політехнічний інститут»,**Державне підприємство «Український державний науково-дослідний
вуглекімічний інститут (УХІН)»,**м. Харків*

Рівень «готовності» коксу, виражений величиною виходу летких речовин і дійсної щільністю коксу, значно впливає на величину найвищої теплоти згоряння. Менш «готовий» доменний кокс, отриманий на коксових батареях №1 та № 3,4 КХВ ПрАТ «МК» Азовсталь», характеризується більш високими значеннями найвищої теплоти згоряння його класів крупності. У табл. 1 наведені результати визначення технічного аналізу та теплоти згоряння різних класів крупності відібраних проб коксу.

Таблиця 1 - Технологічні властивості і теплота згоряння коксів КБ №1 і КБ №3-4

Батарея	Клас крупності коксу, мм	Технічний аналіз, %					Теплота згоряння, МДж/кг	
		W_r^t	W^a	A^d	S_t^d	V^{daf}	Q_s^{daf}	Q_i^r
№ 1	>80	3,6	0,5	11,4	0,66	1,0	32,30	25,54
	60–80	10,4	0,2	11,1	0,63	1,2	32,45	25,48
	40–60	8,8	0,3	11,5	0,67	1,4	32,75	25,37
	25–40	20,0	0,3	11,3	0,70	1,7	32,61	25,42
	10–25	24,1	0,7	11,8	0,67	2,2	33,02	25,27
	<10	21,2	1,0	12,1	0,76	2,3	33,44	25,11
№ 3, 4	>80	4,7	0,1	11,5	0,67	0,5	32,26	25,56
	60–80	5,4	0,2	11,8	0,73	0,6	32,33	25,53
	40–60	7,5	0,2	11,3	0,72	0,7	32,43	25,46
	25–40	11,1	0,2	11,2	0,77	0,8	32,63	25,38
	10–25	15,2	0,2	13,0	0,77	1,4	32,81	25,31
	<10	12,6	0,5	13,8	0,82	1,2	33,06	25,22

Значення найвищої теплоти згоряння доменного коксу мокрого гасіння зазнають суттєвих змін залежно від його крупності. Класи крупності менше 25 мм, характеризуються максимальними значеннями найвищої теплоти згоряння, що досягає 33,0 МДж/кг і більше.

Значення найвищої теплоти згоряння доменного коксу може служити критерієм (на додаток до вже наявних) оцінки ступеня «готовності» доменного коксу.

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОГО НАПОЮ «ПЕКУЧА ТРОЯНДА»

Мочалов О.Ю., Півень О.М., Березка Т.О.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

В роботі розглянуте питання підбору компонентів для нового лікєро-горілчаного напою на основі узвару каркаде, цукрового сиропу, рослинних екстрактів та прянощів «Пекуча троянда». Каркаде – пелюстки розети суданської рози, він характеризується вмістом антоціанів – рослинних глікозидів, які забарвлюють квіти; кислот органічного походження; вуглеводів; речовин з антиоксидантною активністю; вітамінами групи В (В1, В2, В5), а також ніотинову (РР) та аскорбінову (С) кислоти, а також Са, Р, Fe, К, Na і т.і. За органолептичними властивостями новий напій характеризується, як яскраво-червоний чи бордовий з легким солодким смаком з впізнавасемою кислинкою. Також, як компоненти напою запропоновано використовувати такі рослинні водно-спиртові екстракти: екстракт перцю чілі, якому властивий гострий унікальний присмак; екстракт кориці, що надає напою ніжний пряний аромат; екстракт кардамону, який надає лікєру спецефічний аромат та приємну гіркоту; екстракт бадьяну, який збалансовує присмак та аромат інших компонентів. Для отримання напою із заданими фізико-хімічними та органолептичними показниками в ході роботи застосовано ПФЕ. У даному експерименті було поставлено задачу – виявити вплив технологічних факторів процесу екстрагування (тривалості екстрагування, температури процесу та концентрації спирту) на параметр відгуку (вмісту сухих речовин в екстракті). Після обробки результатів дослідження було отримано математичний опис процесу екстрагування у виді регресійного рівняння. Запропоновано раціональні технологічні режими. Також було проведено дегустаційну оцінку, з метою виявлення оптимального співвідношення компонентів у напої, при якому можна було отримати максимальну органолептичну оцінку. Найбільш поширеними для дослідження композицій сумішей є симплекс - ґратчасті плани Шеффе. Для визначення залежності органолептичної оцінки від концентрації взаємозамінних компонентів було реалізовано факторний експеримент третього порядку. Для цього було запропоновано 10 рецептур напою з різною кількістю взаємозамінних компонентів, але з постійною смаковою основою. За результатами дегустаційної оцінки отримано математичну модель у вигляді рівняння регресії (x_1 – масова частка екстракту кориці, x_2 – масова частка екстракту кардамону, x_3 – масова частка екстракту бадьяну, Y – органолептична оцінка):

$$Y = 8,025x_1 + 7,7x_2 + 7,7x_3 - 1,3x_1x_2 + 0,42x_1x_3 + 2,475x_2x_3 - 4,9x_1x_2(x_1-x_2) + 1,5x_1x_3(x_1-x_3) - 2,7x_2x_3(x_2-x_3) + 15,9x_1x_2x_3$$

Таким чином, визначено найкраще співвідношення складових нового напою та було розроблено рецептуру нового лікєро-горілчаного «Пекуча троянда».

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ БАНАНОВИХ ХЛІБЦІВ З СУХОФРУКТАМИ

Мурсалова А.Р., Півень О.М., Березка Т.О

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Хлібці - це продукти здорового харчування, до рецептури яких входить лише гречка, кукурудза, пшениця або інші злакові культури.

У хлібцях багато вуглеводів, клітковини, інших харчових волокон, ненасичених і поліненасичених жирів, замінних і незамінних амінокислот. Користь обумовлена великим вмістом вітаміну Е (токоферолу), вітаміну А (ретинолу), бета-каротину, вітамінів В1, В2, РР.

З метою розширення асортименту харчових продуктів з натуральним складом було запропоновано рецептуру нового продукту «Бананові хлібці» з використанням натуральних компонентів.

Технічний результат корисної моделі полягає у розробці хлібців з вмістом тільки натуральних компонентів, тобто продукту підвищеної харчової та біологічної цінності.

Технічний результат досягається завдяки оригінальній рецептурі хлібців на банановій основі з додаванням продуктів рослинного походження та особливостями виробництва, в результаті чого отримується продукт з більш високими органолептичними показниками. Продукт має банановий смак та ледве помітний кокосовий тон. До складу хлібців входять: банан, вівсяні пластівці, кокосова стружка та суміш різних сухофруктів.

За допомогою планування експерименту (найбільш поширеними для дослідження композицій сумішей є симплекс – гратчасті плани Шеффе), було проведено дегустаційну оцінку, з метою досягання оптимального співвідношення компонентів у продукті, при якому можна було отримати максимальну органолептичну оцінку. Для цього було підготовлено 10 зразків з різною рецептурою продукту, тобто з різною кількістю взаємозамінних компонентів, але з однаковою рецептурною основою.

За отриманими результатами дегустаційної оцінки, було побудовано трикутник, в обраному полі точності. А також було отримано математичну модель у вигляді рівняння регресії, завдяки якому було отримано максимальну дегустаційну оцінку.

$$Y = 7,46x_1 + 7,46x_2 + 7,49x_3 + 1,4625x_1x_2 - 0,045x_1x_3 + 0,2925x_2x_3 + 0,608x_1x_2(x_1-x_2) + 4,6x_1x_3(x_1-x_3) - 0,878x_2x_3(x_2-x_3) - 1,62x_1,$$

де x_1 – вміст сухої вишні у трикомпонентній системі суміші сухофруктів;
 x_2 - вміст клюкви у трикомпонентній системі суміші сухофруктів;
 x_3 - вміст кураги у трикомпонентній системі суміші сухофруктів;

Таким чином, була визначена остаточна рецептура «Бананових хлібців» з максимальною органолептичною оцінкою 7,9 балів при вмісті сухої вишні 77%, кураги 20% та клюкви 3% у трикомпонентній системі сухофруктів.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ДИЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ В УМОВАХ НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ

Набіль Абдель Сатер, Григоров А.Б.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Підвищення конкурентоспроможності на світовому ринку нафтопродуктів паливо-мастильних матеріалів Українського виробництва є неможливим без своєчасної модернізації підприємств нафтопереробної галузі. Першим напрямком такої модернізації є суттєве апаратне переоснащення технологічних схем виробництва нафтопродуктів, другим - удосконалення системи контролю процесів, що відбуваються на нафтопереробному заводі (НПЗ) в цілому. За своєю значимістю ці два напрямки є рівноцінними та визначають відповідність виготовлених паливо-мастильних матеріалів вимогам нормативно-технічної документації.

Розглядаючи систему контролю технологічних процесів, зауважимо, що в умовах НПЗ вона застосовується, як на дільницях попередньої підготовки сировини та безпосередньої її переробки, так і на дільниці компаундування нафтопродуктів. Сучасні системи контролю частково базується на роботі центральних заводських лабораторій, які відіграють дуже важливу роль при визначенні показників якості паливно-мастильних матеріалів, по яким можна судити про порушення на окремих дільницях НПЗ або усього технологічного процесу. При цьому, існує ряд складностей пов'язаних з виникненням додаткових виробничих витрат (на закупку матеріалів, реактивів, обладнання; заробітної плати співробітникам, проведення калібрування обладнання тощо). Також не варто забувати і про витрати часу на визначення показників якості паливо-мастильних матеріалів.

Зважаючи на це, запропонуємо систему оперативного контролю технологічних процесів, яка буде базуватися на визначенні показників якості сировини/продукції за допомогою електрофізичного показника – відносної діелектричної проникності (ϵ) [1]. Застосування цього показника у датчиках, які будуть монтуватися безпосередньо у технологічних трубопроводах дозволить визначати ступень попередньої підготовки сировини (сумарний вміст води, механічних домішок та хлористих солей), глибину вилучення дистилятних фракцій та контролювати систему автоматичного компаундування паливо-мастильних матеріалів.

Такий підхід дозволить значно підвищити гнучкість виробництва, оперативно визначати порушення у технологічних процесах на НПЗ та контролювати товарні кондиції паливо-мастильних матеріалів.

Література

1. Руднев В.А. Застосування методу діелектрометрії при експертному дослідженні нафтопродуктів /В.А. Руднев, П.В. Карножицький // Вісник ХНУ.- 2009. - №870. - Вип. 17(40). - С.172-177.

БІОТЕХНОЛОГІЯ КЕФІРУ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

Надточій Д.К., Варанкіна О.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Сьогодні раціон харчування людини не можна уявити без вживання кисломолочних продуктів. В даній групі продуктів великий попит у споживачів має кефір, який поєднує у собі корисні властивості та економічну доступність. Але виробництво кисломолочних продуктів являється складним процесом, та потребує постійного вдосконалення для задоволення потреб споживачів.

Кефір – кисломолочний продукт змішаного молочнокислого та спиртового бродіння, який виробляють на природній симбіотичній заквасці: на кефірних грибках, до складу яких входять мезофільні молочнокислі стрептококи, мезофільні молочнокислі і термофільні палички типу стрето- і бета-бактерій і болгарської палички, а також дріжджі й оцтовокислі бактерії. Залежно від продуктів, що накопичуються в процесі бродіння, всі молочнокислі бактерії поділяють на гомоферментативні і гетероферментативні. Молочнокислі бактерії (*Lac. lactis*, *Lac. cremoris*, *Lac. diacetilactis*, *Str. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*), що утворюють в якості основного продукту бродіння молочну кислоту, відносять до гомоферментативних; бактерії (*Leuc. cremoris*, *Leuc. dextranicum* та ін), які крім молочної кислоти в значних кількостях утворюють і інші продукти бродіння – до гетероферментативних Мікроорганізми, які містяться у кефірі, позитивно впливають на роботу організму людини, надають продукту пробіотичні властивості [1].

Мета отримання кефіру підвищеної харчової цінності полягає у тому, що проводиться збагачення продукту натуральним рослинним наповнювачем, яким є сироп з топінамбуру. Цінність топінамбуру, як харчової культури визначає його біохімічний склад. Бульби містять велику кількість пектину, харчових волокон, білка, амінокислот, в тому числі незамінних, життєво необхідних макроелементів і мікроелементів, а також органічних і жирних кислот, що мають антиоксидантну дію, а також такі вітаміни, як В1, В2 і С. Технічний результат полягає у підвищенні харчової цінності, у поліпшенні органолептичних і фізико-хімічних показників якості готового продукту, збільшенні тривалості його зберігання та полягає у розширенні асортименту продукції з функціональними властивостями [2].

Література:

1. Технология жидких кисломолочных продуктов и напитков. URL: <https://mirznanii.com/a/193694-3/tehnologiya-zhidkikh-kislomolochnykh-produktov-i-napitkov-3/> (дата звернення: 12.03.2020).
2. Получение кефира повышенной пищевой ценности: пат. 2655445 Российская Федерация: МПК А23С9/13; – № 2016149723; заявл. 16.12.16; опубл. 28.05.18, Бюл. № 16.

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СИНТЕЗУ ЛІПІДНИХ СИСТЕМ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

Некрасов П.О., Некрасов О.П., Гудзь О.М., Зеленська Ю.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Людина, як і будь-який живий організм, являє собою відкриту термодинамічну систему, яка може зберігати свою цілісність та здатність до самовідтворення завдяки постійному обміну речовин із зовнішнім середовищем. Харчування є основним фактором в забезпеченні оптимального росту і розвитку, адаптації до впливу різних агентів навколишнього середовища, якості і тривалості життя людини. На відміну від інших чинників навколишнього середовища їжа є багатокomпонентною системою. З їжею в організм надходить більше ніж 600 різних речовин органічної і неорганічної природи, які сприяють виконанню їжею різноманітних функцій у процесі життєдіяльності організму та забезпечують сталість внутрішнього середовища та здоров'я людини.

Одними з таких речовин є фітостероли – стероїдні спирти, природним чином присутні в рослинах і одержуваних з них оліях. Роль фітостеролів в організмі людини зводиться до зниження надмірного рівня холестерину, який призводить до підвищеного ризику серцево-судинних захворювань. Механізм інгібування фітостеролами абсорбції холестерину полягає в конкуренції за положення в змішаних міцелах, необхідних для його кишкового всмоктування. Фітостероли більш гідрофобні і мають більш високу афінність до міцел, ніж холестерин. Як результат, всмоктування останнього як екзогенного з продуктів харчування, так і ендogenous з жовчних кислот, знижується приблизно на 50%. Зниження всмоктування холестерину веде до зменшення його концентрації в плазмі крові, не дивлячись на компенсаторне збільшення його синтезу в печінці.

Рекомендована норма споживання людиною фітостеролів становить 400-800 мг на добу. У вільному стані фітостероли мають низьку біодоступність. Тому вони повинні надходити в організм людини у вигляді складних ефірів з жирними кислотами.

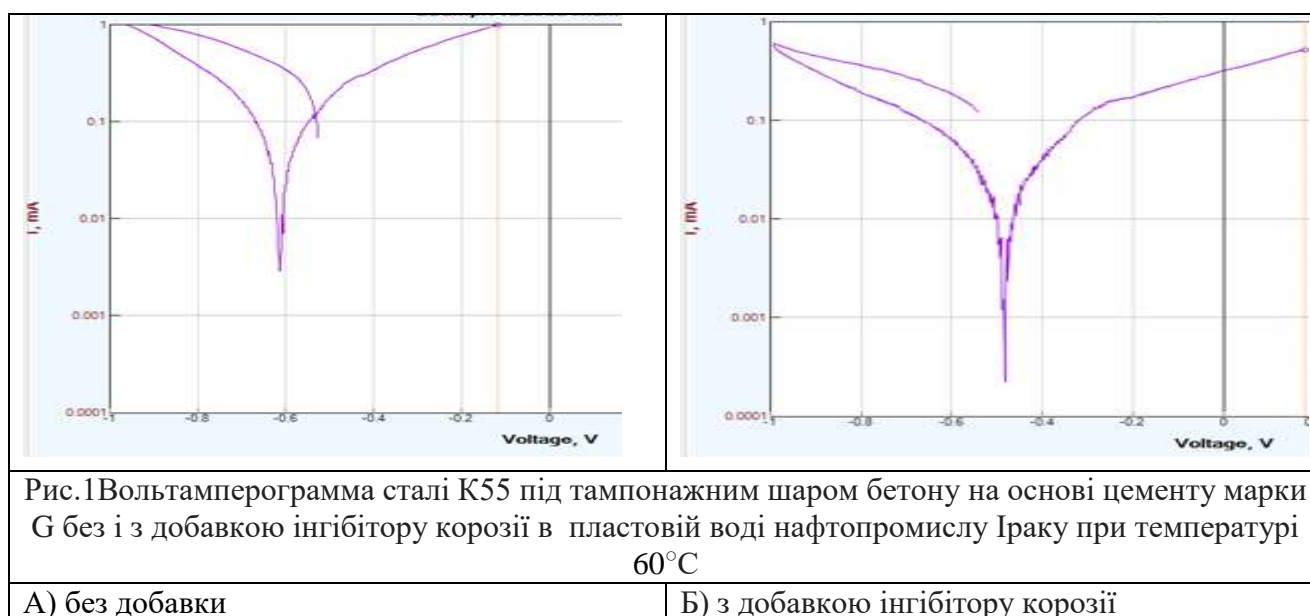
Метою роботи було дослідження кінетики біокаталітичного синтезу складних ефірів фітостеролів і жирних кислот соняшникової олії, спрямованого на встановлення раціональних параметрів процесу.

Для оптимізації було застосовано методологію поверхні відклику. Моделювання та обробка експериментальних даних виконувались за допомогою пакета Statistica 10 (StatSoft, Inc.)

У ході роботи було визначено раціональні умови синтезу ліпідних систем підвищеної харчової цінності та отримано відповідну математичну модель, яка дозволяє теоретично розрахувати вихід цільового продукту при зміні обраних предикторів: тривалості процесу і температури.

АНТИКОРОЗІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТАМПОНАЖНИХ КОМПОЗИЦІЙ**Немах¹ А.М., Донський¹ Д.Ф., Нестеренко² С.В.**¹ *Національний технічний університет**«Харківський політехнічний інститут»,*² *Харківський національний університет міського господарства**ім. О.М. Бекетова,**м. Харків*

В роботі розглянуті питання поліпшення антикорозійних властивостей тампонажних композицій, які використовуються для кріплення обсадних колон на нафтових родовищах Іраку. Проведена оцінка захисних антикорозійних властивостей отриманих дослідних зразків цементного каменю в порівнянні з базовими композиціями (на основі портландцемент марки G) в пластовій воді із загальною мінералізацією 120-150 г/л при температурі 60°C. Вміст корозійно-активних газів CO₂ та H₂S 1 та 2,5%. Типовий приклад циклічних вольтамперометричних кривих та розрахована швидкість корозії сталі K55 та захисна дія дослідних зразків цементного каменю наведені (рис. 1, табл.1).



Таблиця 1 Результати аналізу вольтамперометричних досліджень

Умови досліджу	Густина корозійного струму, (мА/см ²)	Швидкість корозії, г/(м ² * год.)	Швидкість корозії, мм/рік	Захисна дія, %
А	0,092	0,94	1,05	-
Б	0,014	0,15	0,17	84,8

ДОСЛІДЖЕННЯ АНОДНОГО ОКИСНЕННЯ ОДНОАТОМНИХ СПИРТІВ КОМПОЗИТНИМИ ПОКРИТТЯМИ СПЛАВАМИ КОБАЛЬТУ

Ненастіна Т.О.*, Ведь М.В., Сахненко М.Д., Проскурина В.О.

**Харківський національний автомобільно-дорожній університет,*

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

м. Харків

Лужні спирто-повітряні паливні елементи прямого окиснення розглядаються як перспективні резервні джерела струму та для забезпечення живлення портативних електронних пристроїв. Каталізатори, що призначені для застосування у складі паливних елементів, при не високій вартості мають забезпечити високу питому активність цільової реакції при низьких температурах (нижче 60 °С), максимально можливу глибину окислення палива, стабільність і тривалу роботу.

Велика кількість досліджень останніх років присвячена вивченню процесу електроокислення метилового і етилового спиртів. Традиційно кращим каталізатором для реакції окислення етанолу в кислому і лужному середовищах є платина. Однак використання платинових електродів має ряд недоліків. Утворення адсорбованого СО в результаті дисоціативної хемосорбції спиртів призводить до отруєння поверхні електрода і зниження його каталітичної активності, тому велика увага приділяється розробці електрокаталітичних матеріалів, модифікованих різними металами, яким притаманна висока каталітична активність і, разом з тим, більша стійкість до отруєння.

Відомо, що сполуки молібдену та вольфраму в нижчих ступенях окислення мають певну каталітичну активність щодо багатьох процесів, таких як електрохімічне окислення метанолу, відновлення іодат-іона, кисню тощо. З цієї точки зору цікавими є електролітичні сплави кобальту, що леговані молібденом, вольфрамом і цирконієм.

Механізм електролітичного окислення метанолу і етанолу досліджували при кімнатній температурі на електродах з електролітичним композиційним покриттям на основі потрійних сплавів складу Co-Mo-W_xO_y, Co-Mo-ZrO₂ та Co-W-ZrO₂ товщиною не менше 5 мкм. На основі проведених експериментів можна зробити висновок, що стадія (CH₃OH)_s → (HCHO)_s є лімітуючою у загальному електродному процесі, а оксиди легувальних металів беруть участь у хімічному окисненні метанолу, виконуючи роль донору кисню для метанолу і проміжного метанолу (HCHO)_s. Це прискорює процес окислення. Отримані дані свідчать про досить високу електрокаталітичну активність потрійних сплавів, а саме Co-Mo(W)-ZrO₂ щодо окислення метанолу в лужному середовищі. Такі каталітичні властивості можна пояснити більш високим ступенем розгалуження поверхні та синергетичним ефектом кобальту, молібдену та цирконію, які характеризуються змінними станами окислення та спорідненістю до кисню.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ РІДКИМ АЗОТОМ

Нечипоренко Д.І., Запорожець А.І., Новожилова Т.Б.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

В даний час в промисловому масштабі для заморожування харчових продуктів використовуються наступні криогенні агенти: рідкий азот, діоксид вуглецю і хладон. Основними перевагами криогенного методу є: мала тривалість процесу, збереження якості продукту, мінімальні втрати його маси.

У роботі було досліджено два способи заморожування рідким азотом: занурення і зрошення. На рисунку представлено результати досліджень залежності швидкості охолодження від витрати азоту при різних способах подачі азоту.

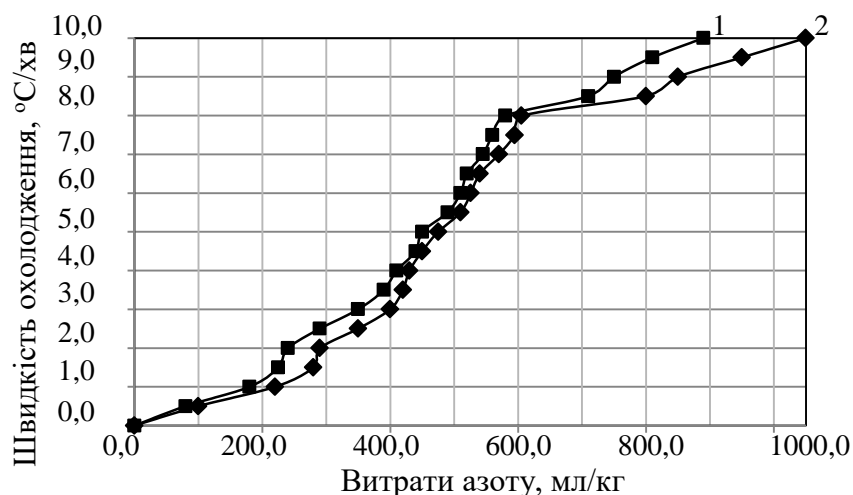


Рис.1 – Залежність швидкості охолодження від витрати азоту при різних способах подачі азоту: 1 – зрошення; 2 – занурення

Обидві криві (зрошення і занурення) характеризуються трьома періодами з двома вузловими точками. Перший період відповідає діапазону значень витрати азоту 0,0 – 200,0 мл / кг, при цьому швидкість охолодження змінюється всього лише з 0,0 до 1,0 °C/ хв. Другий період знаходиться в діапазоні значень витрати азоту 200,0 – 600,0 мл / кг, швидкість охолодження при цьому змінюється від 1,0 до 8,0 °C / хв. Цей період характеризується високим приростом значень швидкості охолодження при постійному збільшенні витрати азоту. Потім починається третій період, якому характерна падаюча швидкість охолодження.

Аналізуючи представлений графік можна зробити висновок, що досягнення низької температури (- 40°C) можливо здійснити швидше при використанні способу занурення.

РЕЗУЛЬТАТИ ОПТИМІЗАЦІЇ ДРУГОГО СТУПЕНЮ СИСТЕМИ ВИПАРКИ

Нікульшин В.Р., Денисова А.Є., Мельнік С.І., Гега К.В., Гречка О.Г.
Одеський національний політехнічний університет,
м. Одеса

Для відділення випарки типового цукрового заводу нами був розроблений метод термoeкономічної оптимізації (за величиною температурного напору в окремих ступенях). Отримані значення оптимальних температурних напорів і локальних оптимумів річних термoeкономічних витрат для другого ступеня, наведені в таблиці.

Таблиця – Уточнені значення температурного напору та річних термoeкономічних витрат в другому ступені (оптимальні величини виділені)

Температурний напір, ΔT_i , К	Температура грюючої пари, T_{h1} , К	Поверхня теплообміну, A_{s1} , м ²	Втрати ексертії, Π_1 , Вт	Вартісне вираження річних ексертетичних витрат, Z_{e1} , USD/year	Річні капітальні та зв'язані з ними витрати, Z_{k1} , USD/year	Річні термoeкономічні витрати, Z_1 , USD/year
9,4	399,4	2090	486547	50932	61928	112861
9,5	399,5	2068	491600	51461	61387	112848
9,6	399,6	2047	496651	51990	60856	112846
9,7	399,7	2026	501699	52518	60335	112854
9,8	399,8	2005	506744	53047	59825	112872

Знайдене значення температурного напору перевищує відповідне у існуючій системі випарки на 1,9 °С. Підтримання такого збільшеного температурного напору у другому ступені дозволить зменшити річні витрати в цьому ступені на 2780 USD.

Слід зазначити, що знайдені значення ΔT_i^{opt} в силу жорсткої прив'язки до технологічного ланцюжка кожного ступеня вимагають взаємного узгодження, тому що потоки, які виходять з попередніх ступенів, одночасно входять в наступні, а, отже, температурний рівень процесів в ступенях повинен узгоджено змінюватися, змінюючи тим самим величину термoeкономічних витрат.

Крім того, зміна параметрів потоків всередині енерготехнологічної системи відділення випарки викличе також зміну параметрів потоків, які покидають це відділення. Тому знайдений оптимум температурного напору у другому ступені (а також і у інших ступенях) є локальним і потребує корегування при оптимізації системи випарювання в цілому.

РЕЗУЛЬТАТИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРЕТЬОГО СТУПЕНЮ СИСТЕМИ ВИПАРКИ

Нікульшин В.Р., Денисова А.Є., Мельнік С.І.,
Калінний А.Ю., Керфа Хайт, Цінь Ідзунь
Одеський національний політехнічний університет,
м. Одеса

Для відділення випарки типового цукрового заводу нами був розроблений метод термoeкономічної оптимізації (за величиною температурного напору в окремих ступенях). Отримані значення оптимальних температурних напорів і локальних оптимумів річних термoeкономічних витрат для третього ступеня, наведені в таблиці.

Таблиця – Уточнені значення температурного напору та річних термoeкономічних витрат в третьому ступені (оптимальні величини виділені)

Температурний напір, ΔT_i , К	Температура гріючої пари, T_{hi} , К	Поверхня теплообміну, A_{si} , м ²	Втрати ексергії, Π_i , Вт	Вартісне вираження річних ексергетичних витрат, Z_{ei} , USD/year	Річні капітальні та зв'язані з ними витрати, Z_{ki} , USD/year	Річні термoeкономічні витрати, Z_i , USD/year
12,1	389,6	1323	332075	34762	42547	77310
12,2	389,7	1312	334734	35040	42264	77305
12,3	389,8	1302	337391	35318	41985	77304
12,4	389,9	1291	340047	35596	41711	77308
12,5	390,0	1281	342701	35874	41440	77315

Знайдене значення температурного напору перевищує відповідне у існуючій системі випарки на 1,6 °С. Підтримання такого збільшеного температурного напору у третьому ступені дозволить зменшити річні витрати в цьому ступені на 740 USD.

Слід зазначити, що знайдені значення ΔT_i^{opt} в силу жорсткої прив'язки до технологічного ланцюжка кожного ступеня вимагають взаємного узгодження, тому що потоки, які виходять з попередніх ступенів, одночасно входять в наступні, а, отже, температурний рівень процесів в ступенях повинен узгоджено змінюватися, змінюючи тим самим величину термoeкономічних витрат.

Крім того, зміна параметрів потоків всередині енерготехнологічної системи відділення випарки викличе також зміну параметрів потоків, які покидають це відділення. Тому знайдений оптимум температурного напору у третьому ступені (а також і у інших ступенях) є локальним і потребує корегування при оптимізації системи випарування в цілому.

**СКЛАДОВІ АЛГОРИТМУ ПОШУКУ РАЦІОНАЛЬНИХ
ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ**
Ольховська О.І.*, Кравченко О.С., Бухкало С.І.
**Харківський Національний університет радіоелектроніки,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Подовжені розробки комплексних проектів зі студентами за обраними напрямками загальної технології харчових та хімічних виробництв [1, 2] з метою визначення алгоритму деяких раціональних закономірностей роботи обладнання. При цьому необхідно відзначити, що сучасний комп'ютер – це сукупність технічних і програмних засобів, які призначені для автоматизованої обробки дискретних даних відповідно до заданого алгоритму. Алгоритм описує процес розв'язування задачі за допомогою скінченної кількості операцій.

Однією з найбільш важливих задач є експериментальне визначення показників функціонування обладнання за представленими властивостями алгоритму дії: масовість – розв'язок однотипних задач із різними вихідними даними можна здійснювати за тим самим алгоритмом, що дає можливість створювати типові програми для розв'язку задач при різних варіантах значень вихідних даних – у цій властивості укладена основна практична цінність алгоритмів; результативність – реалізація обчислювального процесу, передбаченого алгоритмом, повинна через певне число кроків привести до одержання результатів з визначеною точністю або повідомленню про неможливість розв'язку задачі; визначеність (детермінованість) – алгоритм повинен бути однозначним, що виключає довільність тлумачення кожного із приписів, а також відхилень від заданого порядку виконання; дискретність – виконання алгоритму можна розбити на послідовність закінчених неподільних операцій дій – кроків (тобто кроки не можна розділити на більш дрібні кроки). Кожна дія повинна бути завершена виконавцем перш, ніж він перейде до виконання наступної. Значення величин на кожному кроці алгоритму знаходять за певними правилами зі значень величин, отриманих на попередньому кроці.

Правильність – при застосуванні алгоритму із допустимими вхідними даними маємо отримати потрібний результат; процедура перевірки правильності алгоритму – обґрунтування правомірності та перевірка кожного з кроків, підібраних так, щоб охопити всі допустимі вхідні і вихідні дані. Ефективність – забезпечувати розв'язання задачі за мінімальний час з мінімальними витратами апаратних і програмних ресурсів.

Література:

1. Бухкало С.І. Особливості розробки об'єктів інтелектуальної власності зі студентами. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXV міжн. н/практ.конф. (MicroCAD-2018) 17-19 мая 2018. Х.: Ч. II, / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». С. 201.
2. Бухкало С.І. Деякі питання роботи вісника НТУ «ХПІ» серія Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н/практ.конф. (MicroCAD-2019) 15-17 мая 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». С. 277.

МОЖЛИВОСТІ АЛГОРИТМУ ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ
Ольховська О.І.
Харківський Національний університет радіоелектроніки,
м. Харків

Для складання, визначення можливостей та оцінки алгоритмів загальної хімічної та харчової технології існує багато критеріїв, наприклад, алгоритм визначення раціональної роботи різновидів обладнання. Найчастіше аналіз алгоритму (або, як кажуть, аналіз складності алгоритму) полягає в оцінці витрат часу на розв'язок задачі в розрахунку на одиницю вхідних даних. Фактично, ця оцінка зводиться до оцінки кількості базових елементарних операцій, на які можна розкласти даний алгоритм, оскільки кожна така операція виконується за конкретний, відомий відрізок часу.

Складність алгоритму оцінюється також кількістю апаратних ресурсів, зокрема обсягом пам'яті, задіяної для виконання даного алгоритму. Щоб довести до користувача алгоритми в залежності від їх призначення, вони мають бути формалізовані за певними правилами за допомогою конкретних зображальних засобів. Засоби, що використовуються для запису алгоритмів, значною мірою визначаються тим, для якого виконавця призначається алгоритм. Якщо алгоритм призначений для виконавця-людини, то його запис може бути не повністю формалізований, у цьому разі головне в формі запису – це наочність і зрозумілість. Для запису алгоритмів, призначених для реалізації на ЕОМ, необхідна строга формалізація.

До основних зображальних засобів алгоритмів належать такі способи їх запису: словесний, формульно-словесний, схеми алгоритмів, мова операторних схем, НІРО-схеми, псевдо-коди, мови програмування. При словесному способі запису алгоритму кожна операція перетворення формулюється природною мовою у вигляді правила. Правила нумеруються, щоб мати можливість на них посилатися, і зазначається порядок їх виконання. Алгоритм у вербальній формі може виявитися дуже об'ємним і важким для сприйняття.

Формульно-словесний спосіб запису алгоритму ґрунтується на завданні інструкцій про виконання конкретних дій у певній послідовності з використанням математичних символів і виразів зі словесними поясненнями – він більш компактний і наочний в порівнянні зі словесним, але не є строго формалізованим. Даний спосіб прийнятий під час опису різного роду математичних викладок, наприклад математичний опис процесу – легко зчитується і буде зрозумілим багатьом фахівцям без спеціальної підготовки.

Література:

1. Бухкало С.І. Особливості інформаційного простору об'єктів інтелектуальної власності. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXV міжн. н/практ.конф. (MicroCAD-2018) 17-19 мая 2018. Х.: Ч. II, / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». С. 209.
2. Бухкало С.І., Іглін С.П., Главчева Ю.Н., Мірошніченко Н.М. Можливості ідентифікації компонентів складових комплексних проєктів. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2018. – № 40 (1316). – С. 46–52. doi: 10.20998/2220-4784.2018.40.08

ОСОБЛИВОСТІ АЛГОРИТМУ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ

Ольховська О.І.

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків*

Формулювання завдання апроксимації даних для опису експериментальних залежностей роботи обладнання і отримання емпіричних моделей процесів нерозривно пов'язане з рішенням завдання апроксимації для нелінійних і лінійних за параметрами моделей. Аналітичний і алгоритмічний підходи для вирішення завдання апроксимації для лінійних і лінеаризованих моделей методом найменших квадратів широко відомі для застосування у цих випадках.

Псевдокод – мова, що нагадує мову програмування, але використовується для опису програми в загальних рисах, зображає один з методів складання програм. Псевдокод являє собою систему позначень і правил, призначену для одноманітного запису алгоритмів. Він займає проміжне місце між природною і формальною мовами. Псевдокод близький до звичайної природної мови, тому алгоритми можуть на ньому записуватися і зчитуватися як звичайний текст.

З іншого боку, в псевдокодi використовуються деякі формальні конструкції і математична символіка, що наближає запис алгоритму до загальноприйнятого математичного запису. У псевдокодi не прийняті строгі синтаксичні правила для запису команд, властиві формальним мовам, що полегшує запис алгоритму на стадії проектування і дає можливість використати ширший набір команд, розрахований на абстрактного користувача. Проте в псевдокодi є деякі конструкції, властиві формальним мовам, що полегшує перехід від запису на псевдокодi до запису алгоритму формальною мовою. У псевдокодi, так само як і в формальних мовах, є службові слова, значення яких визначене раз і назавжди.

Єдиного або формального визначення псевдокоду не існує, тому можливі різні псевдокоди, що відрізняються набором службових слів і основних конструкцій. Формулювання гіпотез, побудова математичного опису, розробка алгоритму, перевірка адекватності моделі і ідентифікація їх параметрів, розрахункові дослідження (обчислювальний експеримент); складання систем рівнянь математичного опису процесів і розробка алгоритмів їх вирішення пов'язані з особливостями визначення роботи обладнання.

Література:

1. Бухкало С.І. Особливості розробки об'єктів інтелектуальної власності зі студентами. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXV міжн. н/практ.конф. (MicroCAD-2018) 17-19 мая 2018. Х.: Ч. II, / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». С. 201.
2. Бухкало С.І. Деякі питання роботи вісника НТУ «ХПІ» серія Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н/практ.конф. (MicroCAD-2019) 15-17 мая 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». С. 277.
3. Бухкало С.І. Визначення загальної технології комплексних курсових проєктів. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н/практ.конф. (MicroCAD-2019) 15-17 мая 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». С. 217.

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ УМОВ ПРОВЕДЕННЯ АМОНОЛІЗУ РИЦИНОВОЇ ОЛІЇ

Оса О.В., Гладкий Ф.Ф., Гаврюшенко К.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Головними вимогами, що пред'являються екологами до промисловості ПАР у різних країнах світу, є виробництво нетоксичної та такої, що легко піддається біологічному розпаду, продукції. Цим вимогам найбільшою мірою відповідають ПАР, отримані з відновлюваної сировини. Тенденція, яка спостерігається у виробництві ПАР, – зміщення в бік виробництва продукції, яка легко піддається біологічній деструкції та має м'який вплив на шкіру [1], призвела до зацікавленості N-ацил похідними амінокислот. Ациламінокислоти – це особливі поверхнево-активні речовини, що відрізняються від інших здатністю до біодеградації, меншою токсичністю порівняно з традиційними, вони мають велику розчинність, відмінні адсорбційні характеристики, кращу стабільність по відношенню до жорсткої води, багато з них є відмінними емульгаторами і бактерицидними речовинами [2].

Створення простої, максимально екологічної та більш економічної, в порівнянні із вже існуючими, технології поверхнево – активних похідних амінокислот, яку можливо було б застосовувати в промислових масштабах, є надзвичайно актуальним. Нами проведено амоноліз рицинової олії методом [3], в результаті якого отримано рициноїлгліцин з виходом продукту 70%. Натрієва сіль рициноїлгліцину добре розчинна у воді, величина її поверхневого натягу 36,7 мН/м. З метою встановлення кількісної залежності (у вигляді регресійної моделі) виходу рициноїлгліцину від температури нагрівання, часу взаємодії рицинової олії і натрієвої солі гліцину та кількості каталізатора, а також розрахування оптимальних умов проведення процесу проведено повний факторний експеримент першого порядку.

Нами отримано продукт з унікальними властивостями, які роблять його цінним в якості добавки в рецептурі харчових продуктів, косметики, засобів особистої гігієни і фармацевтичних препаратів. Раціональні умови амонолізу рицинової олії, які забезпечують збільшення виходу цільового продукту, будуть необхідними для подальшого дослідження.

Література:

1. Ковальова О.М., Цигульова О. М., Шуміло О. М., Деєва О.О. Безпека косметичних товарів в Україні. Медико-правові аспекти та сучасна кон'юнктура на внутрішньому ринку – Київ : ФОП «Клименко», 2016. – 447 с.
2. Infante, M. R. Amino acid-based surfactants/ Infante, M. R., Pérez, L., Pinazo, A., Clapés, P., Morán, M. C., Angelet, M., Vinardell, M. P. // Comptes Rendus Chimie. – 2004. – №7(6-7). – pp. 583–592.
3. Гаврюшенко К.О., Гладкий Ф.Ф. Отримання ацилгліцеринів амінокислот шляхом переестерифікації, XI Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів (18–21 квітня 2017 року): матеріали конференції: у 3-х ч. – Ч. 2 / за ред. проф. Є.І. Сокола. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – С.211.

РОЗЧИНЕННЯ СПЛАВУ WC-Co У РОЗЧИНІ ХЛОРИДНОЇ КИСЛОТИ З ДОДАВАННЯМ ЛІГАНДУ

Османова М.П., Тульський Г.Г., Ляшок Л.В., Шкрябін Є.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Рециклінг вольфраму є доволі складним технологічним процесом. Однак потреба промисловості у металевому вольфрамі та його сполуках вимагає пошуку нових удосконалених методів його одержання. А оскільки останнім часом швидко накопичуються відходи під час виробництва та в результаті експлуатації тверддоріжучого інструменту (різців, напайок, свердел і ін.), доцільно розробляти технології, які дозволять одержувати вольфрам з вторинної сировини (брухту). Такі технології є більш ефективними за вилученням цільового компоненту (вольфраму) та дозволяють раціонально використовувати сировинні ресурси.

В технології рециклінгу вторинної сировини важливим етапом є її розчинення. Перероблення брухту вольфрамвмісної сировини можна проводити у розчинах кислот HNO_3 , H_2SO_4 , HCl . Поведінка сплаву WC-Co у цих електролітах у значній мірі характеризується властивостями металевого вольфраму, так як він є основним компонентом. Тобто реакційна здатність сплаву падає в ряду $\text{HNO}_3 > \text{HCl} > \text{H}_2\text{SO}_4$ [1]. Для досліджень обрали розчин хлоридної кислоти, оскільки за своїми характеристиками він є менш агресивним за HNO_3 , та проявляє більшу ефективність, на відміну від H_2SO_4 .

Електрохімічне розчинення сплаву відбувалося в розчинах HCl 1, 2,5, 5 моль·дм⁻³. При аналізі поляризаційних залежностей вольфрамового електроду нами виявлено, що при збільшенні концентрації швидкість процесу зменшується, що пояснюється зниженням електропровідності електроліту.

Встановлено, що вольфрам у розчині хлоридної кислоти може окиснюватись до вищого оксиду WO_3 . З метою інтенсифікації процесу було досліджено вплив домішки HF – яка є де пасиватором та джерелом лігандів. Встановлено, що введення HF сприяє збільшенню швидкості анодного процесу за рахунок дії F^- , які утворюють з вольфрамом водорозчинні комплексні сполуки та руйнують шар WO_3 , який блокує поверхню анода.

Анодне розчинення псевдосплавів карбідного типу WC - Co в розчині хлоридної кислоти показало, що підвищення концентрації хлоридної кислоти з 1 до 2,5 моль·дм⁻³ збільшує швидкість розчинення в 4...5 раз. Введення в електроліт депасиватора збільшує ефективність процесу та дозволяє одержати вищий оксид вольфраму без додаткових операцій.

Література:

1. Паршутин В. В. Коррозионное и электрохимическое поведение псевдосплавов на основе вольфрама и их компонентов. Электронная обработка материалов. 2008. №6. С. 27 – 45.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ ОКСИДУВАННЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ Ti6Al4V У РОЗЧИНАХ НА ОСНОВІ ЕТИЛЕНГЛІКОЛЮ

Пилипенко О.І., Токайчук Т.М., Сьомкіна О.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Хімічна стійкість титану обумовлена наявністю тонкої (5–6 нм) оксидної плівки, яка утворюється при контакті металу з кисневмісними реагентами. Шар з непровідного TiO_2 майже не має пор і сприяє глибокій пасивації титану. Оксидні плівки надають поверхні титану властивостей біоінертності, що використовується для виготовлення з цього металу зубних протезів, елементів суглобів, ниток, сіток, пластин, виробів для щелепно-лицевої хірургії.

Використання методу електрохімічного окислення дозволяє отримувати однорідні плівки товщиною до 1 мм на виробках складної конфігурації. Структура плівки визначається складом робочого електроліту [1, 2]. Використання розчинів поверхнево-активних сполук з додаванням іонів-активаторів дозволяє одержати впорядковані пористі плівки з порами визначеного діаметру.

Мета роботи – дослідження процесів електрохімічного окислення сплаву Ti6Al4V у етиленгліколь-водних розчинах.

Дослідження динаміки електрохімічного окислення титанового сплаву Ti6Al4V у розчинах етиленгліколю з додаванням води і фториду амонію дозволили встановити, що залежно від умов проведення процесу, можливе утворення плівок різного типу. Проведення окислення за $c(NH_4F) = 0,5–2,0 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$ обумовлює лінійний хід залежностей, що вказує на утворення малопористих плівок діелектричного типу. При підвищенні $c(NH_4F) > 2,5 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$ визначальний вплив на структуру оксидної плівки має густина струму. За $j_a = 0,6 \text{ мА}\cdot\text{см}^{-2}$ спостерігається лінійний хід залежностей. При $j_a > 1,39 \text{ мА}\cdot\text{см}^{-2}$ утворюються двошарові оксидні плівки з бар'єрною і пористою частинами. Одержані результати встановлюють зв'язок між умовами проведення окислення і структурою плівки, що є передумовою для розробки технології електрохімічного оксидування сплаву Ti6Al4V.

Література

1. Pilipenko A., Pancheva H., Deineka V. [et al.]. Formation of oxide fuels on VT6 alloy in the conditions of anodial polarization in solutions H_2SO_4 . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018, Vol. 3. P. 33–38.
2. Ivashchenko M., Smirnova O., Kyselova S. [et al.]. Establishing the patterns in the formation of films on the alloy Ti6Al4V in carbonic acid solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 5. P. 21–26.

КАТОДНИЙ ПРОЦЕС ОСАДЖЕННЯ ПОКРИТТЯ Co-Mo-TiO₂

Пойманов А.Д.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Постійний розвиток науково-технологічних сфер діяльності суспільства викликає необхідність в винаходженні поліфункціональних модернізованих надійних матеріалів, що задовольняли б висунутим потребам. Одним з перспективних матеріалів є композиційне покриття Co-Mo-TiO₂, дослідження корозійних властивостей та структурно-фазового складу якого, проведені в роботах [3,6,7], характеризують данні покриття як тверді, зносо- і корозійностійкі пластичні осади з впорядкованою структурою.

Проблема даного дослідження полягає у недостатньому освітленні механізму реакцій, що протікають у багатокомпонентних полілігандних електролітах для нанесення функціональних композиційних покриттів Co-Mo-TiO₂ [5,7].

За допомогою методу ЛВА була досліджена кінетика процесу осадження композиційного покриття Co-Mo-TiO₂. На підставі залежностей логарифму густини струму від перенапруги були розраховані коефіцієнти Таффелю *a* і *b*, визначений механізм електрохімічних реакцій і лімітуючої стадії процесу відновлення кобальту і молібдену в присутності часток TiO₂. Результати даної роботи дозволяють визначити вплив додавання TiO₂ на процес осадження.

Література:

1. Corrosion of Cobalt-Molybdenum Alloys in Chloride Solutions / [V.V. Shtefan, O.O. Smyrnov, A.O. Bezhenko, A.S. Epifanova, N.O. Kanunnikova, M.M. Metenkanych, S.A. Knyazev] // Mater. Sci. – 2019. – Vol. 54, Issue 4, P. 512–518.
2. Механізм катодних реакцій осадження сплаву Co-Mo / [В.В. Штефан, А.С. Єпіфанова, М.М. Метеньканич, А.Д. Пойманов, Т.В. Школьнікова] // Записки Таврійського національного університету ім. В. І Вернадського. Сер.: Технічні науки. – 2019. – Т. 30 (69). – № 1, ч. 2. – С. 51-56.
3. Структурно-фазовий склад композиційного сплаву Co-Mo-TiO₂ / [В.В. Штефан, А.С. Єпіфанова, М.М. Метеньканич, Т.В. Школьнікова] // Записки Таврійського національного університету ім. В. І Вернадського. Сер.: Технічні науки. – 2019. – Т. 30 (69). – № 2, ч. 1. – С. 131-135.
4. Пат. на винахід 112925 Україна, МПК C25D 3/12, C25D 3/56, C25D 3/52. Електроліт для нанесення покриття кобальт-молібден / Штефан В.В., Єпіфанова А.С., Креч А.В.; заявник та власник патенту НТУ «ХПІ». – а201307706; заявл.20.04.2015; опубл. 10.11.2016, Бюл. № 21.
5. Пат. на винахід 139063 Україна, МПК C25D 3/56, C25D 3/52, C25D 3/12. Електроліт для нанесення покриття кобальт-молібден-діоксид титану / Штефан В.В., Єпіфанова А.С., Метеньканич М.М.; заявник та власник патенту НТУ «ХПІ». – u201903749; заявл.11.04.2019; опубл. 26.12.2019, Бюл. № 24.
6. H. Krawiec, V. Vignal, M. Latkiewicz, F. Herbst. Structure and corrosion behavior of electrodeposited Co-Mo/TiO₂ nano-composite coatings / Applied Surface Science 2018. P. 1124-1134.
7. H. Krawiec, V. Vignal, A. Krystianiak, Y. Gaillard, S. Zimowski. Mechanical properties and corrosion behaviour after scratch and tribological tests of electrodeposited Co-Mo/TiO₂ nano-composite coatings / Applied Surface Science 2019. Pages 162-174.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ

Пономаренко А.В., Ведь В.Е., Говенко Е.Р.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Решение различного рода материаловедческих задач может предполагать одновременное использование значительного количества переменных, количественно варьируемых в широких пределах, которые в совокупности определяют достижение экстремальных параметров разрабатываемых изделий.

Исследованием предполагалось произвести разработку керамического материала, обладающего труднодостижимыми в одном изделии показателями максимальной прочности и открытой пористости. С этой целью был произведен анализ известных технических решений, позволяющих сочетать в одном разрабатываемом материале нескольких исходных переменных, варьируемых в определенных пределах, которыми достигают заданное качество целевого продукта. Оказалось, что при наличии широкого диапазона варьирования изучаемых составов смесей целесообразно прибегнуть к планированию экспериментов [1]. Планирование экспериментов позволяет варьировать одновременно значительным количеством факторов и получать количественные оценки основных параметров и их взаимодействия, что, в конечном счете, значительно повышает эффективность эксперимента [2]. Методы оптимального планирования эксперимента позволяют использовать математический аппарат не только на стадии обработки результатов измерений, но также и при подготовке и проведении опытов.

Для реализации цели исследования нами были построены планы для четырехмерного симплекса концентраций. В качестве независимых компонентов были использованы три различные фракции кордиерита и одна дисперсного корунда, на основе которых были составлены экспериментальные смеси. Принятый план экспериментов позволил получить полиномиальные зависимости для каждой из четырехкомпонентной смеси, описывающие экспериментальные значения свойств.

Функции отклика изученных свойств материалов на симплексах массовых долей входящих компонентов, образованных четырьмя переменными, графически представлены в виде проекций линий эквидистантных значений, а также посредством объемных рисунков, иллюстрирующих поверхности изменяющихся значений исследуемых свойств. Полученные результаты позволили определить экстремумы свойств изучаемых многокомпонентных систем.

Литература.

1. Ponomarenko A.V., Ved` V.E., Petar Varbanov, Sataev M.I., Kinetic regularities of heterogeneous catalytic processes of gas emissions purification, Integrated Technologies and Energy Conservation, Kharkiv, Vol. 3., 2015, pp. 51–56.
2. Ponomarenko A.V., Ved` V.E., Ceramic bearer material developmeny of catalytic converter gas emission, Integrated Technologies and Energy Conservation, Kharkiv, Vol. 2, 2014, pp. 36–42

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОСТАВА СЫРЬЯ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Пономаренко А.В., Ведь В.Е., Горбунов К.А., Рудько Т.Н.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Изделия из керамических материалов широко применяются во многих отраслях промышленности: в черной и цветной металлургии, в стекольной и цементной отраслях, в строительной индустрии, в машиностроении. Поскольку использование таких изделий в промышленности сопряжено с эксплуатацией их в экстремальных условиях, то к керамическим изделиям предъявляются жесткие требования, такие, как механическая прочность, высокая термостойкость, коррозионная стойкость [1].

Механическая прочность материала оценивается пределом прочности – напряжением в материале, соответствующим нагрузке, вызывающей разрушение образца. Авторами изучено влияние составов исходных керамических материалов на показатель предела прочности при сжатии полученных из них изделий.

Экспериментальные образцы керамических материалов изготавливались безобжиговым методом из смеси, состоящей из кордиерита трех различных фракций и корунда фракции менее 0,06 мм.

При наличии широкого диапазона варьирования изучаемых составов смесей для изготовления керамических изделий целесообразно прибегать к процедуре планирования экспериментов. Авторами использован модифицированный метод планирования эксперимента на основе симплексных решёток Шеффе [2], сочленение которых по одноименным граням позволяет получить симплекс значений для четырех параметров.

С использованием предложенного метода планирования получен четырехкомпонентный симплекс концентраций с линиями равных значений предела прочности при сжатии.

Интерес представляют области с максимальным показателем предела прочности при сжатии. Таких областей для исследуемых смесей керамических материалов выделено две.

Литература.

1. Ponomarenko A.V., Ved' V.E., Ceramic bearer material developmeny of catalytic converter gas emission, Integrated Technologies and Energy Conservation, Kharkiv, Vol. 2, 2014, pp. 36–42
2. Ponomarenko A.V. Universal Multi-functional Secondary Catalyst Carriers for Purification of Gas Emission of Thermal Power Equipments / Krasnokutskiy E.V., Makhanov B.B., Ved' V.E., Satayev M.I., Ponomarenko A.V., Saipov A.A. // Chemical Engineering Transactions. – 2016. – V. 52. – P.277-282.

БІОТЕХНОЛОГІЧНЕ ОДЕРЖАННЯ ПРОТИВІРУСНИХ ВАКЦИН

Пономаренко С.С

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Грип - гостра високо контагіозна респіраторна вірусна інфекція, що викликається вірусами грипу типу А, В і С (сімейство Orthomyxoviridae, рід Influenzavirus) і має повітряно-крапельний механізм передачі. Захворювання характеризується коротким інкубаційним періодом, швидким протіканням, наявністю інтоксикації з ураженням епітелію слизової оболонки верхніх дихальних шляхів. Грип вражає всі вікові групи населення в різних географічних умовах і має епідемічний характер [1].

Найбільш перспективним методом захисту від зараження різними вірусами є вакцина, яка має протективну дію.

Протигрипозні вакцини класифікують на:

- спліт-вакцини (розщеплені віруси - такі вакцини мають в своєму складі поверхневі білки - гемаглютинін і нейроменідазу, і внутрішні білки - матриксний білок, нуклеокапсидні та полімеразні протеїни кількох штамів вірусів грипу);
- інактивовані вакцини (цілісний інактивований вірус).

З огляду на різні технології створення протигрипозних вакцин, можна виділити алгоритм, за яким можливе створення вакцини проти самого гучного на сьогоднішній день штаму - коронавірусу COVID-19. Технологія вакцини повинна складатися з наступних стадій:

1. Характеристика вірусу;
2. Підбір умов культивування на культурі клітин;
3. Розробка методу очищення вірусу і його інактивації;
4. Виділення протективних антигенів;
5. Підбір ад'юванта;
6. Комплектація вакцини;
7. Розробка методів контролю;
8. Проведення доклінічних і клінічних випробувань.

Література:

1. Ковеленов А.Ю., Семикова С.Ю., Ким А.Т., Исаева Г.Н. Клиника, диагностика, лечение и профилактика гриппа в Ленинградской области: методич. рекоменд. Санкт-Петербург: 2015

ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЗОВОЇ ЧУТЛИВОСТІ СПЛАВУ W-Mo-Co В АРХІТЕКТУРІ ТОЧКОВОГО ГЕТЕРОКОНТАКТУ

¹Поспєлов О.П., ²Камарчук Г.В., ¹Сахненко М.Д.,

¹Ведь М.В., ²Дмітрієв П.О.

¹Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

²Фізико-технічний інститут низьких температур ім.Б.І.Веркіна НАНУ,
м. Харків

Одною з істотних переваг електрохімічної технології є можливість створення сплавів на основі тугоплавких елементів при кімнатних температурах, що надає поверхням специфічних функціональних властивостей [1]. Наявність вольфраму в складі сплаву дозволяє припустити, що такий матеріал може мати газову чутливість і бути основою сенсорного елемента. На з'ясування цього питання і була направлена дана робота.

Сплав W-Mo-Co електрохімічно наносили на вістря мідної голки. У конфігурації «голка-ковадло» створювався точковий контакт Янсона [2], для чого голка плавно зводилася з мідною пластиною до появи електричного контакту. У місці контакту формувалась наноструктура у вигляді точкового гетероконтакту (НТГ). Поведінка наноструктури визначалась властивостями каналу провідності, який був сформований між електродами з міді та сплаву W-Mo-Co. Вихідною характеристикою служив опір каналу провідності в процесі взаємодії з газом-аналітом, в ролі якого використовували аміак. Особливістю поведінки системи є те, що фазі вимірювань має передувати фаза функціоналізації, тобто експозиції НТГ в середовищі газоподібного аміаку (1% об.) до стану рівноваги. В процесі експозиції спостерігали зниження опору каналу провідності і стабілізацію цього параметра. Подальший контакт з повітрям забезпечує готовність системи до вимірювань. Імпульсний вплив газоподібного аміаку з концентрацією 100 ppm забезпечував зростання опору контакту приблизно на 10%.

Аналіз результатів дозволяє дійти висновку про зміну характеру провідності НТГ в процесі функціоналізації. Дійсно, в початковому стані канал мав електронну провідність, тому дифузія донорного газу в об'єм матеріалу приводила до підвищення концентрації носіїв заряду і, тим самим, падіння опору. Після насичення каналу електронами і контакту з киснем повітря провідність стає дірковою, а нові порції донорного газу призводять до зниження концентрації носіїв заряду, тобто зростання опору.

Проведені дослідження показали, що сплав W-Mo-Co є перспективною основою сенсорного елемента, а подальше вивчення системи «потрійний сплав - мідь - аміак» може бути джерелом цінного наукового матеріалу.

Література:

1. Каталітичні та захисні покриття сплавами і складними оксидами / М.В.Ведь, М.Д.Сахненко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2010. – 272 с.
2. Yu.G. Naidyuk, I.K. Yanson. Point-contact spectroscopy. Springer, New York, 2005. – 297 p.

**ВПЛИВ СОЛЕЙ ФОСФОРУ
НА БІОСИНТЕЗ ГЛУТАМІНОВОЇ КИСЛОТИ**
Резніченко А.Ю., Близнюк О.М., Масалітіна Н.Ю.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Щороку в світі виробляється близько 800000 т амінокислот вартістю більше 5 млрд. доларів. При цьому більше половини об'єму виробництва припадає на α -глутамінову кислоту, яка використовується для отримання широко відомого підсилювача смаку та аромату – глутамату. Промисловим продуцентом глутамінової кислоти та її солей на вітчизняних заводах являється культура *Corinebacterium glutamicum* та *Brevibacterium spp.* Це безспорові грамнегативні бактерії, що свого часу були виділені із ґрунту. Ефективність синтезу глутамінової кислоти культурою *Corinebacterium glutamicum* значною мірою залежить від компонентів та їх кількості у ферментаційному середовищі. Поживне середовище для синтезу глутамінової кислоти містить бурякову мелясу, кукурудзяний екстракт, сечовину, хлорид амонію, сірчаноокислий магній, калій фосфорнокислий однозаміщений. Нами були проведені дослідження можливості стимуляції росту продуцента та біосинтезу глутамінової кислоти за допомогою підживлення солями фосфору. Встановлено, що додавання в живильне середовище фосфатів стимулює біосинтез глутамінової кислоти досліджуванним штамом. Склад посівного середовища, %: меляса – 8,0, K_2HPO_4 – 0,05, MgSO_4 – 0,03, NH_4Cl – 0,5, кукурудзяний екстракт – 0,3, рН 7,1 – 7,3; крейда – 1,0; режим стерилізації: 0,7 ат, 45 хв. Інокулят вирощували в колбах Ерленмейера 250 мл із 30 мл посівного середовища.

Встановлено, що контроль вмісту фосфатів в культуральній рідині дозволяє підвищити в 2,85 разів швидкість біосинтезу глутамінової кислоти в стадії росту продуцента *Corinebacterium glutamicum* та отримати концентрацію продукту 60 г/л за 42 години культивування (згідно регламенту передбачено отримання ~ 70 г/л глутамінової кислоти за 69-70 годин ферментації). Використання цього технологічного удосконалення дасть можливість стимулювати біосинтез цільового продукту природним штамом настільки, щоб використовувати його як промисловий продуцент глутамінової кислоти (46–65 г/л за 45 годин ферментації).

Проведені дослідження дозволили запропонувати оптимальні умови культивування в фазі росту та фазі біосинтезу, які забезпечують найбільшу конверсію субстрату в біомасу та в цільовий продукт.

Література:

1. Rao R. Statistical Optimization of Fermentation Conditions for L-Glutamic Acid Production by Free Cells of *Corynebacterium Glutamicum* ATCC13032 / R. Rao, V. Sridevi, V. Swamy // International Journal of Engineering Science Invention. 2013. – V. 2, № 9 – P. 23–28.
2. Nakamura J. Mechanism of L-Glutamic Acid Fermentation by *Corynebacterium Glutamicum* / J. Nakamura, M. Wachi // Foods Food Ingredients J. Jpn. – 2008. – V. 213, № 12 – P. 34–39.

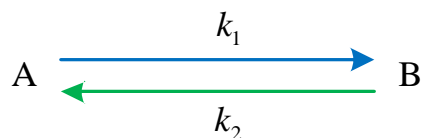
ALGORITHM FOR SEARCHING THE OPTIMAL TEMPERATURE OF A REVERSABLE CHEMICAL REACTION

Prishchenko O. P.

*National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute»,
Kharkiv*

Optimization consists in finding the extremum of the function in question or the optimal conditions for the process.

A chemical reaction is taking place. If the chemical reaction proceeds without side steps, then the reaction rate can be selected as the criterion of optimality.



The objective function has the form $F = W = k_1 \cdot e^{\frac{-E_1}{RT}} \cdot C_A - k_2 \cdot e^{\frac{-E_2}{RT}} \cdot C_B$. Set limits and choose optimizing factors.

The optimality criterion F depends on three parameters: T , C_A , C_B . But C_A and C_B cannot be selected as optimizing parameters, since they are not system inputs, but are reaction results, that is, to increase the speed it is necessary to have as much substance as possible C_A and cannot be less C_B .

The goal of the process is the opposite – to increase the concentration of substance B and reduce the concentration of substance A . Therefore, the concentrations of C_A and C_B cannot be considered independent factors. Thus, there is only one independent parameter that affects the function of the target F – temperature. Therefore, the real problem is the problem of the optimal temperature of the chemical reaction. However, at different values C_A and C_B the effect of temperature can be different. Therefore, we pose the problem as follows: find the optimal temperature of the chemical reaction for fixed values C_A and C_B :

$$\begin{cases} C_{A/t=0} = C_{A_0}; \\ C_{B/t=0} = C_{B_0}. \end{cases}$$

The second limitation of the type of inequalities (mandatory): the temperature cannot exceed a certain maximum value T_{\max} , $T \leq T_{\max}$.

If the reaction is irreversible, that is $k_2 = 0$, then the first term remains in the equation, which grows unlimited with increasing temperature. In this case, the optimum is determined by the restriction: $T_{\text{opt}} = T_{\max}$; $W = k_1 \cdot e^{\frac{-E_1}{RT}} \cdot C_A - k_2 \cdot e^{\frac{-E_2}{RT}} \cdot C_B$;

$\frac{dW}{dt} = 0$; $k_1 \cdot e^{\frac{-E_1}{RT}} \cdot C_A \cdot \frac{E_1}{R} \cdot \frac{1}{T^2} - k_2 \cdot e^{\frac{-E_2}{RT}} \cdot C_B \cdot \frac{E_2}{R} \cdot \frac{1}{T^2} = 0$. Solving this equation with respect to T , we obtain the optimal temperature

$$T = \frac{E_1 - E_2}{k \cdot \ln \left(\frac{E_1 \cdot k_1 \cdot C_A}{E_2 \cdot k_2 \cdot C_B} \right)}$$

APPLICATION OF METHOD OF REGRESSIVE ANALYSIS FOR DETERMINATION OF FUNCTIONAL DEPENDENCE BETWEEN SIZES

Prishchenko O. P., Chernogor T. T.

*National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute»,
Kharkiv*

Definition of functional dependence between different values (in the simplest case y from x) on their experimental values is carried out by means of regression analysis.

Widely known least-squares method is its cornerstone. Offering this or that equation of regression, the researcher defines both existence of dependence between variables, and its mathematical look.

Example. During testing, a chromel-alumel thermocouple at constant (reference) points – metal crystallization temperatures Pb (327,5 °C), Zn (419,6 °C), Al (660,0 °C), The corresponding thermopower data are obtained accordingly: 12,1 MV; 16,0 MV; 26,1 MV. It is necessary to calculate the regression equation for the linear dependence of temperature on the thermocouple thermopower values.

Decision. Create a table to calculate the regression coefficients:

Number of experience	x	y	x^2	$x \cdot y$
1	12,1	327,5	146,4	3962,75
2	16,0	419,6	256,0	6713,6
3	26,1	660,0	681,2	17226,0
Σ	54,2	1407,1	1083,6	27902,3

$$b_0 = \frac{1407,1 \cdot 1083,6 - 27902,3 \cdot 54,2}{3 \cdot 1083,6 - 54,2^2} = 39,75.$$

$$b_1 = \frac{3 \cdot 27902,3 - 1407,1 \cdot 54,2}{3 \cdot 1083,6 - 54,2^2} = 23,76.$$

Thus, we have obtained the regression equation: $y = 39,75 + 23,76x$, which allows us to calculate the temperature (°C) from the thermocouple readings.

References: 1. Prishchenko O. P., Chernogor T. T. Using of methods of cross-correlation and regressive analysis for determination of functional dependence between sizes // Вісник НТУ «ХПІ» Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – №15 (1340). – С. 36 – 41.

2. Прищенко О.П., Черногор Т.Т. Деякі особливості проведення регресійного аналізу Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – с. 319.

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕАКТОРА ІДЕАЛЬНОГО ЗМІШУВАННЯ

Пріщенко О.П., Черногор Т.Т.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

Кінцевою метою моделювання хіміко-технологічного процесу є його краща реалізація або його оптимізація. У реакторі ідеального змішування протікає реакція. Визначити оптимальний час перебування реагентів в реакторі, при якому досягається максимальний вихід цільового продукту В (рис. 1).

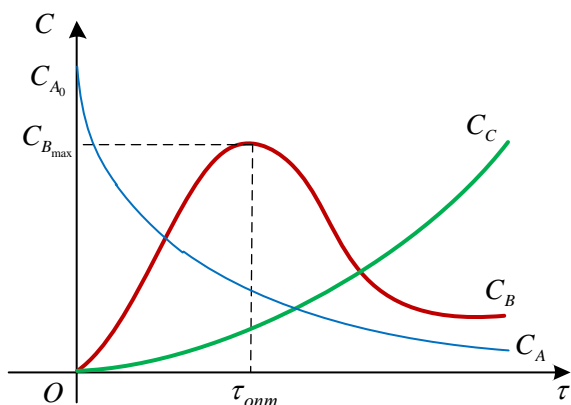


Рис. 1

Складемо математичну модель:

$$\frac{dC_A}{d\tau} = \frac{1}{\tau}(C_{A_0} - C_A) - k_1 C_A; \quad (1)$$

$$\frac{dC_B}{d\tau} = \frac{1}{\tau}(C_{B_0} - C_B) + k_1 C_A - k_2 C_B; \quad (2)$$

$$\frac{dC_C}{d\tau} = \frac{1}{\tau}(C_{C_0} - C_C) + k_2 C_B;$$

Початкові умови: при $\tau = 0, C_A(0) = C_{A_0}; C_B(0) = C_{B_0}.$

У стаціонарному режимі роботи реактора $\frac{dC_B}{d\tau} = 0.$

При $C_{B_0} = 0$ рівняння (2) прийме наступний вигляд: $C_B = \frac{k_1 C_A \cdot \tau}{1 + k_2 \cdot \tau}$ (3).

Прирівнюємо до нуля рівняння (1) $C_A = \frac{C_{A_0}}{(1 + k_1 \tau)}$. Отриманий вираз підставимо

$$\text{в (3): } C_B = \frac{k_1 C_{A_0} \tau}{(1 + k_1 \tau)(1 + k_2 \tau)} \quad (4).$$

Для визначення оптимального часу контакту (τ_{opt}), при якому досягається максимальне значення концентрації C_B , необхідно рівняння (4) продиференціювати по τ і прирівняти до нуля:

$$\frac{dF}{d\tau} = \frac{k_1 C_{A_0} (1 + k_1 \tau)(1 + k_2 \tau) - k_1 C_{A_0} \tau [k_1 (1 + k_2 \tau) + k_2 (1 + k_1 \tau)]}{[(1 + k_1 \tau)(1 + k_2 \tau)]^2} = 0.$$

Виразимо час контакту: $\tau_{opt} = \frac{1}{\sqrt{k_1 \cdot k_2}};$

$$F = C_{B_{max}} = \frac{k_1 C_{A_0} \frac{1}{\sqrt{k_1 \cdot k_2}}}{\left(1 + \frac{k_1}{\sqrt{k_1 \cdot k_2}}\right) \left(1 + \frac{k_2}{\sqrt{k_1 \cdot k_2}}\right)}.$$

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЛІПОСОМАЛЬНИХ ФОРМ ПРЕПАРАТІВ НА КУЛЬТУРУ *PARAMECIUM CAUDATUM*

**Ракітянська М.А., Пилипенко Д.М.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків**

Paramecium caudatum – вид інфузорій, одноклітинних організмів, що доволі часто зустрічаються в літературі як тест-об'єкти. Парамеції широко розповсюджені в природі, не вибагливі до умов культивування та реагують на більшість цитотоксинів, що робить їх дуже зручними для вивчення.

Метою даної роботи було вивчення впливу ліпосомальних препаратів на культуру *Paramecium caudatum* на прикладі ліпосомальної форми цитохрому С.

Цитохром С – гем-білок, що входить до складу дихального ланцюга та являється одноелектронним транспортером). Ліпосомальна форма цитохрому С в своєму складі містить окрім діючої речовини фосфатидилхолін (природний фосфоліпід) та дипальмітоїлфосфатидилгліцерин (аніонний фосфоліпід).

Було встановлено, що ліпосомальна форма препарату має летальний вплив на *Paramecium caudatum*. Вже за 30 – 60 хвилин після введення в концентраціях 10 – 100 мкг/мл (за діючою речовиною) відбувалася вакуоляризація, що свідчить про серйозні порушення в роботі скоротливих вакуоль. Через 24 – 72 години летальність досягала 100 %. Оскільки до складу препарату входить 3 основних речовини, було вирішено експериментальним шляхом встановити, який компонент або комбінація компонентів мають токсичний вплив на одноклітинний організм.

Під час дослідів виявлено, що вільний цитохром С у відповідних концентраціях не має жодного інгібуючого впливу, фосфатидилхолін також не діє летально на парамецій протягом 4 – 5 діб, а емульсія лецитину та аніонного фосфоліпиду має аналогічний ефект, як і ліпосомальна форма препарату.

Було зроблено висновки, щодо токсичності аніонних фосфоліпідів у великих концентраціях на культуру одноклітинних мікроорганізмів – *Paramecium caudatum*.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОСИНТЕЗУ ВОДНЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕПОЛЯРИЗАЦІЇ АНОДНОГО ПРОЦЕСУ

Руденко Н.О., Байрачний Б.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Одним з напрямів досліджень нових способів електрохімічного синтезу водню є розроблений в США, Канаді, Росії алюмоводневий цикл, який базується на анодному розчиненні широкодоступних алюмінієвих сплавів з розвиненою поверхнею корозійного процесу на алюмінії в лужних та лужно-хлоридних розчинах, коли в умовах розчинення цих сплавів виділяється водень за механізмом водневої деполаризації.

Вивчення технологічних факторів електросинтезу водню за особливостями корозійного та електрохімічного процесу досліджено на сплаві алюмінію АМГ.

В роботі досліджені кінетичні параметри розчинення сплаву АМГ в NaOH з домішками аніонів хлору та сульфамінової кислоти, визначені найбільш діючі показники розчинення, які включають густину струму, температуру, склад сплаву алюмінію та його шорсткість, концентрацію NaOH, NaCl, NH₂SO₂OH та її зміну в анодному шарі.

Встановлений механізм розчинення сплавів з урахуванням впливу домішок в сплаві на процес анодного розчинення. Визначені умови прискорення анодного розчинення сплаву АМГ в присутності іонів хлору за умов дії «негативного диференц ефекту». Хлоридні іони прискорюють активне розчинення алюмінію при густинах струму 5 А/дм² замість 3 А/дм² при кімнатних температурах та шорсткості поверхні 5 класу (≈ 5 мкм).

В умовах анодної поляризації розчинення алюмінію прискорюється за рахунок дії окремих стадій поляризації. Аналіз потенціодинамічних анодних кривих на сплавах алюмінію АМГ, свідчить, що алюміній активно розчинюється при потенціалах $E_i = -1 \div -0,2$ В з виділенням водню на аноді. Анодні густини струму досягають $j_a = 0,1 \div 0,15$ А/см² при швидкості зміни потенціалів 1 мВ/с. Домішки мангану, магнію та міді в сплаві АМГ незначно впливають на швидкість анодного розчинення алюмінію, утворюючи на його поверхні пористі оксидні плівки, які поступово переходять в анодний простір. В умовах тривалої поляризації швидкість розчинення сплаву АМГ залежить від густини струму, складу і концентрації електроліту, температури, шорсткості поверхні анодного матеріалу.

Література:

1. Козин Л. Ф., Волков С. В. Современная энергетика и экология: проблемы и перспективы. Київ: Наукова думка, 2006. 773 с.
2. Шейдлин А. Е., Жук А. З. Концепция алюмоводородной энергетика. Российский химический журнал. 2006. Т. 1, № 6. С. 105–108.

ENERGY-SAVING ELECTRODE MATERIALS FOR THE ELECTROCHEMICAL PRODUCTION OF HYDROGEN

Rudenko N.O., Zhelavska Yu. A., Djenyuk A.V., Rudneva S.I

*National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute»,
Kharkiv*

The study of existing energy-saving materials and obtaining the new ones, which can be used to reduce the cost of the produced hydrogen, is relevant for modern hydrogen energy. Aluminum alloys and materials that have vanadium in their composition are promising for implementation for solving this problem.

Carbon-free steels of the 12Cr1MoV type, containing vanadium and molybdenum carbides and nickel-vanadium coating obtained via electrocatalytic process were studied as cathode materials in this work. Overvoltage of hydrogen evolution reaction is lower by 150 – 200 mV on such materials than on the steel electrodes. The vanadium content in the coating is 0,2 – 0,45%.

The AMg type aluminum alloys for oxygen-free electrochemical hydrogen production from alkali-chloride solutions were investigated as cathode materials application. Electrolyzers without separating elements (membranes, diaphragms) can be successfully used for this process. Hydrogen releasing was observed on both cathode and anode electrodes. Hydrogen evolution on the anode is caused by an intense corrosion process with hydrogen depolarization. Electrolysis voltage does not exceed 0,8–1V. Based on studies electrodes made with steel 12Cr1MoV and with nickel-vanadium alloy coating can be recommended as a cathode material for the hydrogen electrochemical production with anode process depolarization by the AMg aluminum alloy.

Simplified technological process for the oxygen-free electrochemical hydrogen production with an aluminum depolarizing cycle was proposed. It can be used for hydrogen production with low productivity (up to 10 m³/ dm²·h) that can be applied in energetics for heat production and chemical industry as well as for domestic purposes. The cost of hydrogen produced via the new technology process is comparable to the cost of natural gas and has great potential and perspectives for its production.

References:

1. Руденко Н.А. Энергосберегающий и экологически безопасный способ электрохимического получения водорода с алюмодеполяризующим циклом / Н.А. Руденко, Л.Н. Бондаренко, Ю.А. Желавская, Б.И. Байрачный // Экология и промышленность. – 2019. – №1. – С.18 – 21.
2. Патент на корисну модель № 136231 Україна, МПК С25D 3/00 (2019.01). «Спосіб електрохімічного осадження електрокаталітичного покриття сплавом нікель-ванадій» / Б.І. Байрачний, Ю.А. Желавська, Н. О. Руденко, О.М. Фіногенов; заявник та патентовласник НТУ «ХПІ». - № u201901903; заяв.25.02.2019; опубл. 12.08.2019, Бюл. №15.

**ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗОДИFUЗІЙНОГО КАТОДУ
В ЕЛЕКТРОХІМІЧНОМУ СИНТЕЗІ РОЗЧИНІВ ГІПОХЛОРИТІВ**

Рутковська К.С., Тульський Г.Г., Захарченко О.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Одним із шляхів удосконалення існуючих електрохімічних виробництв і створення нових електрохімічних технологій є розробка електродних матеріалів, що володіють високою електрокаталітичною активністю, стабільністю та повинні складатися з недефіцитних вихідних компонентів. Важливою властивістю є також специфічність електрокаталітичної дії і селективне прискорення електродом-каталізатором даної електрохімічної реакції. Застосування каталізаторів на основі благородних металів для великомасштабного виробництва недоцільно через їхню дороговизну й дефіцитність.

Для електрохімічного виробництва гіпохлориту натрію до електродним матеріалами пред'являється ряд вимог, які визначають якість продукту.

Сучасні тенденції розвитку науки і техніки зумовлюють потребу в отриманні і дослідженні матеріалів з новими характеристиками. В області технічного електролізу найбільш важливим завданням є економія електроенергії, підвищення селективності, стабільності і зниження вартості електродів. Можливі два шляхи досягнення зазначеної мети. Удосконалення електролізерів і технології існуючих способів електролізу. А також, шляхом заміни одного електродного процесу іншим з отриманням тих же або більш цінних продуктів електрохімічного синтезу. Більш перспективним є другий шлях, який дозволить досягти докорінного поліпшення показників в частині зниження витрат електроенергії. Одним з таких шляхів є застосування кисневої (повітряної) деполяризації на пористих електродах. Такий спосіб електролізу дає можливість отримувати більш високі концентрації водних розчинів гіпохлориту натрію при значно нижчих потенціалах катода, що має привести до різкого зниження напруги на електролізері в цілому.

У якості перспективних матеріалів для реалізації катодного процесу на поруватому сітчастому струмовідводі, що відповідають запитам практики, на особливу увагу заслуговують: оксиди марганцю, оксиди кобальту, оксиди рутенію. Ці оксиди характеризуються низькою перенапругою в кисневій реакції.

Для дослідження кінетичних параметрів електрохімічного відновлення молекулярного кисню необхідно використовувати газодифузійний електрод з однаково доступною поверхнею. Важливим моментом є рівномірний розподіл матеріалів активаторів по поверхні газодифузійного електрода. Найбільш рівномірний розподіл дозволяє отримати метод просочення газодифузійного електрода розчинами, що містять солі металів-активаторів, з подальшим їх розкладанням до відповідних оксидів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧОРНИХ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ДЕТАЛЯХ З ВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ

Савчук О.О., Плаксіє С. О., Лещенко С.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На даний момент для одержання покриттів чорного кольору з метою захисту вуглецевої сталі від атмосферної корозії використовуються різноманітні види покриттів. Для таких традиційних технологій, як термічне оксидування (в розплавах, мастилах, тощо), високотемпературне лужне оксидування, чорне декоративне фосфатування та одержання оксидно-фосфатних покриттів в кислих розчинах, головною перевагою є простота технологічної схеми процесу. Але зовнішній вигляд (колір) таких покриттів залежить від багатьох чинників, в тому числі від марки сталі. До того ж, захисні властивості цих покриттів є недостатніми, і, як правило, вони підлягають покращенню за рахунок додаткової обробки.

Останнім часом набули популярності процеси так званого «холодного оксидування сталі» у розчинах, що містять Se(IV) та Cu(II). Головними їхніми перевагами є відносна простота технологічної схеми (у порівнянні з гальванічними покриттями) та стабільність зовнішнього вигляду покриття, що не залежить від марки сталі. Але ці переваги перекреслює головний недолік: чорне покриття самостійно майже не захищає сталеву основу від атмосферної корозії, тому потребує додаткової антикорозійної обробки (ущільнення у гідрофобних або водорозчинних маслах, воскових композиціях та лакових сполуках).

Засіб холодного чорніння цинку, що містить молибдату (Ultra Blak 460), в Україну не поставляють. Засіб, що містить сполуки антимонію та нікелю (Insta Blak Z360), в наших дослідженнях поки не розглядався внаслідок токсичності.

Покриття чорним нікелем (сплавом Ni-Zn) мають низькі показники корозійної стійкості та погане зчеплення зі сталеву основу. Процес чорного хромування характеризується поганою розсіювальною здатністю, покриття потребують підшару нікелю або молочного хрому та мають низьку корозійну стійкість.

Вважаючи ключовим фактором саме антикорозійні властивості чорних захисних покриттів на сталі, ми звернули увагу на процеси цинкування з наступною чорною пасивацією, оскільки саме цинкові покриття здатні забезпечити електрохімічний захист сталі від корозії.

Постачальники хімічних препаратів для обробки поверхні металів пропонують вибір засобів для чорної пасивації цинкових покриттів, як на основі сполук хрому (VI) (PROSEAL Cr Schwarz), так і на основі хрому (III) (PROSEAL Black 3, Wonder Z 7, Wonder Z A/B).

Наші дослідження підтвердили перевагу чорної пасивації у засобі на основі хрому (VI) з точки зору антикорозійних властивостей (48–200 годин в камері сольового туману), але вони є більш екологічно небезпечними та майже втричі дорожчими за собівартістю компонентів розчинів.

ТЕСТУВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКРИВІВ СПЛАВАМИ Fe-Co-Mo І КОМПОЗИТАМИ Fe-Co-MoO_x

Сачанова Ю.І., Сахненко М.Д., Ведь М.В., Ненастіна Т.О., Єрмоленко І.Ю.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Захисні властивості покриттів, обумовлені їх складом, структурою та умовами експлуатації, відіграють важливу роль у визначенні терміну служби поверхні виробів. Для прогнозування схильності покриттів до корозії в умовах впливу агресивних середовищ доцільним є визначення вільної енергії поверхні, низькі значення якої є передумовою їх високої корозійної стійкості. В свою чергу, високий опір до дії зовнішніх чинників при тестуванні адгезії покриттів, а також стійкості при механічних пошкодженнях свідчить про можливість застосування електродного матеріалу в більш жорстких умовах.

Вільну енергію поверхні (ВЕП) сплавів та композитних покриттів визначено методом, за яким ВЕП твердих матеріалів розраховується на підставі значень крайового кута змочування поверхні різними рідинами. Крайовий кут змочування вимірювали за статичним способом та розраховували за методом сидячої краплі. Зразки для випробувань являли собою мідні пластинки розміром 2×2 см з нанесеними покриттями сплавами Fe-Co-Mo і композитами Fe-Co-MoO_x, нанесеними з цитратних електролітів. Товщина покриттів становила близько 25 мкм.

Для всіх досліджених зразків, на поверхні яких сформовано покриття сплавом, характерним є вище значення полярної складової ВЕП, що вказує на полярність поверхні покриттів. Окрім цього, адсорбція іонів кисню на поверхні покриттів, які витісняють еквівалентну кількість вільних поверхневих електронів металів, призводить до формування пасиваційного бар'єру, який суттєво зменшує значення вільної енергії поверхні досліджених покриттів.

Значення вільної енергії поверхні покриттів сплавом Fe-Co-Mo (127,74 мДж/м²) є вищими, ніж для мідної підкладки (60,07 мДж/м²), що насамперед обумовлено вищими значеннями ВЕП сплавотвірних компонентів (Fe – 1910±190 мДж/м², Co – 1970±175 мДж/м², Mo – 2200±200 мДж/м²). Порівняно із металевими покриттями Fe-Co-Mo для композитів Fe-Co-MoO_x характерні нижчі значення ВЕП (118,10 мДж/м²), через вміст кисню у складі.

Методами нагріву, зламу та полірування встановлено якість зчеплення покриттів тернарним сплавом системи Fe-Co-Mo з матеріалом підкладки. За результатами комплексу тестувань з'ясовано, що покриттям притаманні стійкість щодо полірування, нагрівання, а також висока адгезія до поверхні основи.

Таким чином, відносно невисокі, порівняно із окремими індивідуальними сплавотвірними металами, значення вільної енергії поверхні, разом з високою адгезійною міцністю, є передумовою високої корозійної стійкості розроблених покриттів Fe-Co-Mo і композитів Fe-Co-MoO_x.

ІНТЕГРАЦІЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ ГІДРООЧИЩЕННЯ БЕНЗИНОВОЇ ФРАКЦІЇ НА СЕКЦІЇ КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ

Селіхов Ю.А., Коцаренко В.О., Ковальов Є.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Нафту людство використовує для виробництва палива, синтетичних волокон і пластмас, а також для отримання максимальної вигоди від її переробки. Одним з таких способів став каталітичний риформінг – процес, який дав початок високоякісним бензинам і ароматичним вуглеводням. Це процес відщеплення молекули водню від органічних сполук у присутності нікелю та деяких інших металів платинової групи за високої температури, що призводить до утворення ароматичних сполук, які дозволяють отримувати високооктановий продукт з низькоякісної сировини - прямогінного бензину [1]. Бензинова фракція використовується для отримання різних сортів моторного палива. Вона являє собою суміш різних вуглеводнів, в тому числі нерозгалужених і розгалужених алканів. Тому бензинову фракцію нерідко піддають термічному риформінгу, щоб перетворити нерозгалужені молекули в розгалужені. Визначений енергозберігаючий потенціал наявної системи, виявлені її недоліки, та було знайдено рішення для використання великої кількості енергоресурсів в системі на інші потреби.

Висновок. Був зроблений аналіз існуючої схеми гідроочищення бензинової фракції на секції каталітичного риформінгу, визначені та прораховані матеріальні і теплові потоки. За допомогою методів пінч-аналізу [2] спроектована оптимальна схема теплообмінних апаратів, що забезпечує рекуперацію тепла, внаслідок чого вдалося зменшити витрату гріючої пари на підігрівачі, а також оборотної води на холодильниках. Проведені економічні розрахунки, що забезпечують термін окупності капітальних витрат для схеми після реконструкції 0,31 року. Запропоновано заходи щодо охорони праці та безпеки навколишнього середовища.

Література:

1. Баннов П.Г. Процеси нафтопереробки. - Ч.1, М:ЦНИИТ,Энефтехим, 2000. 298 с.
2. Клемеш Й. Применение методов пинч-анализа для реконструкции тепловой сети установок первичной переработки нефти / Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, Н.Д. Андрийчук, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев, А.Ю. Перевертайленко, Б.Д. Зулин // Третя міжнародна виставка-конференція «Енергозберегаюча техніка і технології» («ЕТТ/Київ-96»). Тези доповідей конф.: Київ. 18-20 квітня 1996 р. / Київ. – 1996. – с. 31.

ІНТЕГРАЦІЯ ПРОЦЕСА ТЕПЛООБМІНУ РЕКТИФІКАЦІЇ СУМІШІ МЕТАНОЛ-ВОДА

Селіхов Ю.А., Коцаренко В.О., Сидоренко В.Р.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Підприємства хімічної промисловості є одним з основних споживачів паливно-енергетичних ресурсів, тому в умовах енергетичної кризи питання енергозбереження стало актуальним. Особливу увагу ми зосереджуємо на використанні сучасних вискоєфективних технологій, які відповідають досягненням науково-технічного прогресу, на засадах енергозбереження, конкурентоспроможності та екологічної безпеки. Енергозбереження можна досягти шляхом проектування технологічних схем виробництва на основі використання сучасних методів інтеграції процесів, які базуються на пінч-технологіях. Цей метод можна успішно застосовувати в хімічній, харчовій, фармацевтичній, нафто-переробній технологіях та інших галузях промисловості. Інтегровані технології і пінч-аналіз засновані на здатності чіткого визначення можливостей енергозбереження і дозволяють мінімізувати як витрати теплової енергії (експлуатаційні витрати), так і капітальні вкладення.

Висновок. В роботі зроблено критичний аналіз існуючої схеми ректифікації суміші метанол-вода, прораховані матеріальні і теплові потоки. Скоротили витрату гріючої пари на підігрівачі в 6,3 раз, а також оборотної води на холодильниках в 3,7 рази, а при пінч-аналізі з тепловим насосом спроектована оптимальна схема теплообмінних апаратів, що забезпечує максимальну економію енергоносіїв. Проведені економічні розрахунки, що забезпечують термін окупності капітальних витрат для схеми після реконструкції на основі пінч-аналізу 0,66 років, а при пінч-аналізу з тепловим насосом термін окупності 0,25 років.

Література:

1. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульєв Л.М. Основы интеграции тепловых процессов / Библиотека журнала ИТЭ. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2000. – 458 с.
2. Обладнання технологічних процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М. В. Стасевич, А. О. Милянч, І. О. Гузьова [та ін.]; за ред. В. Н. Новікова – Вінниця: Нова Книга, 2012. – 408 с.
3. Мешалкин В.П., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А. Основы теории ресурсосберегающих интегрированных химико-технологических систем: Учебн. пособие. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 412 с.

ІНТЕГРАЦІЯ ПРОЦЕСА ТЕПЛООБМІНУ РЕКТИФІКАЦІЇ СУМІШІ ДІХЛОРЕТАН – ТОЛУОЛ

Селіхов Ю.А., Коцаренко В.О., Юрченко Л.В.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Україна перетворилася з експортера паливних ресурсів в імпортера за рахунок нарощення, протягом багатьох десятиліть, виробництва ресурсоемної продукції. Вирішення проблем енергозбереження, використання інтеграції процесів для підвищення ефективності енерговикористання, особливо в такому енергоемному процесі, як ректифікація є вельми перспективним. Інтегровані технології і пінч-аналіз засновані на здатності чіткого визначення можливостей енергозбереження і дозволяють мінімізувати як витрати теплової енергії, так і капітальні вкладення. Був зроблений аналіз роботи технологічної схеми до реконструкції, визначені недоліки [1]. Підігрів початкової суміші здійснюється за рахунок водяної насиченої пари до температури $t_F=63,6$ °С. одночасно з цим кубовий залишок від температури $t_{II}=75,4$ °С і дистилляту від $t_{II}=57$ °С охолоджується в спеціальних холодильниках до температури $t_K=30$ °С. Таким чином, теплову енергію дистилляту і кубового залишку можна використовувати для підігріву початкової суміші, тим самим скоротити витрати як гріючої пари так і охолоджуючої води [2].

Висновок. В роботі зроблено аналіз існуючої схеми ректифікації, прораховані матеріальні і теплові потоки. Методом пінч-аналізу спроектована оптимальна схема теплообмінних апаратів [3], що забезпечує максимальну рекуперацію тепла, внаслідок чого вдалося скоротити витрату гріючої пари на підігрівачі в 6,3 раз, а також оборотної води на холодильниках в 3,7 рази. Проведені економічні розрахунки, що забезпечують термін окупності капітальних витрат для схеми після реконструкції не перевищує 1,5 років. Запропоновано заходи щодо охорони праці та безпеки навколишнього середовища.

Література:

1. Маринченко О.В. Технологія толуолу. – Вінниця: «Поділля 2000», 2003. – 496с.
2. Мешалкин В.П, Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А. Основы теории ресурсосберегающих интегрированных химико-технологических систем. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2006. – 412 с.
3. Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Хавин Г.Л., Арсеньева О.П. Пластинчатые теплообменники в промышленности. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2004. – 232 с.

ИНТЕГРАЦИЯ РАБОТЫ УСТАНОВКИ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

Селихов Ю.А., Коцаренко В.А., Стасов В.А.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Представлен разработанный и внедренный проект замены универсального котла с горелкой для твердого топлива на электрический водонагреватель для горячего водоснабжения и тепловой насос «грунт-вода» для отопления частного дома. Был выбран прототип котла с горелкой для твердого топлива и изучена его работа. Определены недостатки как в работе, так и в конструкции отдельных узлов.

По результатам анализа литературных источников было подобрано новое эффективное оборудование. Это электрический водонагреватель для горячего водоснабжения [1] и тепловой насос «грунт-вода» для системы отопления частного дома [2]. Замена старого оборудования на новое проводилась согласно методике теплотехнического расчета и расчета оптимизации по сумме удельных затрат эксергии. Нами была разработана и внедрена новая технологическая схема установки для горячего водоснабжения и отопления частного дома.

Разработана схема автоматизации установки с использованием автоматизированного рабочего места, и выбраны технические средства автоматизации. Выполнен экономический и эксергетический расчеты срока окупаемости новой установки для горячего водоснабжения и отопления. В результате расчет и дальнейшая эксплуатация электрического водонагревателя и теплового насоса показали правильность замены оборудования и материалов.

Выводы. 1. Электрический водонагреватель подогревает теплоноситель до температуры 35 °С, после чего он подается во второй контур двухконтурного теплообменного аппарата для промежуточного нагрева теплоносителя до 45 °С. 2. Такой нагрев позволяет повысить температуру теплоносителя до 85 °С, который подается из промежуточного охладителя во второй контур конденсатора теплового насоса и далее на горячее водоснабжение и отопление частного дома. 3. Система автоматизации позволяет управлять установкой без вмешательства человека. 4. Срок окупаемости установки составил 1,6 года.

Литературы:

1. Даффи Дж., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – М: Мир, 1977. – 420 с.
2. Овчаренко В.А. Овчаренко А.В. Використання теплових насосів //Холод М+Т, 2006, №2 с. 34–36.

АНАЛІЗ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ В АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ МЕТОДОМ ІНФРАЧЕРВОНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ В БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВІТАМІНУ С

Сікорська К.В., Близнюк О.М., Масалітіна Н.Ю.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Аскорбінова кислота, $C_6H_8O_6$, є однією із основних речовин в раціоні людини, яка необхідна для нормального функціонування сполучної та кісткової тканин, виконує біологічні функції відновника та коферменту певних метаболічних процесів, є антиоксидантом. Проте здатний приймати участь біохімічних процесах тільки один із ізомерів – L-аскорбінова кислота, вітамін С, що в природі міститься в багатьох фруктах та овочах. Авітаміноз аскорбінової кислоти приводить до цинги. Наразі лікарські препарати та харчові добавки, в склад яких входить аскорбінова кислота, широко в медичній практиці, харчовій промисловості та сільському господарстві. Вміст вітамінів взагалі, та вітаміну С зокрема, в продуктах харчування та фармацевтичних препаратах суворо регламентується, оскільки для живого організму шкідливою є як їх недостатня, так і надлишкова кількість. Актуальність досліджень викликана тим, що аналітичний контроль якості та кількісного вмісту вітаміну С в харчових добавках та лікарських препаратах стикається з фактами їх фальсифікації. У зв'язку з цим необхідні пошук та розробка нових експресних методик селективного визначення вітаміну С [1].

Найбільш ефективними екстрагентами для аскорбінової кислоти є аліфатичні спирти. Нами запропоновано використання методу ІЧ-спектроскопії для структурного аналізу розчинів вітаміну С до та після екстракції. Екстракція аскорбінової кислоти проводилась при рН 5–6. Аналіз ІЧ-спектра при даному значенні рН свідчить, що аскорбінова кислота в воді дисоційована, про що свідчить максимум 1540 см^{-1} (дисоційована група OH^- в С-2 положенні) – валентні асиметричні коливання та 1370 см^{-1} – симетричні коливання групи RO^- лактонного кільця [2]. Крім того, при значенні рН=5–6 проявляється чіткий пик при 1750 см^{-1} , що характерний для $C=O$ в лактонному кільці. При переході аскорбінової кислоти в бутиловий спирт відбувається зсув пику 1750 в область 1735 см^{-1} , при цьому можливе утворення асоціату [2].

Таким чином, запропонована експрес методика дозволить проводити аналітичний контроль якості та кількісного вмісту вітаміну С в харчових добавках та лікарських препаратах та запобігти їх фальсифікації.

Література:

1. Zaporozhets O.A. Determination of Ascorbic Acid by Molecular Spectroscopic Techniques / O.A. Zaporozhets, E.A. Krushinskaya // Journal of Analytical Chemistry. – 2002. – V. 57, № 4. – P. 286–297.
2. Savushkin R.V. Distribution regularities of water soluble vitamins in system of organic solvent – water-aqueous solutions and spectrophotometric analysis of concentrates / R.V. Savushkin at all // International Congress on Analytical Sciences, Moscow, Russia. – 2006. – V. 2. – P. 431.

ОДЕРЖАННЯ ГІДРОКСИЛ ПОХІДНИХ БУТИЛОВИХ ЕСТЕРІВ ЖИРНИХ КИСЛОТ ОЛІЙ

Ситник В.В., Касьяненко Л.М., Демидов І.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків,*

Викопне паливо виснажується з роками через потреби в енергії в результаті індустріалізації та зростання населення. Постійно зростаюче споживання цих джерел енергії викликає тривогу, оскільки виснаження викопного палива буде мати серйозні наслідки для життя людей. Ці фактори, а так само негативний вплив викопних видів палива на навколишнє середовище призвело до гострої необхідності пошуку альтернативних джерел енергії. Саме тому досить перспективним є використання біомастил як альтернативи нафтопродуктам. Мастила на біологічній основі мають ряд недоліків. Наприклад, ці мастила мають погані властивості холодної течії і окиснювальну стабільність, яка призведе до полімеризації. Ця проблема вирішується шляхом хімічної модифікації олій.

Розглянуто метод епоксидування для отримання базової основи мастильних матеріалів. Початковою сировиною в роботі є олія соняшникова рафінована дезодорована. Окиснення масла відбувалося системою H_2O_2 - CH_3COOH в присутності сірчаної кислоти. Додавання окисної системи проводили, дозуючи при постійному перемішуванні реакційної суміші, притримуючись наступного температурного інтервалу $50 - 55^\circ\text{C}$. Після введення всієї окисної системи, температуру у реакторі підвищують до 75°C впродовж 4 годин не припиняючи перемішування. Видалення кислот, що не прореагували проводили багатократною промивкою дистильованою водою та розчином соди до $\text{pH} = 7$.

Отриманий продукт має стійкість до окиснення за рахунок відсутності вже подвійних зв'язків. Також отримано бутилові ефіри епоксидованого продукту, з метою досягнення потрібної в'язкісної характеристики. Тим самим в кінцевому підсумку отримуємо продукт, більш схожий з нафтовим аналогом за своїми в'язкісно-температурними властивостями. Контроль перебігу процесу здійснено за йодним числом (ЙЧ), яке визначено за методом Маргошеса [1]. З отриманих даних можна зробити висновок про зменшення кількості подвійних зв'язків: ЙЧ соняшникової олії – $125 \text{ I}_2/100\text{г}$, ЙЧ епоксидованої олії – $7 \text{ I}_2/100\text{г}$.

Розглянуто вплив температури проведення реакції на значення йодного числа. Та визначено, що при збільшенні температури процес протікає швидше.

На підставі аналізу кінцевого продукту можна зробити наступні висновки. Шляхом хімічної модифікації, можна успішно використовувати ці масла для отримання цілого ряду проміжних продуктів, так і базових біомастил в області мастильних матеріалів.

Література:

1. Сорокин М. Ф. Практикум по синтетическим полимерам для лаков / М. Ф. Сорокин, К. А. Лялюшко. – Москва, 1965. – (Высшая школа).

ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОДЕРЖАННЯ ЕЛАСТИЧНИХ КРЕМНЕЗЕМИСТИХ ПОКРИТТІВ ПО ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ

Скородумова О.Б., Тарахно О.В., Чеботарьова О.М.
*Національний університет цивільного захисту України,
м. Харків*

Одним з перспективних матеріалів для створення вогнестійких покриттів є кремнійорганічні сполуки, які легко гідролізуються і в процесі поліконденсації утворюють силоксанові полімери, стійкі до дії вогню. Найбільш раціонально використовувати сировину технічної чистоти для здешевлення технології нанесення, наприклад, технічні етилсилікати різних марок.

Проведені раніше дослідження дозволили встановити оптимальні параметри гідролізу і поліконденсації етилсилікату для отримання просочувальної вогнезахисної композиції для текстильних матеріалів. Однак залишалася невирішеною проблема залишкового горіння і тління просочених зразків тканини після видалення вогню через присутність в захисному покритті невеликих кількостей продуктів гідролізу. З метою запобігання залишкового горіння і тління на зразки тканини наносили двошарове покриття, що містить крім золю SiO_2 розчин антипірену (діамоній гідрофосфату). Відомо, що поліфосфати мають хорошу адгезію до силікатної поверхні і при термообробці трансформуються в силікофосфатні полімери, забезпечуючи отримання щільного захисного покриття. Однак при цьому втрачається еластичність композиції. У зв'язку з цим основним завданням досліджень було виявити вплив черговості нанесення золю і розчину антипірену, а також способу їх нанесення (просоченням або розпиленням) на попередньо висушену або вологу поверхню першого шару покриття.

Встановлено, що нанесення другого шару покриття на вологу поверхню першого шару не раціонально, оскільки призводить до отримання неоднорідного покриття, що підтверджується мікроскопічним методом аналізу. Такі покриття при термічному ударі в момент випробувань зазнають деформаційні напруги, що призводять до утворення усадочних тріщин і відколів і, як наслідок, до збільшення площі пошкодження тканини. Неоднорідності в структурі таких покриттів пов'язані з утворенням неоднорідного силікофосфатного прошарку на кордоні контакту двох шарів покриття.

При нанесенні 20 %-го розчину антипірену на висушений шар кремнійорганічного покриття методом розпилення еластичність і м'якість тканини зберігається, покриття не помітно. При цьому вогнестійкість таких покриттів підвищується на 30 %.

Використання бінарного покриття демонструє синергетичний ефект від дії кремнійорганічного покриття і дії антипірену: температура зворотного боку зразків під час випробувань на вогнестійкість була значно нижчою, ніж у непросочених зразків, а площа глибокого та загального пошкодження тканини зменшується в 2 – 3 рази.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АЕС З ВИКОРИСТАННЯМ ВОДНЕВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Соловей В.В., Зіпунніков М.М., Воробйова І.О.

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,
м. Харків*

В даний час і найближчі кілька десятиліть головна роль в забезпеченні енергетичної безпеки і стабільності в нашій країні буде належати тепловій та атомній енергетиці. У зв'язку з цим одним з пріоритетних напрямків підвищення безпеки та ефективності роботи АЕС є забезпечення їх базисним електричним навантаженням. З цією метою використання водневих енергетичних комплексів, заснованих на позапіковому електроспоживанні, може бути направлено на виробництво товарної продукції, додаткове вироблення пікової електроенергії АЕС та як спосіб резервування власних потреб станції, що приводить до підвищення її безпеки. На цій підставі актуальним є дослідження ефективності АЕС з використанням водневих енергетичних комплексів [1-2].

Розробка науково-технічних основ створення новітнього теплотехнічного обладнання, яке відповідає вимогам і стандартам Європейського Союзу щодо ефективності, надійності та екологічності, зокрема для блоків потужністю 1000 МВт, які становлять основу парку турбоустановок українських АЕС та ряду країн ЄС. Однією з основних задач енергогенеруючої системи є підтримка балансу між генерацією та споживанням. Для цього система повинна бути спроможною за короткий термін реагувати своїми маневровими резервами як на зміну попиту, так і на незаплановане відключення генеруючого або передаючого обладнання. Дефіцит маневрових потужностей енергетичної системи України зараз становить 2000-2200 МВт, із-за чого основне навантаження по регулюванню несуть енергоблоки ТЕС. При цьому вони працюють у непритаманних для них режимах. Це різко погіршує паливну економічність енергоблоків і призводить до погіршення екологічних характеристик та зносу обладнання, яке побудовано 30-40 років тому і вже давно виробило встановлений парковий ресурс. В зв'язку з цим на сучасному етапі усе більш актуальною є проблема вивчення можливості залучення енергоблоків АЕС для зменшення рівня незбалансованості енергогенеруючих потужностей з потребами енергоринку і розробки енергообладнання для реалізації цієї пропозиції. Поліпшення технічних характеристик теплогенеруючого та теплообмінного обладнання має суттєвий вплив на підвищення техніко-економічних та екологічних показників (підвищення теплової економічності, зниження теплового і хімічного забруднення атмосфери й ін.) енергоустановок АЕС.

Література:

1. V.V. Solovey. Hydrogen technology of energy storage making use of wind power potential / V.V. Solovey, L. Kozak, A. Shevchenko, M. Zipunnikov, R. Campbell, F. Seamon / Проблемы машиностроения. – Харьков, 2017. Т.20 – № 1. – С. 62-68. DOI: <https://doi.org/10.15407/pmach2017.01.062>
2. V. Solovey. Improvement of the Membrane - less Electrolysis Technology for Hydrogen and Oxygen Generation / V. Solovey, Nguyen Tien Khiem, M. Zipunnikov, A. Shevchenko // French- Ukrainian Journal of Chemistry, 2018. Vol. 6. – № 2. – P. 73-79. DOI: <https://doi.org/10.17721/fujcV6I2P73-79>

ВИКОРИСТАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЛІЗНИХ ГЕНЕРАТОРІВ ВОДНЮ

Соловей В.В., Зіпунніков М.М., Шевченко А.А., Котенко А.Л.

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,
м. Харків*

Розвиток енергетики базується на гіпотезі еволюційного характеру технологічних змін, що відбуваються у сфері виробництва, розподілу та споживання енергії. Згідно з прогнозом експертів Міжнародного енергетичного агентства, розвиток світового паливно-енергетичного ринку в найближчій перспективі здійснюватиметься за рахунок заміщення викопних палив (які забезпечують в теперішній час більш ніж 90 % потреби в енергоресурсах) альтернативними паливами і відновлюваними джерелами енергії, у структурі яких важливе місце належить водню. Нестабільна ситуація в паливно-енергетичному комплексі України, пов'язана зі значними обсягами імпорту енергоресурсів, особливо в газовому секторі, є додатковим стимулом для прискорення темпів переходу до водневої економіки. Порівняно низький (менше або близько 50 %) ККД повного циклу перетворення надлишкової електроенергії в водень і водню в електроенергію (за допомогою паливних елементів) не є стримуючим фактором, тому що використовується саме надлишкова енергія поновлюваних джерел, яка при відсутності акумулювання просто пропадає, тобто не використовується.

На сьогодні в промислових масштабах водень виробляється в основному двома методами – каталітичним розкладанням при високій температурі природного газу (метану) та електролізом води.

Електроліз води, таким чином, стає фактично єдиним методом промислового отримання водню для акумулювання великих обсягів енергії. Електроліз води відрізняється від інших методів отримання водню простотою технологічної схеми, доступністю і дешевизною вихідної сировини. Разом з тим, основним недоліком електрохімічного методу отримання водню є його велика енергоємність.

Вибір оптимального складу електродних матеріалів та відпрацювання виготовлення електродів дозволяє суттєво підвищити ефективність електролізної генерації водню, тобто забезпечує зниження технологічних енерговитрат на виробництво водню. Подальше удосконалення методів і технологій екологічно чистого, недорогого та ефективного виробництва водню, в тому числі із використанням відновлюваних джерел енергії сприяє прискореному впровадженню водневих технологій в паливно-енергетичний комплекс України.

Література:

1. V.V. Solovey. Hydrogen technology of energy storage making use of wind power potential / V.V. Solovey, L. Kozak, A. Shevchenko, M. Zipunnikov, R. Campbell, F. Seamon / Проблемы машиностроения. – Харьков, 2017. Т.20 – № 1. – С. 62 - 68. DOI: <https://doi.org/10.15407/pmach2017.01.062>
2. M.M. Zipunnikov. Formation of potassium ferrate in a membrane-less electrolysis process of water decomposition. Issues of Chemistry and Chemical Technology. Dnieper, 2019. № 1. P. 42-47. DOI: 10.32434/0321-4095-2019-126-5-42-47

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БРОДІННЯ КРАФТОВИХ СОРТІВ НЕФІЛЬТРОВАНОГО ПИВА

Стаднік Д.М., Ларінцева Н.В.
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Данна тема роботи має певну актуальність через те, що «Пивна культура» почала розвиватися у Україні нещодавно. Кожного дня, виробники для потреби покупців вигадують нові сорти, для можливості конкурентоспроможних дій, на ринку України. Постійно відкриваються нові виробництва які готують невеликі партії «крафтового» пива. Через це, будь яке удосконалення виробництва, стає важливим для розвитку, та закріплення на ринку країни [1].

Нефільтроване пиво - це непрозора піниста рідина або прозора з опалесценцією без сторонніх включень не властивих пиву. За ароматом це, чистий, зброджений, солодовий, хмельовий без сторонніх запахів. Допустима наявність дріжджового осаду та часточок білково-дубильних сполук. Допустимий слабкий дріжджовий аромат. Смак повинен бути чистий, зброджений, солодовий з хмельовою гіркотою, що відповідає сорту пива, з присмаком дріжджів, без сторонніх присмаків. Додаткові вимоги до органолептичних показників пива встановлює виробник у технологічній інструкції (рецептурі) на кожний сорт пива[2].

Спираючись на патент RU 2110572 у дослідженні запропоновано як продуцент спиртового бродіння в процесі пивоваріння використовувати штам низових дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* Д-202, що має високу фізико-біохімічну ферментативну активність, внаслідок чого скорочується на 40%, строк головного бродіння, а кінцева ступінь зброджування підвищується на 4,9%. Пиво, отримане з використанням штаму Д-202 ВНПСХМ II більш м'яке з приємним ароматом [3].

Підвищена швидкість головного бродіння дозволить збільшити потужність виробництва, що призведе до скорішого його розвитку та збільшенню потужності виробництва. Завдяки удосконаленню виробництва за допомогою нового штаму дріжджів буде забезпечена більша рентабельність виробництва, та покращення якості товару.

Література:

1. Третьяк, Л.Н. Автоматизація управління процесом виробництва пива з заданими властивостями [Текст] / Л.М. Третьяк // Вісник Оренбурзького державного університету. - 2010. - № 10. - С. 169-178.
2. ДСТУ 3888:2015. Пиво. Загальні технічні умови [Текст]. – Введ. 2015–5–28. – К. : ДП УкрНДНЦ, 2015. – 13 с.
3. Фараджева Е.Д. Общая технология бродильных производств / Е.Д. Фараджева, В.А. Федоров. – М.: «Колос», 2002, 408 с.

ВИМІРЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ СЕЛЕКТИВНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЙОДИДУ У ВИГЛЯДІ ІА ЙОД-ЙОДИДНИХ КОМПЛЕКСНИХ АНІОНІВ З ДІАМАНТОВИМ ЗЕЛЕНИМ

Тішакова Т.С., Левашова О.Л., Козуб С.М.

Харківський національний медичний університет, м. Харків

Визначення йодид – іонів, інших форм йоду, двох йодвмістних аніонів при сумісній присутності в об'єктах навколишнього середовища, в природних та інших об'єктах є актуальною задачею аналітичної хімії, що вирішується із використанням різних методів аналізу.

Покращення метрологічних характеристик визначення йодвмістних аніонів при сумісній присутності за рахунок об'єднання методів є перспективним напрямком розвитку сучасної аналітичної хімії. В роботі [1] запропоновано концепцію нової методики екстракційно-фотометричного визначення йодид – іонів у вигляді іонних асоціатів йод-йодидних комплексів з діамантовим зеленим при використанні електрохімічного окиснення. Під час розробки методики було досліджено заважаючий вплив багатьох неорганічних іонів, у тому числі і заважаючий вплив йодиду. Результати наведені в таблиці.

Таблиця – Показники селективності визначення йодиду у вигляді ІА йод-йодидних комплексних аніонів з діамантовим зеленим.

Іон, що заважає	$\varepsilon_{ум}$	$C_{min}, \text{моль/дм}^3$	K^{sel}
I ⁻	88	5.7×10^{-5}	3.4×10^3
Br ⁻	2.4	2.1×10^{-3}	1.25×10^5
SCN ⁻	315	1.6×10^{-5}	952
C ₂ O ₄ ²⁻	0.9	5.8×10^{-3}	3.3×10^5
ClO ₄ ⁻	20.6	2.4×10^{-4}	1.5×10^4
SO ₃ ²⁻	9.8	5.0×10^{-4}	3.1×10^4

Хлорат-, нітрат-, хлорид-, сульфат- іони не заважають при визначенні йодиду, але йодид-, бромід-, роданід-, перхлорат-, оксалат-, та сульфат-іони заважають при визначенні йодиду при концентраціях, наведених у таблиці.

Значення були оцінені з рівняння: $C_{min}, \text{моль/дм}^3 = \frac{S_A}{\varepsilon_{ум}}$, де $S_A = 0,005$; $K^{sel} =$

$\varepsilon_{ум,ДЗАп}/\varepsilon_{ДЗІЗ}$; $\varepsilon_{ум,ДЗАп}$ - умовний молярний коефіцієнт поглинання ІА аніона з діамантовим зеленим; $\varepsilon_{ДЗІЗ}$ - нахил градувальної залежності при визначенні йодиду у вигляді іонного асоціату діамантового зеленого з йод-йодидними комплексними аніонами. При об'єднанні процедури електрохімічного окиснення та спектрофотометричного визначення можна підвищити селективність визначення.

Література:

1. Anatoliy V. Drozd Spectrophotometric determination of trace amounts of iodide-ions in form of ionic associate with brilliant green using electrochemical oxidation / Anatoliy V. Drozd, Tatyana S. Tishakova // Central European Journal Chemistry. — 2011. — Vol. 9, № 3. — P. 432—436.

РЕГЕНЕРАЦІЯ ПАЛИВА ВІДПРАЦЬОВАНИХ ТВС

Ткаченко О.В., Тульський Г.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків*

Виробничі процеси радіохімічної переробки відпрацьованого ядерного палива надзвичайно ускладнені через високу радіоактивність тепловиділяючих елементів і тепловиділяючих збірок і вимагають найсуворішого забезпечення ядерної та радіаційної безпеки. Ця радіоактивність, в основному, складається з радіоактивності накопичених в ТВЕЛлах продуктів поділу, а також з радіоактивності продуктів їх розпаду.

Найбільш складними операціями переробки відпрацьованого ядерного палива є наступні: хімічна переробка відпрацьованого палива, глибоке вилучення та очищення регенованого урану і плутонію від радіоактивних продуктів поділу та продуктів їх розпаду, різного роду домішок; найбільш повне вилучення і концентрування радіоактивних речовин, їх знешкодження, тимчасове або постійне зберігання і остаточне безпечне захоронення.

Для очищення нітратів урану і плутонію найбільше поширення знайшла схема екстракційного пьорекс-процесу з декількома циклами очищення від продуктів поділу. У першому циклі екстракції вдається майже цілком позбутися довго живучих ізотопів цезію, стронцію, ітрію, рідкоземельних елементів. Всі вони утворюють у розчинах нітратної кислоти прості гідратованих іони. Не викликає особливих труднощів очищення від продуктів корозії стінок апарату. Найбільшу складність для екстракційної технології представляють ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{103}Ru і ^{106}Ru . Їх активність в регенераті не повинна бути більше 10 % власної радіоактивності урану і плутонію в паливі.

Наступна операція – відмивання ураніл нітрату та нітрату плутонію від трибутилфосфату (ТБФ). Вивід залишкових продуктів поділу і продуктів розкладання ТБФ здійснюються водним розчином гідроксиду натрію. З метою зниження радіаційного впливу на екстрагент забезпечують мале за часом спільне перебування органічної і водної фаз. За допомогою відцентрових екстракторів досягається дуже малий час контакту і поділу фаз, що сприяє радіолізній стійкості ТБФ.

Переробка водневого розчину на оксиди проводиться шляхом осадження оксалату урану із максимальним осадженням домішок. Оксалати свинцю, кадмію, вісмуту, міді, алюмінію і тривалентного заліза легко розчиняються в 0,1...0,5 моль/дм³ розчинах кислот. Оксалати марганцю, цинку, нікелю, двовалентного заліза повністю розчиняються в 1 моль/дм³ нітратній кислоті. Найважче розчиняються в кислотах оксалати торію, чотирьохвалентного урану, уранілу і рідкоземельних елементів. При дії щавлевої кислоти на розчин нітрату уранілу осідає тригідрат оксалату уранілу. Вихід урану в осад до 95%.

При комбінації екстракційного й оксалатого афінажу досягається ядерна чистота урану. Отриманий триоксид урану відновлюється воднем до двооксиду, який шляхом сухого гідрофторування переробляється на тетрафторид урану.

МОЖЛИВІ КОМПЕНСАЦІЙНІ ЗАХОДИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПЕРВИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ КОКСОВОГО ГАЗУ ЗІ ЗБІЛЬШЕННЯМ ЗМІСТУ ГАЗОВОГО ВУГІЛЛЯ В ШИХТІ

Фатенко С.В., Банніков Л.П., Мірошниченко Д.В.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут»,

*Державне підприємство «Український державний науково-дослідний
вуглехімічний інститут (УХІН)»,*

м. Харків

Останнім часом певна увага приділялася експлуатації ПГХ з боку охолоджуваного коксового газу [1–3], на нашу думку, облік умов тепловіддачі з боку охолоджувальної води при коливаннях складу газу вимагає рівноцінної уваги.

Виконані дослідно-промислові експерименти показали доцільність обробки оборотного циклу ПГХ комплексним інгібітором корозії і утворення накипу на основі суміші цинку, фосфонату, полімерних дисперсантів з метою виключення утворення відкладень солей на поверхні устаткування, а також усунення розчинення матеріалу теплообмінних поверхонь.

Ефективність обробки підтверджена розрахунком кількості осаджуваних іонів Ca^{2+} в різні етапи експерименту, при обробці реагентом запобігає утворенню 5,0–6,6 кг/год кальцієвих відкладень в перерахунку на CaCO_3 . Крім того збільшення концентрації зважених речовин в циркуляційній воді при поданні реагенту свідчить про утворення зважених адсорбційних комплексів карбонату кальцію, які не осідає на теплообмінних поверхнях.

Результати показали можливість зниження різниці температур охолодженого газу і охолоджувальної води в ПГХ на $1,0 \div 1,5$ °С, що є компенсаційним заходом при підвищенні ентальпії коксового газу, у тому числі пов'язаною зі збільшенням змісту газового вугілля в коксованій шихті.

Література:

1. Банніков Л.П., Пастернак А.А., Похилко А.В., Пилипенко А.В. Реологические свойства эмульсии для промывки межтрубного пространства первичного газового холодильника // Кокс и химия. 2015. № 8. С. 27–32.
2. Пастернак А.А., Нестеренко С.В., Банніков Л.П., Бутко К.А. Экологические и технологические аспекты в процессах прямого и непрямого охлаждения коксового газа // Комунальне господарство міст. 2016. Сер. Технічні науки та архітектура. Вип. 130. С. 24–30.
3. Пастернак О.О., Банніков Л.П., Ковальов Є.Т., Скрипченко М.П., Нестеренко С.В. Смолоконденсатна емульсія для видалення органічних відкладень транспорту коксового газу з теплообмінної поверхні / Патент UA 120022 U Україна, МКИ C10B 43/08 (2006.01).

ПОБУДОВА ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ СВЕРДЛОВИНИ З БОКОВИМИ СТВОЛАМИ ТА ВИБІЙНИМ ТЕПЛОВИМ НАСОСОМ

Фик М.І., Аббуд М.Х.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Робота направлена на дослідження перспектив побудови максимально-ефективних геотермальних систем на базі свердловин виснажених та діючих нафтогазових родовищ.

Мета досліджень. Розробити феноменологічну модель та проаналізувати можливості збільшення ефективності роботи односвердловинної геотермальної системи, в яку теоретично вбудовуються магнітні охолоджувачі вибійного та гирлового теплових насосів.

Об'єкт дослідження: свердловина діючого нафтогазового родовища із боковими стволами, лініями нагнітання (заколонний простір) та ліфтування (насосно-компресорна труба) теплоносія.

Розроблено феноменологічну схему для геотермальної системи на базі нафтогазової свердловини. Дослідження показали, що магнітні охолоджуючі установки створюють більш високі коефіцієнти корисної дії (на 20-30% ефективніші ніж працюючі у парогазовому циклі [1]) за умови порівнянням з холодильниками на газорідних проміжних теплоносіях. Конструкції твердих магнітних охолоджувачів можуть бути повністю вільні від механічного руху, як конструктивні елементи, так і робочі тіла (теплоносії). Розміщення додаткового теплового насосу на вибої свердловини отримує в такому випадку компактну і геометрично-придатну промислову реалізацію. При встановленні в односвердловинній геотермальній системі не одного акцептуючого теплообмінника теплового насосу (зазвичай встановлюється на гирлі [2]), а двох (на вибої та одночасно на гирлі), дозволить додатково охолодити теплоносій після проходження теплоносієм нагнітальної колони (зовні від ліфтової) та перед подачею у бокові стволи вибійної частини свердловини (це надасть ще 5–10% збільшення ефективності). Останнє обумовлено теплообміном, що практично починається на лінії нагнітання в заколонному просторі вздовж обсадної колони.

Таким чином, рознесення зон перфорації боковими стволами і нагнітання по заколонному простору інтенсифікує відбір тепла з пласту, що із встановленням гирлових та вибійних магнітних теплових насосів (охолоджувачів) надає сумарне загальне збільшення к.к.д. геотермальної системи на 25–40%.

Література:

1. Короткин Р.А., Чернявский Н.А., Яновский А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 3-1.
2. Fyk M., Biletskyi V., Abbud M. Resource evaluation of geothermal power plant under the conditions of carboniferous deposits usage in the Dnipro–Donetsk depression. E3S Web of Conferences. 2018. Vol. 60 : Ukrainian School of Mining Engineering — 2018. Article 00006.

СТРУКТУРА РОЗПОДІЛУ ФЛЮЇДІВ В КОЛЕКТОРІ ПРИ ВИТІСНЕННІ ГАЗУ РІДКИМИ ВУГЛЕВОДНЯМИ

Фик І.М., Варавіна О.П.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

В роботі розглянуто питання розподілу флюїдів в колекторі при витісненні газу рідкими вуглеводнями. Значна частина газоконденсатних покладів з високим вмістом конденсату характеризується наявністю нафтової або конденсатної облямівки. Прикладом таких родовищ в Україні можуть бути Новотроїцьке, Тимофіївське, Кулічихинське та ін. В умовах проявів водонапірного режиму нафтова або конденсатна облямівка заміщується в газову частину покладу. При цьому формується нова нафтоконденсатна облямівка з «розрихлинною» структурою, яка складається із залишкової води (K_B), залишкової газонасиченості ($K_{зг}$) та рідкого флюїду, що увійшов в газонасичену частину покладу ($K_{зм}$), коефіцієнт зміщеної нафтоконденсатонасиченості.

В умовах проведення повного сайклінг-процесу тонка нафтоконденсатна облямівка практично не може охоплюватись витісненням сухим газом, так як фазова проникність по газу в ній дорівнює нулю. Інша справа зміщена «розрихлена» облямівка, в якій залишковий газ зумовлює фазову проникність по газу. В таких умовах витіснення флюїдів стає можливим і зміщена нафтоконденсатна облямівка буде охоплена витісненням всіх наявних вуглеводнів газом закачки.

З метою вивчення структури насичення колектора при зміщенні нафтоконденсатної облямівки в газову частину покладу були проведені лабораторні дослідження по витісненню газу із зразків керна (із залишковою водонасиченістю) рідкими вуглеводнями. В якості зразка було обрано керна із Більського родовища (свердловина № 403, карбон C_3^3 горизонт Г-7-10, глибина 2310-2317 м). Моделювання залишкової водонасиченості проводилось в лабораторних умовах на капіляриметрі. При досягненні тиску 1100 мм.рт.ст. відбулася стабілізація залишкової газонасиченості на рівні 32.4 %. Подальше моделювання витіснення газу проводилось шляхом капілярної пропитки витіснення повітря із зразка розміщеного на пористій мембрані насиченій гасом в нормальних умовах. За рахунок проникнення газу в газонасичене середовище зразка його вага збільшилась з 43 г до 44,6 г. При цьому, залежність ваги зразка (Y) від часу (X) насичення гасом, описується рівнянням: $Y = 0,2995 \ln(X) + 43,812$, при коефіцієнті кореляції 0,9713.

Повертаючись до можливості розробки нафтоконденсатної облямівки в режимі сайклінг-процесу можна зробити висновок, що в «розрихленому» флюїдонасиченому просторі буде проходити двофазна фільтрація та витіснення всіх вуглеводнів сухим газом закачки до експлуатаційних свердловин, що зумовить підвищення коефіцієнта вилучення рідких вуглеводнів із газоконденсатного родовища.

БІОТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КЕФІРУ З ДОДАВАННЯМ КОРЕНЮ СОЛОДКИ

Фуркал Є.Д., Бєлих І.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Згідно діючим нормативним документам, кефіри виготовляються з коров'ячого молока із застосуванням стабілізаторів консистенції – стабілізуючих систем на основі натуральної сировини рослинного і тварини походження. Для виготовлення кефірів передбачено використання широкого спектра сировини і фактично всіх продуктів переробки молока: сухе й згущене молоко або згущені молочні продукти. Розроблені рецептури продуктів із різними наповнювачами – рослинними, плодово-ягідними, смакоароматичними; кондитерськими чи іншими харчовими добавками, з прянощами, натуральними харчовими барвниками і з їхніми різними комбінаціями [1].

Таким продуктом може стати натуральний йогурт з додаванням порошку кореню солодки, яка є поживним середовищем для інтенсивнішого розвитку мікрофлори закваски кефіру, та може бути заміником цукру [2].

Солодка – доступна дикоросла рослина. Унікальність її властивостей визначається тим, що будова гліциризинової кислоти, що міститься в коренях солодки, дуже нагадує будова гормонів кореневого шару надниркових – кортизону. Гліциризинова кислота захищає кортизон організму від руйнувань.

Завдяки складному поєднанню гліциризинової і гліцететової кислот солодка знайшла застосування як антиалергічний, протизапальний, бактерицидний засіб. Досліджено що в коренях солодки містяться флавоноїди, які сприяють загоєнню виразки шлунку [2].

У харчовій промисловості використовується монодисперсний високоякісний порошок кореню солодки жовтуватого кольору із змістом сухих речовин 97,8 – 98,2 %, що відповідає вимогам стандарту для даного типу порошоків. Порошок кореню солодки змішують з молоком 10–15 хв, проводять пастеризацію при температурі 90 – 94 °С з витримкою 2–8 хв, далі охолоджують до температури 25 – 30 °С. Оптимальна кількість добавки для приготування кефіру стабільної якості складає в середньому 0,2 % від маси молока, при цьому процес дозрівання кефіру скорочується в середньому на 20 % при стабільному наростанні кислотності до 110 °Т. Це пояснюється інтенсивнішим культивуванням мікроорганізмів кефірної закваски [2].

Скорочення часу приготування кефіру забезпечує певний економічний ефект.

Література:

1. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова, П.И.Гунькова. – СПб. : ГИОРД, 2010. – 336 с.
2. Кириева Т.В. Сладкий кефир с корнем солодки / Т.В. Кириева, Н.Н. Гатько // Переработка молока. – № 7. – 2007. – С.

НІТРАТНОКИСЛОТНА УТИЛІЗАЦІЯ ЗОЛО-ШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

¹Хлопицький О. О., ²Савенков А. С.

¹ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків,

Останнім часом все більше уваги приділяється кислотній утилізації золошлакових відходів. У якості кислот утилізації можна використовувати як мінеральні так і органічні кислоти. Все залежить від природи золошлаку, мети утилізації та продукту який бажають отримати з урахуванням економічно вигідних показників впровадження майбутньої технології.

В роботі використовували золошлакові відходи Дніпропетровського регіону (табл. 1), що представляють собою розсипчастий матеріал сірувато-чорного кольору різного фракційного складу та розбавлену нітратну кислоту.

Таблиця 1 – Хімічний склад вихідного золошлаку

Компонент	Вміст, %	Компонент	Вміст, %
CaO	2,76	SiO ₂	42,6
Fe ₂ O ₃	29,4	S	0,27
Al ₂ O ₃	17,4	TiO ₂	0,35
MnO	0,20		

Вилуговування золошлакових відходів, нітратною кислотою проводили використовуючи лабораторну установку з додержанням основних технологічних параметрів процесу.

Одержаний в процесі вилуговування розчин та осад досліджували на наявність цінних елементів (табл. 2) з використанням сучасних методів аналізу компонентів.

Таблиця 2 – Хімічний склад одержаного розчину та твердої фази

Компонент	Розчин, %	Тверда фаза, %
Ca	11,45	0,03
Fe	77,99	0,05
Al	3,14	0,03
Mn	0,66	0,01
Si	0,03	99,8
S	0,39	0,02
Ti	0,23	-

З аналізу одержаних експериментальних даних можна зробити висновок, що майже всі компоненти (крім Si) повністю переходять у нітратний розчин. Найбільший вміст у розчині мають такі компоненти, як: Fe, Ca, Al. Неможливість переходу Si у розчин пов'язана з його нерозчиненням у нітратній кислоті та скупченням у твердій фазі.

Запропонована нами нітратнокислотна утилізація, як один із інноваційно-пріоритетних напрямків переробки відходів, має ряд переваг: унеможливлення одержання твердих побічних продуктів; одержання розчинів не забруднених хлоридами та сульфатами; можливість одержання широкого кола рідких та твердих комплексних мінеральних добрив; дешевизна реагенту та можливість його повторного використання.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ЦЕМЕНТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Христич О.В., Кустов М.В., Приходько В.О.

*Національний університет цивільного захисту України,
м. Харків*

З огляду на сучасну насиченість електромагнітними приладами різних систем управління, зв'язку, моніторингу, життєзабезпечення, проблема захисту таких систем є актуальною. В системі національної безпеки передбачено розміщувати критично важливі вузли і системи життєзабезпечення в спеціальних захисних спорудах [1].

Однак, в умовах використання існуючих технологій і матеріалів таких захисних споруд передбачає або розміщення глибоко під поверхнею землі, або використання товстостінних металевих конструкцій. У зв'язку з цим розробка нових матеріалів, стійких до проникнення електромагнітного випромінювання, дозволить істотно спростити конструкцію захисних споруд і підвищити ступінь захищеності електроустаткування.

Перспективними для створення спеціальних матеріалів для захисних споруд від дії електромагнітного випромінювання, є в'язучі на основі барієвого цементу з феромагнітними властивостями.

В ході випробувань проведено вимірювання коефіцієнта проходження по потужності і коефіцієнта відображення на частотах 80 – 100 кГц. Випробування проводилися на двохпозиційної установці квазіоптичного типу. Коефіцієнт поглинання електромагнітної хвилі та коефіцієнт екранування розраховувалися за формулами [2].

Розроблений захисний барієвий цемент може дозволити знизити напруженість електромагнітного випромінювання в певному частотному діапазоні, в середньому в 10 разів у порівнянні відомими захисними матеріалами, що говорить про можливість застосування матеріалу для захисту біологічних і технічних об'єктів від впливу електромагнітного випромінювання і ослаблення негативного впливу на навколишнє середовище.

Література:

1. Procedure for Implementation of the Method of Artificial Deposition of Radioactive Substances from the Atmosphere. / Kustov M., Slepuzhnikov E., Lipovoy V., Khmyrov I., Dadashov Ilgar Firdovsi, Buskin O. // Nuclear and Radiation Safety. 2019. Issue 3 (83). P. 13-25.
2. Барийсодержащие тугоплавкие материалы специального назначения: монографія. / Г.Н. Шабанова, С.М. Логвинков, А.Н. Корогодская, Е.В. Христич, М.Ю. Иващенко, О.В. Костыркин. – Х.: ФЛП Бровин А.В, 2018. – 292 с.

ГІДРОДИНАМІКА СЕГМЕНТНИХ КОНТАКТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ**Цейтлін М.А., Райко В.Ф.***Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

У процесах контактного охолодження газів і конденсації парі знаходять застосування колонні апарати з контактними елементами у вигляді перфорованих сегментів (сегментних тарілок), що перекривають частину (зазвичай, до 60 %) повного перерізу апарату. Тарілки розташовують східчасто, і контакт газу і рідини відбувається, головним чином, усередині "завіси", що утворюється рідиною підчас перетікання з тарілки на тарілку. Апарати цього типу відрізняються низьким гідравлічним опором і високою надійністю. У той же час, питома продуктивність їх невисока. Це обумовлено тим, що швидкість газу в них звичайно складає 0,6 – 0,7 м/с. Метою дослідження була перевірка можливості роботи сегментних контактних елементів у більш інтенсивних режимах при швидкостях газу до 6 м/с.

Визначення гідравлічного опору сухих сегментних тарілок $\Delta P_{\text{сух}}$ (Па) та швидкостях газу w від 0 до 6 м/с виконувалося при міжтарілковій відстані $h = 0,5$ і 1 м. Результати узагальнені у вигляді рівнянь:

$$\Delta P_{\text{сух}} = 1,63 w^2, \text{ при } h = 0,5 \text{ м і } \Delta P_{\text{сух}} = 1,51 w^2, \text{ при } h = 1 \text{ м} \quad (1)$$

Як видно з наведених даних, гідравлічний опір сухих тарілок залежить не тільки від швидкості газу, а і від міжтарілкової відстані. Отриманий результат добре збігається з розрахунком по відомим методикам.

Візуальне спостереження за двофазною системою, що утворюється за умов протитечійної подачі газу та рідини, дозволяє виявити, що найменше, 3 режими плин рідини. За малих швидкостей газ помітно не впливає на плин рідини (перший режим). Однак з ростом швидкості завеса, а потім і всі струмені, що витікають з отворів у тарілках, починають дробитися на окремі краплі. Відбувається це в інтервалі швидкостей газу 1,0 – 1,3 м/с (другий, «перехідний» режим). Збільшення w до 2 – 2,5 м/с призводить до транспортування крапель рідини у поперечному напрямку (3-ій режим). Основна маса крапель, рухаючись по інерції, зустрічається зі стінкою і сепарується з газового потоку. Частина ж крапель виноситися разом з газом нагору. На нашу думку, цей режим є найбільш сприятливим для масопередачі. Захлинання настає при w в інтервалі 4 - 5 м/с в залежності від щільності зрошення.

Одержано рівняння залежності ΔP від w та щільності зрошення L , м³/м² для кожного з 3-х режимів та узагальнююче рівняння для всього дослідженого діапазону:

$$\Delta P = 40,0 w^{2,04} L^{0,30}$$

Отримані дані можуть бути корисними для дослідників та інженерів, що займаються дослідженням та проектуванням апаратів для контактного теплообміну та концентрування розчинів за рахунок повітря та скидних газів.

DEVELOPMENT OF A STICKY COMPOSITION BASED ON SYNTHETIC RUBBERS

Cherkashina G.M., Rassokha A.M., Podgornaya L.F.

*National Technical University
«Kharkov Polytechnic Institute»,
Kharkov*

The creation of self-fixing drugs on the skin is increasing due to their widespread use in various conditions: from household cuts to widespread clinical practice. Especially important is the availability of such drugs in situations of military conflict, accidents, etc. in the presence of mass destruction of people (disaster medicine), since in these conditions, a medical dressing is almost the only way to treat wounds.

Such types of medicines, medical plasters can be considered very promising as a fixing and integumentary element, which are medical products formed on the basis of adhesive tapes, films, etc.

It is the stickiness of the adhesive patch that allows the drug to be fixed on its sticky surface, and when applied to the integumentary tissues, the drug is firmly fixed on the skin, to ensure tight and continuous contact of the drug with it.

Studies are underway to develop an adhesive composition based on synthetic rubbers (isoprene and butyl rubber-copolymer of isoprene and isobutylene) with the addition of rosin for greater stickiness and other substances. Rubbers as the basis of the sticky composition have no irritating effect on the skin, indifference to many medicinal substances, elasticity, air and moisture resistance, but they have poor ductility and stickiness, and stickiness was increased by adding rosin to the sticky composition. Rosin causes skin irritation, therefore zinc oxide was introduced into the composition of the sticky layer, which has a drying effect. To plasticize and prevent hardening of the patch, liquid paraffin and anhydrous lanolin were added to the sticky layer. In order to protect the rubber from aging and loss of elasticity, an antioxidant diphenylamine was introduced, which is first oxidized by oxygen. The number of components of the sticky composition varied as follows: rubbers -20.5-29.5%; rosin-18.6-22.8%; zinc oxide or titanium oxide-28.0-34.0%; paraffin-8.8-10.6% and lanolin-7.9-9.8%; diphenylamine-0.75%.

The optimal composition of the adhesive layer of the patch was developed and uniformity of the layer, tear-off stickiness, acid number, amount of zinc oxide or titanium oxide were determined.

References:

1. The technology of dosage forms: a textbook in two volumes. Volume 2 / Ed. L.A. Ivanova. - M.: Medicine, 1991. - p. 509 - 520.

РАДІАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РАДІАЦІЙНО БЕЗПЕЧНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Чиркіна М.А.

*Національний університет цивільного захисту України,
м. Харків*

Утилізація відходів набуває актуальності у зв'язку з ростом вартості сировини, яке супроводжує процес виснаження мінеральних ресурсів. Використання відходів в якості вторинних матеріальних ресурсів дає змогу, перш за все, економити мінеральну сировину та підвищити зростання ефективності виробництва. Одним з перспективних напрямів в рішенні цієї задачі є залучення до розробки техногенних родовищ. На території України техногенні родовища утворені внаслідок діяльності кольорової металургії, чорної металургії, хімічної промисловості, енергетичної промисловості та інше [1].

Варто зазначити, що застосування таких вторинних ресурсів можливе лише після додаткового їх вивчення на вміст радіоактивних і токсичних компонентів. Висока питома активність характерна для металургійних шлаків, зол та інших відходів. Отже, особлива увага повинна бути приділена радіаційному контролю техногенної сировини для її подальшого застосування в будівельній галузі.

Радіаційна безпека техногенної сировини визначається вмістом в них природних радіонуклідів, що характеризується величиною ефективною питомою активністю $C_{\text{эф}}$. Згідно Норм радіаційної безпеки України [2], величина $C_{\text{эф}}$ для сировини повинна бути нижчою або дорівнювати $370 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$, та належити до I класу радіаційної безпеки.

Для аналізу були обрані техногенні родовища Дніпропетровської, Донецької та Луганської областей. Гамма-спектрометричним методом у складі дослідних матеріалів були виявлені природні радіонукліди ^{226}Ra , ^{232}Th (α , γ -випромінювачі) і ^{40}K (β , γ -випромінювач).

Експериментальні та розрахункові дані дозволили встановити, що найбільшою сумарною питомою активністю, що перевищує норму, є зразки сировини техногенного родовища Луганської обл. ($C_{\text{эф}} = 375 \text{ Бк/кг}$). Дослідження зразків родовищ Дніпропетровської та Донецької областей ($C_{\text{эф}} = 360$ та 278 Бк/кг відповідно) показали, що вони є радіаційно-безпечними і відносяться до I класу радіаційної безпеки. Таким чином, вони можуть далі застосовуватись, наприклад, в будівельній галузі без обмеження ($C_{\text{эф}} \leq 370 \text{ Бк/кг}$) та без будь-якої значної радіологічної загрози населенню.

Література:

1. Міщенко В.С. Економічні пріоритети розвитку й освоєння мінерально-сировинної бази України / В.С. Мищенко. – К: Наук. думка, 2007. – 360 с.

4 НРБУ-97/Д-2000 "Норми радіаційної безпеки доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення" [Текст]. – Введ. 2000-07-12.

ВИКОРИСТАННЯ АППРОДУКТІВ В БІОТЕХНОЛОГІЇ ЙОГУРТІВ

Чудна А.О., Варанкіна О.О., Літвінова О.Г.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Важливу роль у забезпеченні та підтримці життєдіяльності людини відіграють кисломолочні продукти. Йогурти широко використовуються в раціоні харчування людей в багатьох країнах світу. Паралельно з традиційними продуктами в останні роки в нашій країні та за кордоном все більше розповсюдження отримують комбіновані кисломолочні напої [1].

Актуальним у створенні комбінованих йогуртів є пошук і впровадження у виробництво природних компонентів, що одночасно мають технологічну та фізіологічну функціональність. Перспективним у технології кисломолочних продуктів може бути використання продуктів бджільництва, як потужного джерела поживних речовин [1].

Метою даної роботи є вдосконалення фізіологічних показників якості класичних йогуртів за допомогою використання в технології наповнювача на основі продуктів бджільництва [1].

Згідно з патентом обрано технологію виробництва йогуртів резервуарним способом з внесенням наповнювача разом із закваскою перед сквашуванням. В якості наповнювача використовують мед, маточне молочко та бджолине обніжжя [2].

Використання апіпродуктів при виробництві йогуртів дозволяє забезпечити організм необхідними компонентами: вітамінами, білками, ліпідами, макро- та мікроелементами [2]. Мед, маточне молочко та бджолине обніжжя позитивно впливають на хімічний склад йогурту, збільшуючи масову частку всіх важливих його компонентів [2].

Йогурти з вмістом продуктів бджільництва доцільно використовувати в харчуванні з метою оптимізації хімічного складу раціону харчування, для загального зміцнення організму [1].

Література:

1. Чудна А. О. Біотехнологія виробництва йогуртів з продуктами бджільництва : дипл. проект. Харків : Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2019. 96 с.
2. Спосіб виробництва йогурту: Пат. 46534 Україна, МПК А 23 С 9/12. № u200907164; заявл. 09.07.2009; опубл. 25.12.2009, Бюл. № 24. 3 с.

ФОРМУВАННЯ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ НАНОПОРУВАТОГО АЛЮМІНІЮ

Шевченко Г.С., Ляшок Л.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Розроблено універсальний метод отримання наноматеріалів, заснований на використанні твердофазних матриць з упорядкованою пористістю – твердофазних нанореакторів, в даному випадку пористого оксиду алюмінію. Заповнення пор наноструктур функціональними матеріалами значно розширює сферу їх застосування, при цьому властивості отриманих композитних матеріалів можна варіювати змінюючи поруватість, ступінь заповнення пор та ін.

У ході роботи плівки поруватого оксиду алюмінію з високо упорядкованою структурою формували за методикою одностадійного окиснення. Анодування проводилось у 0.5 М оксалатній кислоті. проводили як у потенціостатичному, так і в гальваностатичному режимах. Анодом служила алюмінієва фольга, катодом – свинцева сітка. В якості електроду порівняння використовували аргентум-хлоридний електрод. Анодне окиснення алюмінію проводили в потенціостатичному режимі.

Наступна частина роботи була присвячена іммобілізації срібла у нанопорувату синтезовану матрицю. Іммобілізація здійснювалась двома методами: цементациєю (рис.1) та золь-гель технологією (рис.2)

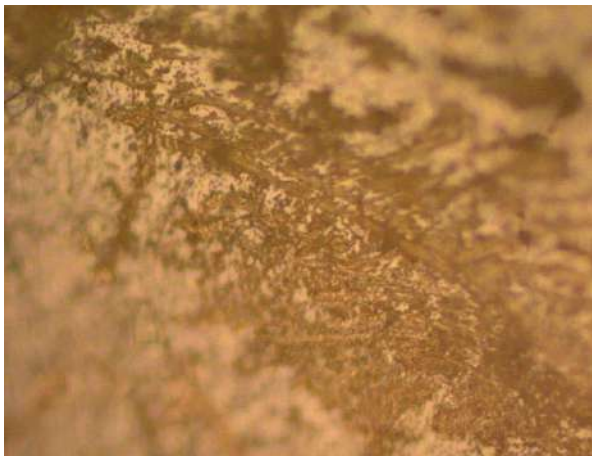


Рисунок 1



Рисунок 2

Більш перспективною по результатам дослідження вважається золь-гель технологія, більше іммобілізованого срібла, простіше виконання.

Література:

1. Synthesis of functional nanocomposites based on aluminum oxide / H.H.Tulskyi, L.V.Liashok, H.S.Shevchenko, A.V.Vasilchenko, O.A.Stelmakh. *Funct. Mater.* 2019; 26 (4): 718-722

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ МОЛОЧНОКИСЛОГО БРОДІННЯ

Шимбрик А.И., Самойленко С.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Практика додавання харчових кислот в продукти харчування виходить з існування натуральних кислих продуктів, а самі тривіальні назви кислот етимологічно пов'язані з ними. Кисломолочні продукти використовуються в харчуванні з давніх часів. Після того як в XVIII ст. шведський хімік і фармацевт Карл Вільгельм Шеєле відкрив в лимонах, осаді вина (винному камені) і скислому молоці відповідно лимонну, винну і молочну кислоти, а пізніше було створено їх промислове виробництво, ці кислоти стали вводити в їжу для додання їй кислого смаку [1]. Удосконалення виробництва молочної кислоти є актуальним у зв'язку з слабкою розвиненістю цієї галузі в Україні та зросту попиту на молочну кислоту у світі. Молочна кислота використовується у харчовій промисловості, косметології, фармакології, та останнім часом для виробництва біодеградуючих пластиків [2].

Метою даної роботи є удосконалення технології виробництва кислоти молочної харчової. Нещодавно запропоновано використання штаму-продуценту *Lactobacillus paracasei*, який менш вимогливий до умов розвитку біомаси та характеризується чудовою здатністю продукування молочної кислоти і високою швидкістю росту [3]. Молочну кислоту з високою концентрацією отримують шляхом культивування штаму в середовищі, що включає 160–180 г/л глюкози, 15 г/л дріжджового екстракту та 7–15 г/л пептону. При однакових умовах *Lactobacillus paracasei* продукує за годину втричі більше молочної кислоти ніж *Lactobacillus delbrueckii*.

Таким чином, запропоноване технічне рішення дозволить скоротити тривалість молочнокислого зброджування та інтенсифікувати синтез молочної кислоти.

Література:

1. *Starr J.N. Lactic Acid / J.N. Starr, G. Westhoff // Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry: DVD Edition. – Wiley, 2014. – P 1–8.*
2. Краткий обзор рынка молочной кислоты Евросоюза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://abercade.ru/research/industrynews/7401.html>.
3. Patent of France WO2005071061A1. A method for producing lactic acid with high concentration and high yield using lactic acid bacteria / *Young-Hoon Park Kwang-Myung ChoHye-Won Kim Dae-Cheol Kim.*; Published: 2005-08-04

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЕТЕРИФІКАЦІЇ ЖИРНИХ КИСЛОТ СПИРТАМИ ВИСОКОЇ МОЛЕКУЛЯРНОЇ МАСИ

Шкрєдов І.С., Гладкий Ф.Ф., Гаврюшенко К.О., Удовенко О.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На сьогодні постає актуальне питання, щодо зниження калорійності харчових продуктів. Джерелом висококалорійної їжі є продукти обсмажені у фритюрних жирах. В якості останніх використовують соняшникову та рапсову олії з високим вмістом олеїнової кислоти [1]. Ці жири складаються з триацилгліцеринів, які здатні до ресинтезу в організмі людини та накопиченню в вигляді вісцерального жиру. На відміну від традиційних жирів, ефіри жирних кислот високомолекулярних спиртів важко гідролізуються, тому, ймовірно, не беруть участь в процесі ресинтезу жиру в організмі людини [2]. Нами запропоновано удосконалення технології одержання ефірів жирних кислот високомолекулярних спиртів. Ці ефіри можна використовувати в якості кулінарного (фритюрного) жиру.

Удосконалено технологію ферментативної етерифікації жирних кислот спиртами високої молекулярної маси шляхом використання цеоліту типу NaA, що дозволяє видаляти воду з зони реакції, підвищуючи вихід продукту. В результаті одержано цетил-стерильний ефір олеїнової кислоти та визначено його фізико-хімічні властивості. Температура плавлення ефіру олеїнової кислоти та цетил-стерильного спирту близько 33-34 °С, що задовольняє вимогам ДСТУ 4335 [3]. Методом ДСК визначено стійкість до окиснення цетил-стерильного ефіру олеїнової кислоти. На ДСК-грамі при 160 °С, протягом 2500 хвилин, відсутній екзотермічний пік, що характеризує окиснення зразка жиру, на відміну від соняшnikової олії, що окислюється при 110 °С, протягом 300 хвилин [4]. Таким чином, ефіри жирних кислот та високомолекулярних спиртів можуть використовуватися багаторазово під час смаження їжі та не потребують додавання антиоксидантів на відміну від традиційних кулінарних (фритюрних) жирів.

Отже, ефіри жирних кислот високомолекулярних спиртів - альтернатива вже існуючим кулінарним (фритюрним) жирам, які мають гарні фізико-хімічних показники, сприяють зниженню калорійності харчових продуктів. Удосконалена технологія дозволяє отримати вихід цетил-стерильного ефіру олеїнової кислоти 98%.

Література

1. Фармер М. Кулінарные жиры: твердые и жидкие жиры для жарки и «специальные масла» г. Ролле. Швейцария
2. Некрасов П.О., Подлісна О.В., Гопкалов В.Г. Дослідження харчової цінності діацилгліцеринової олії. Вісник НТУ «ХПІ». 2010. №11 С. 172 – 179.
3. ДСТУ 4335:2004 Жири кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості. Загальні технічні умови.
4. Методика визначення стійкості до окислення олії та жирів методом ДСК. УкрНДІОЖ НААН. м. Харків С.2–3.

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТУ З ПРОБІОТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Шліхтінг К.В., Беліх І.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Технології функціональних молочних продуктів базуються на використанні молока, до якого додаються різноманітні біологічно активні компоненти, в тому числі і пробіотичні мікроорганізми [1].

Йогуртами називаються напої, які містять живі мікробні культури і закваски. Термін придатності таких продуктів не повинен перевищувати 1 місяць, решта – йогуртні продукти. Натуральний йогурт легко засвоюється організмом людини та має високу харчову та біологічну цінність [1].

Виробництво йогуртів з підвищеним вмістом пробіотичних мікроорганізмів в наш час є досить актуальною та перспективною галуззю виробництва лікувально-профілактичних продуктів.

Спираючись на літературні дані для виробництва йогурту було запропоновано використання пробіотичних молочнокислих бактерій *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (симбіоз зі штамом *Lactobacillus acidophilus* і штамом дріжджів *Saccharomyces lactis*), з подальшою генетичною трансформацією, які інгібують ріст штамів *Helicobacter pylori*. та інших патогенних мікроорганізмів. Штам володіє вираженими антагоністичними властивостями по відношенню до штамів *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* [2].

Штам зберігають в стерильному знежиреному молоці при 4 °С з періодичним пересівом 1 раз в 15–20 днів, або в сублімованому вигляді в запаяних ампулах (тривалість зберігання 2 роки і більше). Захисне середовище при висушуванні – сахароза 10 %. Після 48 годин інкубації кількість бактерій в композиції повинно складати 6×10^8 та $1,3 \times 10^9$ КУО/мл, можливо зберігання в замороженому вигляді при мінус 70 °С протягом 6 місяців [2].

Штам *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* стабільний та не змінюється при зберіганні, в процесі культивування і при впливі екстремальних факторів, що дозволяє судити про його промислову придатність [2].

Запропоноване технологічне рішення може стати основою для створення йогуртів лікувально-профілактичного призначення, які будуть мати терапевтичну ефективність.

Література:

1. Тихомирова, Н.А. Технология продуктов лечебно-профилактического питания/ Н.А. Тихомирова. – Москва : МГУПБ, 2001. – 242 с.
2. Штамм *L.bulgaricus*, способный ингибировать адгезию штаммов *H.pylori* к эпителиальным клеткам [Електронний ресурс] // Пат. 2584600. – Режим доступу: <https://findpatent.ru/patent/258/2584600.html> (дата звернення: 12.03.2020). – Назва з екрану.

ДИНАСОВІ ВОГНЕТРИВИ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИ КОКСУВАННІ ВУГІЛЛЯ

**Шумейко В.М., Шабанова Г.М., Логвінков С.М.,
Школьнікова Т.В., Мельник Т.В.**

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця,
м. Харків*

У роботі розглянуто питання у напрямку визначення змін фазового складу і структури динасових вогнетривів в експлуатаційних умовах при коксуванні вугілля. Найважливішою особливістю коксування вугілля є двостороннє переміщення нестационарного теплового потоку від поверхонь пічних стін до осевої площини завантаження шихти (у тому числі що включає спеціально відформовані брикети) з її об'ємним розбуханням і переміщенням пластичного шару у напрямі руху температурного поля. Нестационарність при цьому обумовлена безперервною зміною теплофізичних характеристик коксованої шихти через виділення парогазових продуктів, зміни щільності, речовинного складу і мікроструктури компонентів. Ця обставина важлива для аналізу можливих ушкоджень і конструкторських розрахунків вогнетривкого футерування при механічних навантаженнях на опалювальні стінки і відповідних нормальних і вигинаючих деформацій (разом з навантаженнями від завантажувальних вагонеток, зусиль коксовиштовхування та ін.). Для підвищення ефективності коксового виробництва пічні камери конструктивно об'єднують у блок батарей і доповнюють регенераторами. Традиційним вогнетривом для опалювальних стін і верхньої частини регенератору є динас, оскільки він має кращі характеристики при високих температурах в порівнянні з шамотними вогнетривами, які також масово використовуються в інших конструктивних елементах футерування коксових печей.

Дослідження проводилися на зразках експериментальних динасових виробів, якими футеровані камери коксування прожарювальної печі дослідно-промислової установки виробництва коксу. Причинами змін фазового складу і структури динасових вогнетривів, що спостерігалися, є відмінності в температурах і швидкостях охолодження/нагріву динасу при циклічних завантаженнях/вивантаженнях коксованого матеріалу, а також – умови контакту вогнетриву з експлуатаційним середовищем, степінь і характер механічних навантажень в різних зонах кладки коксових печей.

В результаті досліджень відмічені закономірності і особливості організації макро- і мікроструктури у поєднанні з фазовим складом динасового вогнетриву, що формується, в різних зонах кладки коксової печі. Встановлено, що критичних змін для цілісності матеріалу динасових виробів в мікроструктурі і фазовому складі після 30 коксовок не виявлено, що підтверджує подальшу експлуатаційну придатність таких виробів в умовах їх випробувань на стендовій установці дослідно-промислового виробництва.

CO-PROCESSING OF COAL AND PLASTIC WASTE: A REVIEW

Zhang Xiaobin, Denis Miroshnichenko, Alena Tulsakaya,

Elena Bogoyavlenskaya

National Technical University

«Kharkiv Polytechnic Institute»,

Kharkiv

The most widespread methods for the disposal of plastics are their joint coking with coal, burning with coal and the development of new composite materials. The objective of numerous researches is to explore the modification of thermoplastic properties of coal in order to assess the relevance of adding plastic waste to coal for the production of metallurgical coke [1 – 3].

There are many approaches to applying of plastic waste as a modifier of coke properties. In [4] two bituminous coals of different rank and thermoplastic properties were used as a base component of blends with plastic wastes such as high-density polyethylene (HDPE), low-density polyethylene (LDPE), polypropylene (PP), polystyrene (PS), poly(ethylene terephthalate) (PET), and acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer (ABS). In all cases, the addition of plastic waste led to a reduction in Gieseler maximum fluidity, the extent of the reduction depending on the fluidity of the base coal, and the amount, the molecular structure, and the thermal behavior of the polymer. The incorporation of the plastic to the carbon matrix was clearly established in semicokes produced from blends of a high-fluid coal and the plastic tested by SEM examination.

CONCLUSIONS

Many studies are devoted to the use of coal of varying degrees of metamorphism and plastics waste. The most widespread methods for the disposal of plastics are their joint coking with coal, burning with coal and the development of new composite materials. Processes such as joint coking of coal and plastic waste have been introduced into the industry.

Due to the fact that the highest added value of products is obtained in the production of new forms of carbon polymers, it is necessary to increase the volume of research in this direction.

References:

1. Min Z, Cai-hong L, Lei M, Xiao-mei W, Zhi-lei Z Estimate research on co-carbonization of blend coal with waste plastics. *Procedia Earth Planet Sci*, 2009. 1. P.807–813.
2. Asanuma M, Ariyama T, Sato M, Murai R, Nonaka T, Okochi T, Tsukiji H, Nemoto K () Development of waste plastic injection process in blast furnace. *ISIJ Int*, 2000. 40. P. 244–251
3. Vivero, L., Barriocanal, C., Alvarez, R., Díez M.A. Effects of plastic wastes on coal pyrolysis behaviour and the structure of semicokes, *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 2005. 74. P. 327–336.
4. Díez Díaz-Estébanez, Maria & Barriocanal, C. & Álvarez, R. Plastic Wastes as Modifiers of the Thermoplasticity of Coal. *Energy and Fuels*. 2005. 19. P. 2304–2316.

ВПЛИВ МОЛЕКУЛЯРНОЇ МАСИ НА ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТУ ВЗАЄМОДІЇ ХЛОРОПОХІДНИХ ОЛІЙ З МИЛАМИ ЖИРНИХ КИСЛОТ

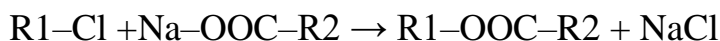
Яценко Б.С., Касьяненко Л.М., Демидов І.М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Останнім часом екологічні фактори, а також експлуатаційні характеристики розглядаються як підстава для вибору мастильних матеріалів. Тому у світовій економіці вступила в силу тенденція до зниження ролі нафти і нафтопродуктів. Це обумовлено вичерпанням сировинних ресурсів, зростаючим дефіцитом нафти і, як наслідок, різким подорожчанням традиційних нафтопродуктів [1]. Як відомо, олії, що мають у своєму складі ненасичені жирні кислоти (НЖК) схильні до окиснення. Це стосується і соняшникової олії, що використовувалася у дослідженнях. Даний недолік нівелюється введенням додаткових функціональних груп методом гідрохлорування, в результаті якого кінцевий продукт має підвищену стійкість до дії кисню.

Процес гідрохлорування відбувався за наступних умов: тривалість – 4 години, температура процесу – 50 °С та за інтенсивного перемішування. Контроль перебігу реакції здійснено за йодним числом (ЙЧ), яке визначено за методом Маргошеса [2]. З отриманих даних можна зробити висновок про зменшення кількості подвійних зв'язків: ЙЧ соняшникової олії – 131,4 I₂/100г, ЙЧ гідрохлорованої олії – 61,2 гI₂/100г.

З цілю підвищення в'язкості продукту та видалення хлору проведено етерифікацію гідрохлорованого продукту наступними милами: ацетатом натрію, милом з гідрохлорованої олії, милом з кокосової олії та милом з гідрованої олії (ЙЧ=2 гI₂/100г) за наступною схемою:



Мила, що використовувалися для проведення вище наведеної реакції мають різну молекулярну масу, тобто і продукти реакції відмінні за цим показником, що дозволяє дослідити та зробити висновки про її вплив на трибологічні властивості. Продукти етерифікації після видалення розчинника являють собою желеподібні за кімнатної температури, пластичні речовини. Крім продукту взаємодії гідрохлорованої соняшникової олії з ацетатом натрію, що має рідку консистенцію. Найсвітліший колір продукту спостерігався у випадку реакції гідрохлорованої олії з гідрованої олії (світло-жовтий), в той час як найбільш темний колір (темно-коричневий) дала реакція гідрохлорованої олії з її ж милом. При використанні таких мастильних матеріалів у техніці та промисловості буде спостерігатися значно менший негативний вплив на екологію, що робить проведені дослідження перспективними, враховуючи теперішню ситуацію у світі.

Література:

1. Тенденции и риски развития мировой энергетики. – Режим доступа: http://www.perspektivy.info/oykumena/ekdom/tendencii_i_riski_razvitiya_mirovoiy_energetiki_2008-0-6-16-20.htm
2. Сорокин М. Ф. Практикум по синтетическим полимерам для лаков / М. Ф. Сорокин, К. А. Лялюшко. – Москва, 1965. – (Высшая школа).

СЕКЦІЯ 12 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

АПРОБАЦІЯ МЕТОДІВ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ У СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ»

Д. Р. Андрощук, Л. В. Горбунов

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м.Харків*

Значною проблемою навчання технічних спеціальностей, зокрема, спеціальності «Біотехнології та біоінженерія», є необхідність застосування креативних форм мислення, які майже не розвиваються в технічних вищих навчальних закладах нашої країни. Це призводить до нездатності студентів генерувати нові ідеї і, як наслідок, висувати оригінальні гіпотези при проведенні досліджень. При активному навчанні студент більшою мірою стає суб'єктом навчальної діяльності, вступає в діалог з викладачем, активно бере участь в пізнавальному процесі, виконуючи творчі, пошукові, проблемні завдання. До активного навчання на кафедрі «Біотехнології, біофізики та аналітичної хімії» відносять: лабораторні роботи, практичні завдання, лекції; "мозковий штурм", навчально-дослідна робота студентів; науково-дослідна робота студентів, інтерактивне навчання.

Метою нашої роботи є апробація методології розвитку критичного мислення у студентів-біотехнологів, представленої системою методів культивування наукового мислення.

Методи дослідження включають в себе соціологічне опитування (анкетування, інтерв'ювання, бесіда) та метод соціологічного спостереження.

В цілому аналіз отриманих в ході реалізації методології розвитку критичного мислення у магістрів-біотехнологів на кафедрі «Біотехнології, біофізики та аналітичної хімії» дозволив виявити наступні основні переваги в підвищенні якості освітнього процесу:

- активізація пізнавального інтересу студентів;
- підвищення самомотивуєності студентів;
- формування професійних компетенцій майбутніх фахівців;
- формування неординарного, творчого підходу до теми, що вивчається;
- тісний взаємозв'язок процесу навчання з процесами забезпечення якості освіти.
- інтеграція теоретичних знань, отриманих студентами, з практикою майбутньої професійної діяльності, набуття навичок роботи за фахом.

Недоліками в ході роботи були: відсутність комп'ютерного залу у студентів; відсутність інтерактивної дошки.

Отже, для інтенсифікації навчання в магістратурі технічних вузів, зокрема спеціальності «Біотехнології та біоінженерія» рекомендується збалансовано розвивати взаємодоповнюючі методи концептуального і креативного мислення. Це дозволяє засвоїти в 1,5 рази більше обсягу інформації, ніж при пасивних методів навчання, при цьому зацікавленість у студентів вище в 2 рази.

САМОРЕАЛІЗАЦІЯ ТВОРЧИХ ЗАДУМІВУЧНІВ У ПРОЦЕСІ ВИКОРИСТАННЯ ІКТ НА УРОКАХ МИСТЕЦТВА

Барановський Ю.М., Бевза Л.І., Великанова Г.В., Патілішіна Д.С.

Вінницький державний педагогічний університет

імені Михайла Коцюбинського,

м. Вінниця

Освіта – запорука творчого розвитку особистості дитини, запорука майбутнього процвітання нашої незалежної держави. ІКТ в освіті – це не тільки технічні засоби навчання, це, на нашу думку, інтегрований тип знань, що учні здобувають та засвоюють у модернізованому інформаційному середовищі. Особливої уваги потребує переосмислення професійних цінностей педагогів, що мають відповідати швидким темпам інформатизації сучасного суспільства, спрямовані на виробленні установки бачити в кожному учневі індивідуальність, розвитку здатності створювати неповторну сприятливу траєкторію для їх особистісного зростання та творчої самореалізації [2, с. 47].

Самореалізація визначається науковцями, як спосіб існування творчої особистості та один з принципів людського буття. Вияв творчих здібностей та створення умов їх самореалізації у процесі використання ІКТ на уроках мистецтва дозволяють подолати існуючий в освітньому процесі розрив між знаннями і переконаннями особистості [1, с. 72]. Сучасні ІКТ сприяють якісному оновленню змісту та форм навчання молодших школярів. Інтернет сьогодні – середовище збереження та доставки інформації (електронні бібліотеки, віртуальні музеї, електронні підручники, відео та аудіо матеріали). Існує ціла низка програм для роботи з комп'ютером. Наприклад, програми підготовки мультимедійних презентацій (PowerPoint), для запису звуку (AudioCD (Nero)), запису та обробки (SoundForge), створення відео кліпів та відео роликів (MovieMaker), графічний редактор Paint. Використання ІКТ на уроках мистецтва – вимога сьогодення. Якісний наочний (візуальний) та звуковий матеріал не тільки полегшує сприймання інформації, а й сприяє збагаченню задумів, сюжетів, розширює можливості для творчості та втілення ідей. Молодші школярі спроможні самостійно створити комп'ютерний малюнок чи написати мелодію, дібрати необхідні звуки для музичного оформлення казки чи сценки, створити відеоролик на актуальну тему. Вчителі мають стати наставниками учнів у набутті навичок та знань основ медіаграмотності, а саме: розуміння медіа, використання медіа, комунікація через медіа, досягнення результатів засобами медіа.

Література:

1. Барановська І.Г., Лазаренко Ю.Д. Творча самореалізація молодших школярів на уроках музичного мистецтвах. *Молодий вчений*. 2018. № 5.2 (57), травень. С. 71 – 75
2. Демченко О.П. Підготовка майбутніх творчих педагогів обдарованих дітей у контексті євроінтеграції. *Молодий вчений*. 2019. № 5.2 (69.2), травень. С. 47-52.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ МИСТЕЦТВА

Барановський Д.М., Картавова О.М., Коваль А.М., Радчук Б.
*Компаніївський коледж ветеринарної медицини Білоцерківського
національного аграрного університету, смт. Компаніївка,
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця*

Одним із вирішальних завдань модернізації української системи освіти є створення та використання нового покоління засобів навчання, зокрема комп'ютерних, що поєднують досягнення педагогіки з можливостями інформаційних комп'ютерних технологій. Інновації в мистецькій освіті сприяють переходу від механічного засвоєння учнями знань до формування вмій та навичок самостійно вчитися та здобувати знання [1, с. 43-46]. Впровадження інформаційних комп'ютерних технологій у Новій українській школі – це вимога сьогодення, адже більшість молодших школярів ознайомлюються з комп'ютером ще до початку навчання в початковій школі.

В Україні набирає популярності STEAM освіта. Інститут модернізації змісту освіти працює над впровадженням даної технології в заклади дошкільної та початкової освіти. Діти мислять образами, звуками, барвами. В основі гармонійного пізнання учнями навколишнього світу має стати наочно-образне мислення, а здивування, подив, тобто емоції – одним із мотивів до активного пізнання нового, невідомого. Включення двох стандартів (науки, технології, математики та мистецтва) спонукає до застосування міжпредметних зв'язків, пошуку шляхів інтеграції знань різних галузей науки та мистецтва. Наприклад, можна поєднати вивчення музики з математикою чи програмуванням, а вивчення іноземної мови поглибити словесними та живописними портретами. Знайомство з різними видами мистецтв у початковій школі дає змогу від милування предметами та об'єктами перейти до їх пізнання, тобто перейти від емоційного до наукового пізнання.

Інформаційні комп'ютерні технології мають широкі можливості: збереження та передача інформації, підвищення інформаційної насиченості уроку, доповнення та поглиблення змісту уроку, диференціація завдань для учнів, індивідуальне оцінювання знань та творчих робіт. У початкових класах можна знайомити дітей із графічними редакторами та програмами для піксельарта – малювання (AdobePhotoshop, PuxelEdit, Paint, PowerPoint), створення музики (MusicalKeys, MusicMatch, MusicMaker). Важливо, щоб сучасний вчитель володів основами роботи з комп'ютером, міг використовувати інформаційні комп'ютерні технології для підвищення ефективності професійної діяльності.

Література:

1. Барановська І.Г. Мистецькі інтегративні технології в поліхудожній освіті. *Інформаційні технології в освіті*. 2019. №2(39). С. 40-50. http://ite.kspu.edu/issue_39/p-40-50

МЕДІАГРАМОТНІСТЬ – ЖИТТЄВОНЕОБХІДНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ХХІ СТОЛІТТЯ

Барановська І.Г., Мозгальова Н.Г.

*Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського,
м. Вінниця*

Сучасні діти народилися в цифрову інформаційну епоху. Вони знають про комп'ютери та Інтернет набагато більше ніж їх батьки і навіть вчителі. В розпорядженні учнівської молоді ХХІ століття велика кількість засобів масової інформації та цифрових носіїв. Зорієнтуватися в них і знайти вірне рішення можна у разі, коли студент уміє швидко видобувати інформацію та критично оцінювати її. Однак оцінити корисність віднайденого повідомлення можна за умови розуміння принципів створення медіа продукції, володіння знаннями та навичками інформаційної грамотності (медіа грамотності).

Медіа грамотність – життєво необхідна компетентність, що містить наступні критерії: *розуміння медіа* (пасивне розуміння впливу медіа на суспільство, будови засобів масової інформації, як медіа забарвлюють реальність); *використання медіа* (активне розуміння – використання обладнання, програмного забезпечення й додатків, орієнтація в медіа середовищі); *комунікація* (взаємодія з іншими через медіа – пошук та обробка інформації; створення контенту, використання соціальних мереж); *стратегія* (ефективне використання медіа – розмірковування про власне використання медіа, досягнення цілей та освітніх результатів за допомогою засобів масової інформації).

Формування медіа грамотності майбутніх вчителів мистецьких спеціальностей відбувається у процесі створення продуктів медіа творчості [1, с. 48-50; 2, с. 11-13]. Така робота потребує інформаційної грамотності, знань основ журналістики, риторики, сторітеллінгу, акторської майстерності, тощо. Продукти анімаційного мистецтва (пластилінові мультики) створювали за допомогою програми StopMotion, що сприяло – засвоєнню основ техніки зйомки, розвитку сюжетної креативності студентів. Ефективна робота над медіа проектами «Новини» та «Відеоблогінг» – сприяла розвитку вмінь аналізу інформації відеоконтенту на YouTube (зокрема розпізнання фейкової інформації), брати інтерв'ю та створювати власні якісні тематичні відео огляди, а головне – розбиратися в сучасній медіа техніці, гаджетах, програмах та мобільних додатках, що забезпечують чи покращують її роботу та роботу над проектами.

Література:

1. Барановська І.Г. Мистецькі інтегративні технології в поліхудожній освіті. *Інформаційні технології в освіті*. 2019. №2(39). С. 40-50. http://ite.kspu.edu/issue_39/p-40-50
2. Барановська І.Г., Мозгальова Н.Г. Поліхудожня освіта майбутніх вчителів мистецьких дисциплін: проблеми і перспективи. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 14: Теорія і методика мистецької освіти*, 2019. Вип. 26, С. 9-15.

ON-LINE ІНСТРУМЕНТИ У ВИКЛАДАННІ КУРСУ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ТА ПРОГРАМУВАННЯ

Березенська С. М.

Харківський торговельно-економічний інститут КНТЕУ, м. Харків

Необхідність застосування сучасних інформаційних технологій при підготовці фахівців за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології є беззаперечним фактом. При цьому для формування «фахового кругозору» важливим є фактичне використання комп'ютерної техніки та програмних засобів не стільки на навчальних дисциплінах професійного спрямування (що саме по собі передбачає наявність програмних інструментів), скільки демонстрація практичних переваг інформаційних продуктів в розв'язанні задач повсякденної діяльності підприємств та в побуті.

«Алгоритмізація та програмування» є одним з базових навчальних курсів, який знаходиться на першій ланці міжпредметних зв'язків і формує основу для вивчення професійно-орієнтованих дисциплін. Тож, на нашу думку, обмежуватися традиційним застосуванням програмного середовища (для вивчення тієї чи іншої мови програмування) при роботі з матеріалами навчального курсу є недоцільним. Дидактичні можливості сучасних on-line інструментів дозволяють розширити коло задач, які вирішуються в курсі; організувати групову роботу студентів як під час аудиторної, так і під час самостійної роботи; налагодити поточний зворотний зв'язок з навчальною дисципліною; сформувати навчальне портфоліо тощо. Але необхідно враховувати, що у випадку розгляду питань з алгоритмізації та програмування застосування цих інструментів може бути обмежене технічними вимогами до подачі алгоритмів, необхідністю дотримуватися чіткої структурованості програмного коду, потребою наявності можливостей для демонстрації екрану і т.п. Отже, на етапі базового вивчення алгоритмів та програмування з переліку спеціалізованих програмних продуктів доцільно використовувати: сервіси для розробки алгоритмів (Draw.io, Lucidchart, Gliffy), редактори для розробки програмних кодів (Heroku.com, Codeanywhere, ToolsCloud), системи контролю версій програмного коду (GitHub, Mercurial), платформи для парного програмування (Teletype, Codeanywhere, Coda), сервіси для тестування програмного коду (Metricfire), віртуальні дошки для обговорення ходу вирішення поставлених задач (DrawChat, Scratchwork) та ін.

Ще однією особливістю, яка регламентує вибір інструментів для навчання програмуванню, є сучасний підхід до організації розробки програмного коду – весь проект розбивається на функціональні задачі, які розподіляються між програмістами. Тож вже на початку навчання програмуванню обґрунтованим буде включення до освітнього процесу інструментів для управління задачами та проектами, наприклад GoogleTasks, Meistertask або Trello.

У підсумку застосування on-line інструментів у викладанні курсу алгоритмізації та програмування одночасно вирішує декілька методичних задач, основною серед яких є можливість підвищення навчальної мотивації здобувача вищої освіти через залучення його до активної пізнавальної діяльності.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПЕДАГОГІЦІ ВИЩОЇ ШКОЛИ

Бойченко О.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Однією з проблем сьогодення стала необхідність використання нових технологій у педагогіці вищої школи. У сучасних умовах уся інформація оновлюється кожні пів року, а то і раніше.

Вирішення цього питання може бути використанням інтернет технологій та дистанційної освіти може розширити можливості в отримання знань для звичайних людей, які хочуть підвищити знання в своїй діяльності.

На сучасному етапі розвитку нашої країни все більше запозичуємо у західних країн Європи і США, і тому запозичення освітніх технологій з використанням он-лайн сервісів, проведення в он-лайн режимі семінарів, вебінарів буде дуже корисна для нас вже сьогодні[1].

Зараз в період історичних змін, що відбуваються у нашому суспільстві, створюються сприятливі умови для розвитку інтернет технологій, у тому числі і у освіті.

Створюються сприятливі обставини для переходячи освіти на нові рейки доступності та відкритості, але для цього неминуче використання нових технологій.

Також необхідно використовувати в освіті:

- соціальні мережі. Студенти можуть бачити додаткову інтерактивну інформацію, наприклад, про історичні артефакти, щоб дізнатися більше про їх історію;

- тренінгові форми освіти для формування навичок;

- доповнену реальність GoogleGlass, OculusRift та інші, дозволяючи користувачам нашаровувати інформацію на те, що вони бачать, за допомогою контактних лінз або окулярів. В даний час доступ до технологій доповненої реальності в освітніх цілях обмежений здебільшого додатками для смартфонів. Наприклад, додаток SkyMap дозволяє вивчати нічне небо в пошуках сузір'їв. Доповнена реальність повинна затягувати і володіти підказками для всіх випадків звернення до реальних об'єктів.

- 3D-принтер створюючи 3D-модель будь-якого предмета як живого так і немає. Учні зможуть роздрукувати будь-яку потрібну 3D-модель для самих різних завдань. 3D-принтер дозволяє створити робочу міні-модель (і зовсім не обов'язково випилувати її лобзиком з фанери), щоб перевірити інженерну конструкцію, тому студенти можуть відточити свої навички до дрібниць.

Література:

1. Boichenko O.I. Koniaieva Y. Babenko V. Gusliev A. Increase of Innovative Susceptibility of Personnel in Industrial Enterprises. *Advances in Economics, Business and Management Research, volume 99*. Netherlands : "Atlantispress", 2019. С. 367-370. DOI: <https://doi.org/10.2991/mdsmes-19.2019.69>.

ІНТЕРАКТИВНЕ НАВЧАННЯ ПРОМИСЛОВИМ ТЕХНОЛОГІЯМ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Горбунов Л.В., Павлова Т.В., Міщенко К.О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сучасна концепція освіти заснована на постійному навчанні індивіду протягом усього його життя. Обов'язкова умова *online* та *off-line* (дистанційного) навчання - навички критичного(наукового) мислення, які надають можливості структурування представленої інформації. Формування наукового сприйняття всесвіту - ключ до структурування інформації. Розвиток критичного мислення засновано на вмінні вирішувати нестандартні проблемні завдання на основі застосування вже розроблених методів інтерактивного навчання студентів. У свою чергу, вирішення проблемних завдань - каталізатор появи інтересу та мотивації до самоосвіти.

Основна проблема нашої дисципліни полягає у зниженні приросту населення у країнах пострадянського простору та навпаки - збільшенні на заході. У зв'язку з цим функція викладача змінюється від ретрансляції інформації до ініціації інтересу та наданні професійної консультації з структурування наданої інформації задля формування наукового сприйняття світу.

Мета нашої роботи - це розробка інтерактивного учбового курсу навчання основним методам проведення багатофакторного дослідження в галузі біотехнології, з ефективністю засвоєння знань до 90%.

У нашому курсі розроблені комп'ютерні програми, у яких відображено основні математичні ідеї динаміки зростання клітин. Ці ідеї детально проробляються на основі задач, які уявляють собою ті чи інші фрагменти з конкретних (реальних або змодельованих) біологічних та біотехнологічних досліджень, до яких входять бази даних та умови, поставлені наукові або практичні питання. Далі до кожного завдання додається розгорнуте рішення, у якому демонструється як потрібно застосовувати математичні методи динаміки росту клітин для вирішення конкретних проблем. Кожен крок ілюструється таблицями та графіками.

Особлива увага приділяється умовам перетворення екстенсивних методів управління виробництва до інтенсивних, на основі застосування методів багатофакторного аналізу та оптимізації. Уміння застосовувати концептуальні базові структуровані математичні моделі дає можливість молодим спеціалістам використовувати високі технології отримання біологічно активних речовин.

Таким чином, нами розроблено інтерактивний навчальний курс, щовміщає в себе методи аналізу та оптимізацію процесів у промисловій технології біологічно активних речовин, що потрібні для отримання фундаментальних знань з проектування та інтенсифікації виробництва.

ВИКОРИСТАННЯ GOOGLE CLASSROOM ПРИ ВИКЛАДАННІ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН ПСИХОЛОГІЧНОГО НАПРЯМУ

Грицук О.В.¹, Грицук Ю.В.²

¹ Горлівський інститут іноземних мов Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет», м. Бахмут,

² Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Краматорськ

Згідно з стандартом вищої освіти за спеціальністю 053 «Психологія», затвердженого Наказом №564 Міністерства освіти і науки України від 24.04.2019 р., програмними результатами навчання здобувачів є компетентності здійснювати пошук, опрацювання та аналіз професійно важливих знань із різних джерел із використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, узагальнювати емпіричні дані та формулювати теоретичні висновки, здійснювати адаптацію та модифікацію існуючих наукових підходів і методів до конкретних ситуацій професійної діяльності. У березні 2020 р. у м. Київ на LXIX зустрічі Bologna Follow-Up Group серед пріоритетів розвитку вищої освіти було визначено інноваційний напрямок через запровадження нових технологій навчання, викладання та оцінювання, пов'язаних з дослідженнями, та використання можливостей, які створює цифрова революція.

Беручи до уваги новітні вимоги щодо змісту вищої освіти за спеціальністю 053 «Психологія», розроблена навчальна програма навчальної дисципліни «Методика багатомірного аналізу» для здобувачів III курсу, предметом вивчення якої є сукупність методів і моделей порівняльно-статистичного аналізу багатовимірних об'єктів. Вона передбачає ознайомлення з багатовимірними об'єктами та їх сукупностями, а також засвоєння методів опрацювання багатовимірних об'єктів. Для забезпечення вказаних компетентностей розроблено комплекс завдань, які тісно пов'язані з науковими емпіричними дослідженнями з використанням Google Classroom (рис. 1).

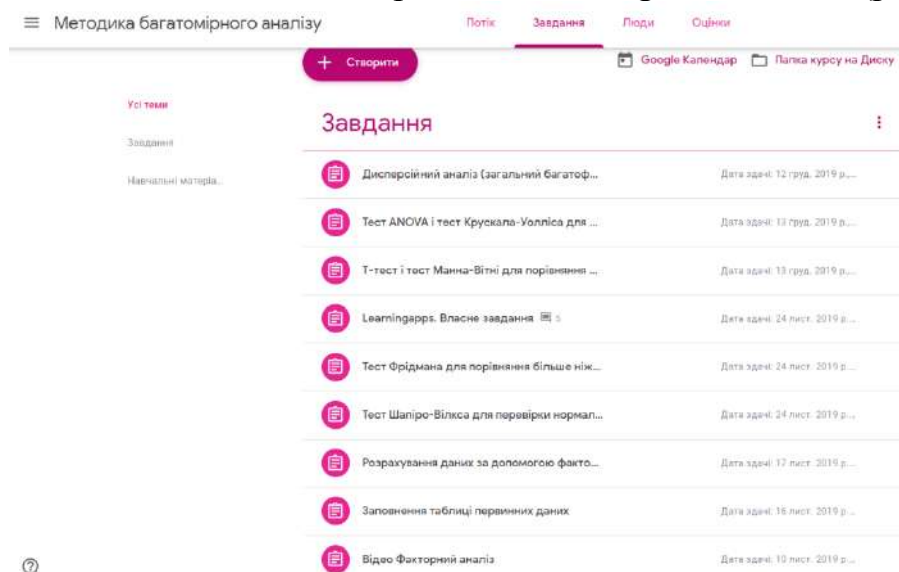


Рис. 1 Фрагмент вкладки «Завдання» навчального курсу «Методика багатомірного аналізу», реалізованого в середовищі Google Classroom

ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОСНОГО РІВНЯ МОТИВАЦІЇ ДО НАВЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИКЛІЧНОГО ТЕСТУВАННЯ

Дженюк А.В., Руднєва С.І., Желавська Ю.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Запропонована технологія циклічного тестування [1] полягає в наступному. Опитування проводиться у вигляді закритого тесту з декількома десятками питань. При проходженні тесту студент отримує інформацію про невірні відповіді. Після відповідей на всі питання тесту (пред'явлення з номером N) фіксується кількість помилок m , і час t , витрачений для проходження послідовності тестових питань. Після цього студенту знову пропонується той же тестовий блок, зі зміненою послідовністю питань і варіантів відповідей. Процедура повторюється, доки вся послідовність тестових завдань не буде пройдена безпомилково. Оцінка формується на підставі розрахунку кількості тестових балів R за формулою:

$$R = Q - m_0 \times \left(1 - \frac{2}{N_\infty} \right),$$

де Q – кількість тестових завдань; m_0 – кількість помилкових відповідей в першому проході; N_∞ – кількість проходів до безпомилкового результату.

Очевидно, що кількість балів залежить не тільки від кількості невірних відповідей на питання тесту, але і від «швидкості» їх свідомого виправлення.

Мірою рівня мотивації може служити сукупність двох параметрів: кількість помилок в першому проході тесту m_0 – як характеристика рівня підготовки студента до модульного контролю і кількість проходів тесту до безпомилкового результату N_∞ – як характеристика здатності усвідомлювати і виправляти помилки. За результатами експерименту можна відзначити два примітних моменти: одні й ті ж студенти (близько 30%) протягом усього періоду навчання зберігали відносно високий рівень мотивації; кількість студентів, які показали $N_\infty < 4$ збільшилася від 1 в першому модулі до 7 в останньому [2].

Результати діагностики покликані сприяти індивідуальному підходу при знаходженні адекватних методів і технологій здійснення коригувального психолого-педагогічного впливу на майбутніх фахівців.

Література:

1. Bondarenko V.V, Dzheniuk A.V. Cyclic testing technology as improvement of testing techniques // Nauka i Studia, Przemysl, Poland, – 2014. – №12(122). – р. 34-41.
2. Дженюк А.В. Мотивационная индивидуализация подхода к подготовке будущих электрохимиков // Сучасні проблеми електрохімії: освіта, наука, виробництво: збірник наукових праць. - Харків: НТУ «ХПІ», 2015. с. 175-176.

РОЛЬ ВИКЛАДАЧА В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Козуб П.А.* , Козуб С.М. , Левашова О.Л.** , Тішакова Т.С.****

***Харківський національний університет радіоелектроніки,**

****Харківський національний медичний університет, м. Харків**

Однією із важливіших ознак технології є наявність оптимального шляху виконання поставленої задачі. Можливість і, тим більше, необхідність розробки нових чи вдосконалення старих методів є свідченням, або відсутності, або недостатнього розвитку технології. Саме тому, велика кількість досліджень щодо ролі, місця, дій викладача у освітньому процесі є головним наочним маркером відсутності технології освіти. І основна причина цього є гуманітарний характер самої педагогіки. Так, в педагогічній літературі найбільше використовуються такі визначення як «одержання певних знань», «учня потрібно захопити», «зробити активним учасником», «мотивація є стимулом і критерієм», «викладач є авторитетом» та багато інших, які можуть використовуватись тільки для створення нових «наукових» досліджень та дискусій, а ніяк не для практичного використання.

Найбільш наближеними до сучасного розуміння технології є частини педагогіки які ідентифікують себе як технологія освіти або освітні технології. Але і там наголос робиться на технічних засобах та методах їх використання у освітньому процесі при фактичній (формальній) невизначеності цілей, які повинні бути досягнуті та особливостей учасників освітнього процесу. В результаті знову виникають дискусії, та створюються нові освітні технології, які є не більш ефективними ніж попередні. При формулюванні процесу освіти, як технології перенесення порції інформації з місця її зберігання до місця її використання, де місцем зберігання можуть бути будь які інформаційні джерела (люди або інші матеріальні носії), місцем використання є людина (хоча може бути і тварина), викладач є просто транслятором інформації і його роль у викладанні стає більш чіткою. Тоді основною сутністю викладача стає забезпечення зв'язку між місцем зберігання та місцем використання інформації. Він не має бути носієм цієї інформації, він має бути носієм порції інформації, яку необхідно передати в необхідний момент і доставити до необхідного місця використання.

Викладач повинен мати доступ до інформації, а не бути її носієм, він повинен знати методики впливу на процес сприйняття та запам'ятовування інформації, повинен мати методики оцінки сучасного стану приймача інформації – учня. А основним завданням викладача є регулювання кількості та послідовності надання інформації учню.

Література:

1. Волобуєва О. Ф. Творча компетентність викладача вищої школи: психологічний аспект / О.Ф. Волобуєва // Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України. Психологічні науки. – 2011. – №4. – С. 89 – 112.
2. Сисоєва, С.О. Основи педагогічної творчості : підручник / С.О. Сисоєва. – К.: Мілені, 2006. – 284 с.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАДАЧ БАЛІСТИКИ.

Літвинова Д.Д., Сендеров О.А

ХСШ І–ІІІ ступенів № 166, Математичний гурток, Харків

Спроби застосування математики у військовій справі виявляються в далекій давнині. У військово-теоретичних працях Ксенофонта, Архімеда (Греція), Полібія, Вергілія (Рим), Сунь-цзи (Китай) зустрічаються елементи кількісного підходу до аналізу деяких питань військової справи. Але на сучасному рівні застосування математики і параболічна гіпотеза вперше викладені в книгах італійця Н. Тарталья «Нова наука» (1537), «Питання і відкриття, які стосуються артилерійської стрільби» (1546). А вже далі Г.Галілей розвинув цю гіпотезу і сформулював закон що: тіло, кинуте під кутом до горизонту, рухається по параболі. Пізніше до цих задач долучився І.Ньютон, який сформулював відому більш загальну, віртуальну модель балістики руху тіла під назвою «Гора Ньютона». Ми розробили комп'ютерну

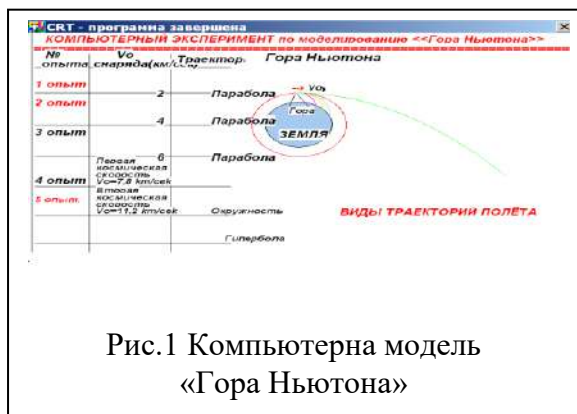


Рис.1 Компьютерна модель «Гора Ньютона»

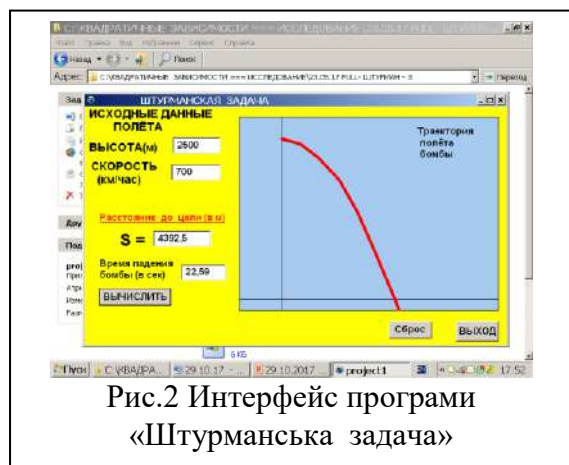


Рис.2 Интерфейс программы «Штурманська задача»

модель «Гори Ньютона», яка наглядно демонструє різновиди балістичних траєкторій (рис.1). Ми також розглянули декілька практичних задач з балістики руху тіла, такі як: 1) пошук оптимального кута кидання предмета для попадання в ціль на заданій відстані та інші;

Штурманська задача. На рис.2 наведено результат роботи іншої програми «Штурманська задача», яка виникає перед штурманом бомбардувальника при горизонтальному підльоті літака до цілі: тобто де і в який час треба скинути бомбу, щоб вона вчасно попала в ціль. Це також є балістична задача. Така задача вирішується при коврових бомбардувальних діях з'єднанням літаків.

Підсумки. Таким чином, в нашій роботі наведені декілька комп'ютерних програм, які дозволяють проводити дослідження і розрахунки балістичних траєкторій.

МЕТОДИКА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ НИКОЛО ТЕСЛА

Сендеров А.А., Логачёв Д.А., Алёшкина А.М.

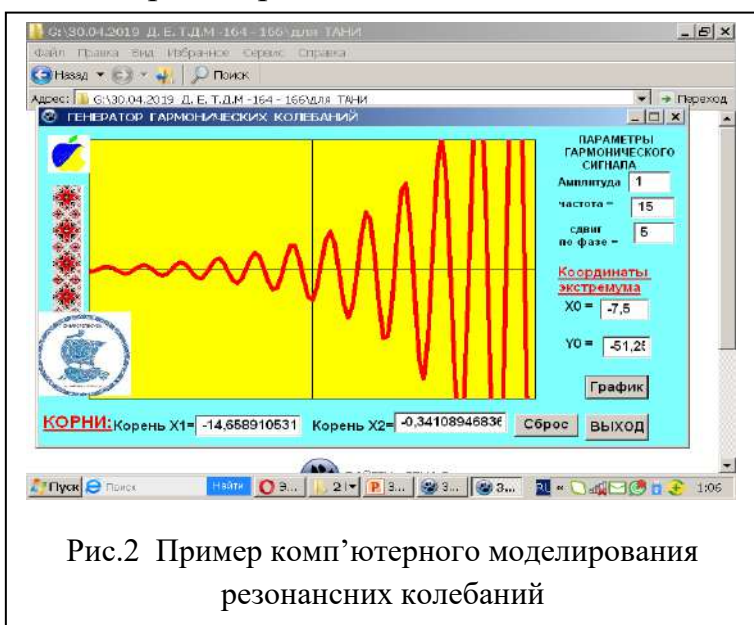
ХЗОШ № 158, Математический кружок, Харьковского городского сонета Харьковской области»



Реальные физические объекты и процессы бывают столь многогранны и сложны, что лучшим способом их изучения часто является построение модели и исследование этой модели на компьютере.

Сочетание математического и компьютерного моделирования является быстро развивающейся областью науки и техники (рис.1). Такое сочетание является идеальным средством для построения и изучения моделей исследуемых физических явлений. Причина: простота реализации основных

конструкций программирования, доступный интерфейс, быстрое действие компьютера в процессе исследования модели.



Одна из наиболее ярких работ Н.Тесла касается явления резонанса.

Мы разработали свою компьютерную модель явления резонанса, представленную на рис.2.

Выводы. Таким образом, разработанные программные и анимационные модели помогают увидеть и исследовать изучаемые явления и процессы. При этом есть возможность поэкспериментировать с

различными исходными данными. Это будет полезно как ученикам, так и учителям для проведения практических занятий и лабораторных работ.

КОМП'ЮТЕРИЗАЦІЯ У СИСТЕМІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ЯК НЕОБХІДНА СКЛАДОВА ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

Сирова Г.О., Левашова О.Л., Козуб С.Н., Тішакова Т.С.
Харківський національний медичний університет, м. Харків

У зв'язку з тим, що наша країна взяла курс на євроінтеграцію, реформування системи охорони здоров'я є найважливішим завданням. Концепція розвитку охорони здоров'я України викладена в програмному документі, в якому зазначено, що одним з ключових моментів є впровадження інформаційних технологій у всіх сферах медицини - управлінні, лікувально-діагностичній роботі, медичній освіті [1].

За останні роки медичні установи і навчальні заклади були оснащені сучасною комп'ютерною технікою, організований доступ в інтернет, проводиться подальша розробка власних веб-сайтів та впровадження комп'ютерних діагностичних систем і телемедичних технологій.

Сьогодні сучасний лікувально-діагностичний процес вже неможливо уявити собі без технічної складової - УЗД, МРТ, рентгенівських методів діагностики, лазеро- й електролікування, датчиків медико-біологічної інформації, холтерівського моніторингу ЕКГ та АТ - цей список нескінченний. Також в останні роки постійно розширюється сфери застосування діагностичного та лікувального обладнання з використанням цифрових методів кодування інформації. Стає буденністю комп'ютеризований кардіограф, з'являється цифрова рентгенографічна техніка і т.п. [2].

Підсумком процесу «оцифровки» лікувально-діагностичного процесу стане повністю автоматизована система, яка забезпечить технологічне об'єднання (триєдність) цифрових діагностичних маніпуляцій, лікувально-реабілітаційних заходів і цифрової системи управління. Особливо активно ці процеси здійснюються в області клінічної нейрофізіології і кардіоваскулярного напрямки. Наприклад, найбільш популярною технологією є транселефонна електрокардіографія, створені телемедичні центри по ЯМР-томографії, медичної радіології та інших напрямках, почався процес легалізації (ліцензування) програмних продуктів.

Тому завдання сучасної медицини - провести максимальну інформатизацію медичних установ від сімейного лікаря до обласних і спеціалізованих лікарень, створити єдину інформаційну мережу з можливістю швидкого аналізу та передачі даних, обміну досвідом, створити електронні бази даних - все це дозволить поліпшити якість надання медичної допомоги.

Література:

1. Кульгінський Є.А. Процеси євроінтеграції та їх вплив на реформи системи охорони здоров'я в Україні / Є.А. Кульгінський // Державне управління. – 2016. - 3(55). – С. 38-42
2. Вовк С.М., Вовк Т.В., Чумаріна Т.В. Питання контролю якості управління політикою лікувально-діагностичного процесу / С.М. Вовк, Т.В. Вовк, Т.В. Чумаріна // Державне управління. – 2019. –2(66). – С. 50-54

ПРО ПРОВЕДЕННЯ ІНТЕРНЕТ-ОЛІМПІАДИ «ОСНОВИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

Твердохлебова Н.Є.

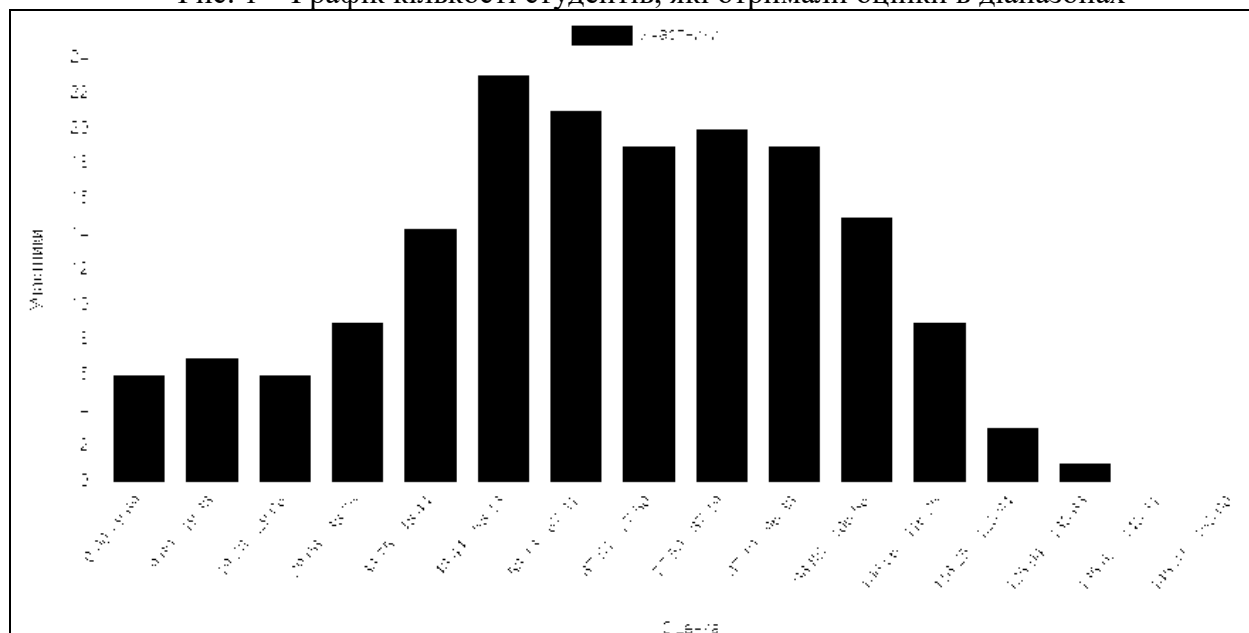
*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

У січні 2019 року в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» відбулася всеукраїнська учнівська Інтернет-олімпіада «Основи безпеки життєдіяльності» в режимі online (<http://dl.khpi.edu.ua/course/view.php?id=185>). Освітній зміст заходу полягає в організації інтелектуального змагання школярів для формування поняття про джерела існуючих небезпек. Навчальний зміст визначається розвитком і підтримкою інтересу школярів до знаходження шляхів подолання небезпек у сучасному суспільстві для збереження здоров'я нації.

Інформацію щодо проведення заходу було надано в обласні департаменти освіти і науки України, розміщено на головній сторінці сайту НТУ «ХПІ», на сторінці сайту кафедри «Безпека праці та навколишнього середовища» <http://web.kpi.kharkov.ua/safetyofliving/ru/glavnaya/>, у соціальній мережі Facebook, на сайтах шкіл. За результатами реклами проведення заходу проявили зацікавленість і зареєструвалися на сайті понад 220 учнів з різних регіонів України.

У проведенні заходу взяли участь 140 учнів старших класів шкіл. Учасники Інтернет-олімпіади до початку її проведення були ознайомлені з порядком проведення, особливостями онлайн-тестування, характером і обсягом завдань, а також правилами нагородження переможців і заохочення учасників. Інтернет-олімпіада складалася зі 150 тестових завдань різного рівня складності. Результати тестування учасників представлені на графіку (рис.1).

Рис. 1 – Графік кількості студентів, які отримали оцінки в діапазонах



Переможці Інтернет-олімпіади були нагороджені дипломами I, II, III ступенів (учасники з Донецької, Хмельницької, Харківської областей). Всі учні, які взяли участь у заході, отримали сертифікати учасника.

СУЧАСНІ ОСВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ СФЕРИ БЕЗПЕКИ

Шароватова О.П.

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

Інформаційне суспільство окреслює значні вимоги до якості професійної підготовки сучасних фахівців: вільне володіння фундаментальними і спеціальними знаннями та вміннями у відповідній галузі знань; здатність до аналітичного мислення і творчої діяльності, що пов'язана з функціональними обов'язками фахівця; здатність до самовдосконалення і самонавчання у межах освітньої програми та протягом життя. Задоволення цих вимог потребує удосконалення змісту системи знань з метою підвищення рівня професійних умінь, а також використання як у теоретичному, так і у практичному блоках навчання спеціальних методичних прийомів, спрямованих на застосування набутих знань у практичному полі фахової підготовки. Відтак, нагальним стає широке впровадження у навчальний процес та систематичне вдосконалення педагогічних інновацій, що визнаються світовою педагогікою як найефективна альтернатива традиційним підходам у професійній підготовці фахівців.

Порівняно із класичними, інноваційні освітні технології характеризуються такими важливими особливостями, як: суб'єктивність взаємовідносин між здобувачами вищої освіти та педагогом; діалогічний і рефлексивний стиль взаємодії; групові форми організації навчального процесу; проблемні, пошукові, та евристичні методи навчання; ефективні способи отримання та засвоєння інформації, орієнтовані на пошуково-мисленеву діяльність.

У контексті такої взаємодії педагог виконує функцію організатора та консультанта дослідницької діяльності адресної аудиторії, при цьому здобувач вищої освіти формує активну особистісну позицію, набуває мотиву до самовдосконалення та поглибленого інтересу до навчальної діяльності.

Отже, метою сучасної системи освіти стає її модернізація за рахунок впровадження елементів навчання, заснованих на формуванні базових компетенцій, що дозволяють випускникам самостійно здобувати знання, максимально наближені до практичної сфери, впровадження у навчальний процес системи інноваційних освітніх технологій та інтерактивних методів навчання. Оптимізації цього процесу сприяє домінування в індивіда двох потреб - потреби постійного самовдосконалення і потреби у безпеці (зоні комфорту). Саме такий стан забезпечується учасниками навчання у процесі взаємодії, співпраці, роботи у парах чи групах.

Саме інноваційні технології та інтерактивні методи (типу дебрифінг, семантична мережа, веббінг, скетчинг тощо)сприяють розвитку критичного мислення учасників навчального процесу, навчають аналізувати ситуацію, обговорювати проблему та приймати рішення, займати чітку позицію, обґрунтовувати, аргументувати та чітко висловлювати власну думку або думку колективу, ставити чіткі запитання і давати на них змістовні відповіді, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, порівнювати, оцінювати, прогнозувати, що є вкрай необхідним особливо при підготовці фахівців сфери безпеки.

ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ БЕЗПЕЧНОЇ ПОВЕДІНКИ СТУДЕНТІВ ЯК КОМПОНЕНТИ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ

Шевченко О.С., Гаврилов Е.В.

*Українська інженерно-педагогічна академія, Харківський регіональний
інститут проблем громадської охорони здоров'я, м. Харків*

Здоровий спосіб життя (далі – ЗСЖ) передбачає виконання рекомендацій Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я щодо харчування, оптимальних фізичних навантажень, режиму праці та відпочинку, гігієни, закаливання, позбавлення від шкідливих звичок та залежностей, запобігання захворюванням, що передаються статевим шляхом (далі – ЗПСШ), захворюванням, які можуть не відбутися завдяки щепленням, рекомендацій щодо безпечного сексу. ЗСЖ дозволяє раціонально використовувати життєвий потенціал людини, її генетичний спадок, запобігти захворюванням, відтермінувати їх або пом'якшити їх прояви, підвищити опірність хворобам за рахунок тренуваності, підвищення функціональних резервів, імунобіологічної резистентності [1].

Модель безпечної поведінки передбачає дії, за яких збереження здоров'я є якщо не ціллю, але обов'язковою умовою. При рухомій активності, користуванні транспортом не повинно відбутися важких травм з довготривалими наслідками, інвалідністю [2]. Робота на виробництві не має призводити до виникнення професійних захворювань. У побуті слід виключити відомі фактори ризику, що можуть загрожувати здоров'ю та життю. Практика безпечного сексу має запобігати небажаним вагітностям та ЗПСШ. Вживання алкоголю має бути помірним, а від куріння тютюну, вживання наркотиків та токсичних речовин слід взагалі відмовитися. До хвороб цивілізації (ожиріння, діабет, гіпертензивні стани), які вже має людина, слід ставитися відповідально: не ігнорувати, визначити стратегію лікування, зниження зайвої ваги та неуклінно дотримуватися обраного шляху. Щеплення мають бути виконані мінімум за національним календарем [3], а додатково – відповідно до індивідуальних ризиків (професійних, пов'язаних з запланованими подорожами тощо).

Модель безпечної поведінки формується протягом всього життя людини завдяки позитивним впливам родини, корисним книгам, телефільмам на освітніх каналах (Discovery, NationalGeographic, Mega, ВВС Television, AnimalPlanet) Інтернет-видань, спеціальних освітніх програм (наприклад, «Валеологія», «Основи безпеки життєдіяльності», «Педагогіка здоров'я»). Вона відображує рівень практичного використання знань про основи здоров'язбереження, та є необхідною складовою ЗСЖ.

Література:

1. Загальна теорія здоров'я та здоров'язбереження: колективна монографія / за заг. ред. проф. Ю.Д. Бойчука. – Харків: Вид. Рожко С. Г., 2017. – 488 с. 2. Гусак П.М. Відповідальне ставлення до здоров'я: теорія та технології: Монографія / П.М. Гусак, Н.В. Зимівець, В.С. Петрович; [за ред. д.пед.н., проф. П.М. Гусака]. – Луцьк: ВАТ „Волинська обласна друкарня”, 2009. – 219 с. 3. Календар профілактичних щеплень // МОЗ України, 4 липня 2018. URL: <https://moz.gov.ua/article/immunization/kalendar-profilaktichnih-sheplen>.

FORMATION OF VALEOLOGICAL COMPETENCE IN STUDENTS OF NON-MEDICAL SPECIALTIES ON THE BASIS OF THE ACADEMIC DISCIPLINE "HEALTH PEDAGOGY"

Shtefan L.V., Shevchenko A.S.

Ukrainian Engineering Pedagogical Academy, Kharkiv

Valeological competence in students of non-medical specialties is traditionally formed during the study of disciplines "Valeology", "Fundamentals of Life Safety", "Health Philosophy", "Health Psychology", "Fundamentals of Medical Knowledge". "Health Pedagogy" is a new academic discipline that is also designed to create safe behaviors, knowledge and skills for students to lead healthy lifestyles, build a health-friendly educational environment [1; 2]. The accents of "Health Pedagogy" educational program are put on understanding of etiology, epidemiology, pathogenesis, clinical, treatment and prevention of socially significant diseases (cardiovascular, pulmonary, oncological, infectious, others). The discipline program covers topics of sex education and family planning, including issues of anatomy and physiology of the human genital system, safe and unsafe sex, normal and pathological pregnancy, childbirth, contraception, abortion, sexually transmitted diseases. An important part of academic discipline is the prevention of particularly dangerous harmful habits, namely the use of addictive psychoactive substances. The legality of the use of alcohol, tobacco, narcotic and toxic substances, social and medical consequences of use, methods of prevention (from complete ban to moderate use), the possibility of getting rid of addictions, effectiveness of various preventive programs are covered. An important section of the curriculum is emergency care in critical conditions, restoration of vital functions, resuscitation in clinical death.

The choice of diseases to study in the course is due to their prevalence in the world and in Ukraine, the social and medical consequences of epidemics and pandemics, the possibility of preventing them or reducing the severity of clinical manifestations by means of preventive vaccinations and other anti-epidemic measures. Much attention is paid to the "diseases of civilization": obesity, diabetes, hypertension, strokes, heart attacks, depression. Students are encouraged to study their own risk factors for these diseases and to plan for minimizing them. Controlling the acquisition of knowledge by discipline is combined with the study of student behavior patterns, which corresponds to the modern competence approach of pedagogical education. In our opinion, the formation of valeological competence within the above mentioned disciplines should be a compulsory goal in obtaining secondary and higher education, regardless of specialty. This competence will allow to create a health-saving space, both for each student and for the learning process.

References:

1. Health Pedagogy: a lecture book for students of baccalaureate full-time and extramural studies for educational specialty 011 Educational, pedagogical sciences (ukr.) / L.V. Shtefan, A.S. Shevchenko. - Kharkiv: Ukrainian Engineering Pedagogical Academy, 2019. – 52 p. **2.** Health pedagogy: A curriculum of educational discipline for ... bachelors (ukr.) / L.V. Shtefan, A.S. Shevchenko. - Kharkiv: UEPA, 2019. - 17 p.

СЕКЦІЯ 13. ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ НАУКОВИХ І СОЦІАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ У МЕДИЦИНІ

SIGNIFICANCE OF ULTRASONIC DIAGNOSTICS OF CONGENITAL MALFORMATIONS TO REDUCE REPRODUCTIVE LOSSES

Alieva T.D.K.

Kharkov National Medical University

Ukrainian Institute of Clinical Genetics, Kharkov

Reproductive losses, including spontaneous and medical abortions, ectopic pregnancy and missed miscarriage, stillbirths and mortality of children under 1 year of life, are partially controlled. The main goal of medical influence and a reserve for increasing fertility is to reduce miscarriage. Among all the causes of miscarriage, special attention is paid to congenital malformations of the fetus. Early detection of fetal malformations is carried out using biochemical, cytogenetic tests and ultrasound examinations (hereinafter – USE); allows you to make a timely decision about an abortion or a therapeutic intervention to regulate the functioning of the folate cycle genes [1], responsible for the most severe malformations, which include heart defects, neural tube defects and Down syndrome [2].

Annually, from 100 to 150 thousand ultrasound examinations are carried out in Ukraine in connection with suspected fetal malformations (from 5 to 18 thousand in the Kharkov region) [3]. In total, from 2008 to 2018, from 100 to 350 malformations of the fetus were detected annually in the Kharkov region, for the first time using USE, up to 80%. USE also allows to detect fetoplacental insufficiency, intrauterine growth retardation and extragenital pathology, which significantly worsen the prognosis of gestation.

Medical and preventive institutions of Ukraine and Kharkiv region are sufficiently provided with equipment for USE. In total, more than 25 million ultrasound examinations (more than 2 million in the Kharkiv region) are carried out annually in Ukraine, of which 1.3 million pass during pregnancy (in the Kharkiv region - more than 120 thousand) [3]. For detection of fetal malformations ultrasound is appointed in terms of pregnancy 11-14, 19-21 and 30-33 weeks. In case of suspected developmental defects, they study the bones of the skull, the basic structures of the brain and spinal cord, collar space, profile of the orbits, and nasal bones. In the study of ultrasound anatomy determine the orientation and development of the heart, anterior abdominal cavity, stomach, intestines, bladder, vertebral trunk and extremities. Multiple ultrasound during pregnancy does not threaten the health of the fetus, but rather allows timely detection of congenital malformations.

References:

1. Alieva T.D.K. Principles of risk prevention of early reproductive losses in the context of oligonucleotide polymorphism of folate cycle genes / T.D.K. Alieva // Bull KhRIPHS. - 2019. - Vol. 89, No. 3. - P. 4-23. DOI: 10.5281/zenodo.3582796 (ukr.). 2. Malformations // World Health Organization, September 7, 2016. URL: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/congenital-anomalies> (rus.) 3. Statistical data on the incidence of ukrainian and medical care for 1993-2018 // Medical Statistics Center of the Ministry of Health of Ukraine. URL: <http://medstat.gov.ua/ukr/statdan.html> (ukr.)

CLUSTERING OF MULTIVARIATE HETEROGENEOUS TIME SERIES

Antonova I.V., Chikina N.A.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The task of clustering objects presented in the form of multivariate heterogeneous time series is one of the actual problems of mathematical modeling. Heterogeneous series are the series where the description of the state of the studied object S at each time moment t is carried out by quantitative, ordinal or categorical variables. Such problems arise when building object models in poorly structured research areas, for example, in medicine, when determining a risk factors set, forming diseases development risk groups, etc. In this case, the identification of possible system states can be carried out both for each of these indicators, and for their arbitrary combination, depending on the goal of research.

The widely known clustering algorithms use the concept of «distance» between objects (groups of objects). Determining the distance or measure of the difference between the studied time series has additional difficulties. So, for example, the series can be of different lengths, have a large dimension, consist of heterogeneous components. In this case, the task is complicated by the diversity of characteristics of the studied object S . Equally important is the presence of dependencies between the characteristics. It is known that it is impossible to introduce a metric in the case of heterogeneous characteristics of the studied object.

To solve the problem of automatic classification in the 70s of the twentieth century G. Lbov (Sobolev Institute of Mathematics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences) proposed a method for detecting logical regularity for constructing logical decision rules (decision tree). The use of such a class of decision functions has several advantages: visibility and simple interpretability of the resulting rules.

Let be given N time series Y^i , n_i ($i = \overline{1, N}$) is the length of the series Y^i . Let us denote by X_{tk}^i the set of values of the heterogeneous characteristics of the studied object S in the series Y^i , measured at the time t_{ik} ($1 \leq k \leq n_i$), y_{tk}^i is the corresponding value of the objective function. Thus, the series can be represented as $Y^i = \{X_{t1}^i, y_{t1}^i; \dots; X_{t_{n_i}}^i, y_{t_{n_i}}^i\}$ ($i = \overline{1, N}$).

If μ_{ij} is the root-mean-square error of the decision tree, then the smaller value of μ_{ij} , the more likely that the time series Y^i and Y^j belong to the same cluster. In this case, it is natural to define the difference measure $\rho(i, j)$ between the series as the average value of μ_{ij} and μ_{ji} .

THE IMPACT OF INFORMATION TECHNOLOGY ON THE DECISION-MAKING PROCESS IN MEDICINE

Didmanidze Ibraim, Bagrationi Irma, Didmanidze Didar
Batumi Shota Rustaveli State University, Batumi

The present scientific paper outlines decision making as one of the most significant and important activities in a Medicine. Information Technology has transformed the ways modern healthcare systems acquire, store, access and communicate medical information. These developments offer significant benefits to patients and healthcare providers, but they give rise to ethical and legal challenges in the protection of patient privacy and confidentiality. The traditional and humanistic concept of doctor-patient relationship is also under threat as Information Technology is used to bypass the need for personal consultations. One effective approach to continue the use of Information Technology in medicine while minimizing its potential hazards is through legal reforms and setting public standards for accessibility and expression of patient autonomy [1] Ultimately, the role, importance and limitations of Information Technology as a tool to pursue the goals of medicine has to be carefully deliberated, clearly defined and judiciously delineated to ensure its effectiveness and safety.

The paper emphasizes the scientific research of the President of the Institute of Medicine, National Academy of Sciences, and Professor of Medicine Emeritus at the University of California, Los Angeles School of Medicine USA - Kenneth I. Shine: "Technology in Society: Impact of Information Technology on Medicine". According to his opinion, although the health sciences will benefit from many of the advances in information technology that are applied to a wide variety of scientific research areas, information technology is of particular importance to health care delivery.

The paper tells no-one can deny that information technology is changing the way that medicine is practiced. The fact that you are actually reading this editorial is clear evidence of it. This journal would probably not be in existence if it weren't for the availability of effective and affordable information technology. The heart of any computer is the central processing unit where arithmetic and logic operations are carried out. Things changed however when the focus of attention shifted to the relationship between the human and the computer and the ways in which a human can become more productive and information-efficient with the help of information technology. The first sectors of hospital activity that benefitted tangibly from information technology were patient administration, laboratories and accounts – not surprising, considering the large volumes of numeric data that these sectors handle.

The author concludes that Health Information Technology is a broad term that describes the technology and infrastructure used to record, analyze, and share patient health data. Various technologies include health record systems, including personal, paper, and electronic; personal health tools including smart devices and apps; and finally, communities to share and discuss information.

References:

1. Neiman Jeff, the Importance of Health Information Technology in Developing Areas, Burlington, Published by "Gower", 2014. – 125 pages (In English)

**PREDOMINANCE OF MICROORGANISMS
WHICH WERE ISOLATED FROM RESPIRATORY TRACT
IN CHILDREN WITH RESPIRATORY DISEASES**

Isaieva H.O., Mishyna M.M.

Kharkiv National Medical University, Kharkiv

Respiratory tract infections are one of the main causes of children's morbidity. Pneumonia is the leading cause of children's mortality in developing countries. Among other microorganisms *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus* are considered to be the most important pathogens that cause pneumonia. The aim of this study was to reveal prevalence of microorganisms isolated from respiratory tract in children suffered from respiratory diseases. The present study involved children aged 1 year to 18 years with respiratory diseases: pneumonia, bronchitis, bronchial asthma. Nasal swabs, pharyngeal swabs and sputum samples obtained within 24 hours of admission were examined using general methods of isolation and identification of microorganisms. A total number of 372 strains of microorganisms were isolated. Gram-positive microorganisms were isolated 291 strains (78,23% from the general amount of all microorganisms), Gram-negative microorganisms were isolated 81 strains (21,77%). *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus pneumoniae*, were among Gram-positive microorganisms. *Pseudomonas aeruginosa*, *Nonfermenting gram-negative bacilli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Haemophilus spp* were among Gram-negative microorganisms. Gram-positive microorganisms were isolated more frequently compared with Gram-negative microorganisms ($p < 0,05$). From pharynx there were isolated 213 strains of microorganisms (57,26 % from the general amount of all microorganisms), among them Gram-positive 158 strains (74,18 % from the amount of all microorganisms, isolated from pharynx), Gram-negative 55 strains (25,82 %). From nose there were isolated 95 strains of microorganisms (25,54% from the general amount of all microorganisms), among them Gram-positive 86 strains (90,53% from the amount of all microorganisms, isolated from nose), Gram-negative 9 strains (9,47%). From sputum there were isolated 64 strains of microorganisms (17,20% from the general amount of all microorganisms), among them Gram-positive 47 strains (73,44 % from the amount of all microorganisms, isolated from sputum), Gram-negative 17 strains (26,56 %). This study showed that Gram-positive microorganisms were most often isolated from patients with respiratory tract infections.

INFORMATION TECHNOLOGY FOR DEFINITION OF PAROXYSMAL CARDIAC ARRHYTHMIAS IN ITS EARLY STAGE

Porvan Andrii

*National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»,
Kharkiv*

Diagnosis of disorders of the conduction system of the human heart is one of the most important tasks of cardiology and is associated with a high percentage of sudden deaths of people of working age.

One of the generally accepted methods for detecting such disorders is the analysis of arrhythmias: determination of the occurrence of a heart rhythm disorder and classification of this disorder. However, one of the complex conduction abnormalities to detect is a paroxysmal heart disorder, which can occur by chance.

The difficulty lies in the fact that in the early stages, this deviation is similar to other types of arrhythmias. Thus, the identification and differentiation of Paroxysmal Cardiac Arrhythmias in the early stages is an urgent scientific and practical task.

Information technology (IT) for determining paroxysmal cardiac arrhythmias in the early stages based on spectral analysis of an electrocardiogram and metabolic indicators, which allow to identify initial paroxysmal disorders of the heart and increase the effectiveness of treatment and prophylactic measures, is proposed.

The equations of discriminant functions as the decisive rule of differentiation of the type of paroxysms were used and has form

$$\begin{aligned} F1 &= 0.191 \cdot X1 + 0.554 \cdot X2 + 0.775 \cdot X3 + 0.084 \cdot X4 + 0.355 \cdot X5 - \\ &- 0.141 \cdot X6 + 0.771 \cdot X7 - 68.656 \\ F2 &= 0.242 \cdot X1 + 0.598 \cdot X2 + 0.719 \cdot X3 + 0.105 \cdot X4 + 0.198 \cdot X5 - \\ &- 0.127 \cdot X6 + 0.634 \cdot X7 - 65.835 \end{aligned}$$

where X1 is patient weight; X2 is HR; X3 is LF/HF index; X4 is basic ferritin content of red cells; X5 is albumin level; X6 is IgA level; X7 is result of C-reactive protein test. In values of $F1 > F2$, with a probability of 94.54%, Persistent Tachycardia is diagnosed, otherwise initial Paroxysmal Atrial Tachycardia is diagnosed.

As a result of experimental verification of the developed technology, a diagnostic sensitivity was established on 95,34% and 94,07% for specificity, and the prognostic error was 3,1%.

Thus, the information technology for definition of Paroxysmal Cardiac Arrhythmias in its early stage had been develop and allows to detect paroxysms in the early stages and helps to decide on the necessary preventive measures in order to reduce disability and prevent death.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРАЖЕНИЯ ТЕЛ ПОЗВОНКОВ ПРИ МНОЖЕСТВЕННОЙ МИЕЛОМЕ

Абрамова А.А., Аврунин О.Г.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
г. Харьков*

В работе рассмотрен вопрос деформации тел позвонков при множественной миеломе и метод определения области поражения.

Характерными чертами множественной миеломы являются поражение костного мозга (диффузное, диффузно-очаговое, реже – очаговое), сопровождающееся костно-деструктивными изменениями (остеопороз, остеолитиз), и развитие моноклональной иммуноглобулинопатии [1].

Объектом для исследования являются пораженные тела позвонков. Поражения могут проявляться либо нарушением целостной структуры позвонка (литическое поражение), его деформацией либо наличием «пятен» непосредственно в самом позвонке (как правило, это более ранняя стадия).

Для обработки и дальнейшего анализа на изображении выделяется прямоугольная область так, чтобы интересующий объект размещался внутри нее. Область выделения соответствует размеру тела позвонка. Затем по этой области будет построен график максимальной интенсивности [2]. Далее, для сопоставления результатов необходимо провести те же шаги для образца в норме. После этого для каждого из случаев вычисляется площадь интегральной кривой. При патологии площадь будет меньше. Для дальнейшей интерпретации значения разницы площадей и развития алгоритма вводится коэффициент, характеризующий дефект площади.

Для разработки системы автоматизированного анализа томографических изображений при множественной миеломе одним из основополагающих вопросов является наглядная визуализация томографических данных. При этом целесообразно предусмотреть модули как двухмерной, так и трехмерной визуализации с выбором методов обработки и сегментации тел позвонков, а также коррекции получаемых результатов в интерактивном режиме [3]

Дальнейшее развитие предложенного алгоритма позволит доказательно оценивать динамику проводимой терапии по результатам фиксации количественной информации.

Литература:

1. Harousseau J.-L., Dreyling M., on behalf of the ESMO Guidelines Working Group. Multiple myeloma: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. Ann. Oncology 2010; 21(Suppl. 5): v155–7
2. Аврунин О.Г. Визуализация данных контрастной компьютерной томографии / О.Г.Аврунин, Т.А. Карпенко // Прикладная радиоэлектроника. –2007. –Т.6. –№1. –С. 56–61.
3. Аврунин О.Г. Опыт разработки программного обеспечения для визуализации томографических данных / О.Г. Аврунин // Вісник НТУ «ХПІ». – 2006. – № 23. – С. 3 – 8.

О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СПЛИНТ СИСТЕМ

Аврунин О.Г., Носова Я.В., Ибрагим Юнусс Абделхамид
Харьковский национальный университет радиоелектроники, г. Харьков

Проблематика сплонт-систем – это использование универсальной формы и размеров. Сплонты не учитывают индивидуальное строение полости носа и его архитектуру, поэтому не исключено негативное влияние на латеральную стенку полости носа вследствие дополнительного давления [1].

Перед построением сплонт системы пациент проходит обследование в медицинском учреждении, где выполняется сканирование верхних дыхательных путей с помощью спиральной компьютерной томографии. Срезы верхних дыхательных путей сохраняются в файл типа DICOM. С помощью специального программного обеспечения выполняется операция нахождения локальных искажений носовых ходов [2].

3D печать сплонт-систем, построенных на основе моделей (по индивидуальным DICOM изображениями) имеет следующие преимущества:

- индивидуальный подход к каждому пациенту и создание анатомически соответствующих сплонт, следовательно, происходит значительное уменьшение болевых ощущений пациентом;
- возможность создания сплонта отдельно для передней части носовой перегородки;
- печать полимерами, которые не будут отторгнуты в организме в течение периода, необходимого для лечения.

Таким образом, различные модификации интраназальных шин (сплонт систем) позволят значительно облегчить реабилитационный период для пациента [3], уменьшить количество первичных и отдаленных осложнений, а также за счет уменьшения давления на рефлекторные зоны полости носа, облегчит общее соматическое состояние больного, уменьшит риск возникновения нарушений со стороны нервно-психической деятельности, а также страха от проведения оперативного вмешательства. Индивидуальная сплонт-система поможет больному вернуться к нормальному и естественному физиологическому дыханию.

Литература:

1. Носова, Я.В. Определение микрохарактеристик воздушного потока в носовой полости при дыхании / Я. В. Носова, О. Г. Аврунин, Х. И. Фарук // Вестник НТУ «ХПИ», Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 16 (1292). – С. 122-127. – doi:10.20998/2413-4295.2018.16.19
2. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання: монографія / О.Г. Аврунін, Є.В. Бодянський., В.В. Семенець, В.О.Філатов, Н.О. Шушляпіна. – Харьков: ХНУРЕ, 2018. – 125 с
3. Аврунин О.Г. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках / О.Г. Аврунин, Я.В. Носова, С.А. Худаева // Тези доповіді 5-й Всеукраїнської науково-практичної конференції «Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні». – 2018. – С. 117–119.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПАНОРАМНОГО ВИДЕО ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБУЧАЮЩЕГО КОНТЕНТА В МЕДИЦИНЕ

Аврунин О.Г., Носова Я.В., Худаева С.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков

Предлагается применение технологий панорамного видео для создания обучающего контента в медицине. Рассматриваются возможности разработки видео с эффектом присутствия для задач интерактивного обучения в медицине.

Целью работы является изучение возможностей современных технологий панорамного видео для создания интерактивного обучающего контента в медицине.

В последние несколько лет набирают популярность технологии панорамного (сферического) видео с углами обзора в горизонтальной плоскости 360° и вертикальной 180° . При этом пользователь может менять ракурс обзора интерактивно с помощью манипуляторов или сенсорных систем экранов. Современные панорамные камеры, как правило, обладают двумя широкоугольными (более 180°) перекрывающимися друг друга объективами. По сравнению с традиционными, панорамные видеоролики занимают большой объем, что связано не столько с увеличением обзорности, но и за счет, как правило, высокого разрешения, например, 4К (3840×1920) и 5,7К (5760×2880) при не менее 30 кадрах в секунду. Панорамный обзор, интерактивное управление и высокое разрешение позволяют реализовать ключевое преимущество этого видео – эффект присутствия. Учитывая, что в медицине часто применяется дорогостоящее оборудование, доступ к которому для освоения ограничен [1, 2], а также различные новые методы и подходы, например, хирургического лечения, которые не просто продемонстрировать для приобретения практических навыков, целесообразно для этих целей использовать панорамный обучающий видеоконтент. Это позволит перевести обучающие видеоролики на качественно новый уровень, обеспечивающий почти полноценный эффект присутствия для обучающегося, и позволяющий интерактивно менять угол зрения и наблюдать за происходящими манипуляциями во всех направлениях доступного для обзора пространства.

Литература:

1. Носова Я.В. Использование информационных моделей при разработке виртуальных обучающих систем / Я. В. Носова // Медицинские приборы и технологии: междунар. сб. науч. ст. — Тула : ТулГУ, 2013. — С. 23—25.
2. Аврунин О.Г. Применение виртуальных тренажеров в лабораторном практикуме при дистанционном обучении / О.Г. Аврунин, Я.В. Носова // Проблеми теорії та практики дистанційної освіти в Україні. Матеріали міжвузівської конференції 19 жовтня 2012р. — Харків: Харк. нац. ун-т будів. та архіт., 2012. — С. 6-10.
3. Аврунин О.Г., Аверьянова Л.А., Бых А.И., Головенко В.М., Складар О.И. Методика создания виртуальных средств имитации работы рентгеновского компьютерного томографа // Техническая электродинамика. Тем. Вып. — Киев, 2007. — Т. 5, С.105-110.

СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В МЕДИЦИНЕ

Аврунин О.Г., Россихин В.В., Носова Я.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков

Рассматриваются современные подходы для разработки виртуальной обучающей среды для решения ситуационных задач в медицине. Предлагается технология создания обучающей среды на основе модельного похода «виртуальный пациент» – «виртуальный врач» для продуцирования принятия диагностических решений и развития клинического мышления будущих врачей при решении типичных ситуационных задач.

Целью предлагаемой работы является изучение возможностей современных компьютерных технологий для создания виртуальной обучающей среды, которая с максимальной реалистичностью позволит проводить моделирование диагностическо-лечебных ситуационных задач для развития клинического мышления у студентов и интернов медицинских университетов соответствующих специальностей. Для работы среды отбираются ситуационные задачи, имитирующие реальные ситуации, позволяющие на основе полученной теоретической подготовки о физиологических и патологических процессах в организме и освоенных практических навыков применения основных и дополнительных методов исследования продуцировать клиническое мышление. В отдельные циклы вводятся ситуационные задачи, имеющие различные уровни сложности и имитирующие обращение на амбулаторный поликлинический прием, а также при плановом, или ургентном поступлении в стационар.

В соответствие с этим обучающая программная среда должна позволять получение данных от различных источников – диагностических модальностей, позволять работать с набором стандартного диагностического оборудования [1, 2] и обеспечивать развитие нелинейного сюжета развития ситуации, в зависимости от выбранных диагностических решений и соответствующих выводов. В соответствие с этим вводится необходимый мультимедийный интерактивный контент – «виртуальный пациент», обращающийся с набором определенных жалоб к «виртуальному врачу», который формирует схему диагностики как последовательность проводимых диагностических исследований с учетом времени их выполнения. Создание такой обучающей среды позволит заинтересовать современного студента и позволит дополнительно подготовиться к международным медицинским тестам.

Литература:

1. Носова Я.В. Использование информационных моделей при разработке виртуальных обучающих систем / Я. В. Носова // Медицинские приборы и технологии: междунар. сб. науч. ст. — Тула : ТулГУ, 2013. — С. 23—25.
2. Аврунин О.Г. Применение виртуальных тренажеров в лабораторном практикуме при дистанционном обучении / О.Г. Аврунин, Я.В. Носова // Проблемы теорії та практики дистанційної освіти в Україні. Матеріали міжвузівської конференції 19 жовтня 2012р. — Харків: Харк. нац. ун-т будів. та архіт., 2012. — С. 6-10.

ВЕЙВЛЕТ АНАЛІЗ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Антоненко Г.І., Поворознюк А.І.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі рак молочної залози посідає перше місце серед онкозахворювань жінок. Актуальність пошуку методів ефективного діагностування обумовлена постійним збільшенням кількості хворих. Останнім часом щорічний приріст хворих на Україні - близько 3%, однак своєчасне діагностування дає можливість зупинити розвиток хвороби.

Так як багато медичних сигналів нестаціонарні, вейвлетні методи використовуються для розпізнавання і виявлення ключових діагностичних ознак, а також для стиснення зображень з мінімальними втратами діагностичної інформації.

Вейвлети - це функції, які мають вигляд коротких хвильових пакетів з нульовим інтегральним значенням, локалізовані по осі незалежної змінної.

В якості показника наявності патологічних змін молочної залози було обрано мікрокальцинати.

Але так як мікрокальцинати характеризуються високою щільністю, значить, їх можна виявити за допомогою високочастотного фільтра. Проте використання контурної маски або гомоморфної фільтрації може привести до зміни особливостей мікрокальцинатів. Щоб уникнути цього можна використовувати двовимірний вейвлет – трансформацію, яка інваріантна відносно основних характеристик мікрокальцинатів. Вейвлет аналіз дозволяє декомпонувати зображення на декілька рівнів деталізації.

Зображення мамограми аналізувалося до 10 рівня, застосовуючи двоелементне вейвлет - перетворення. Коефіцієнти обчислювалися за наступним виразом

$$S_j^D(x, y) = \begin{cases} S_j^D(x, y), & \text{якщо } |S_j^D(x, y)| < T_j \\ g * S_j^D(x, y), & \text{якщо } |S_j^D(x, y)| \geq T_j \end{cases}$$

де, x і y – просторові координати, D являє собою всі горизонтальні, вертикальні і діагональні підгрупи. T_j – невід'ємний поріг, отриманий з стандартного відхилення відповідного фрагмента зображення.

При відновленні високих частот зображення видимість мікрокальцинатів на тлі інших об'єктів посилилася.

Було розглянуто набір і послідовність дій, за допомогою яких пропонується вирішити задачу знаходження паталогій на мамографічних знімках. В результаті обробки зображення отримали наочне уявлення декількох мікрокальцинатів на знімку. При визначенні великої кількості мікрокальцинатів можна буде зробити висновок про можливий розвиток раку молочної залози.

ПОЄДНАННЯ ДАНИХ ТРИВИМІРНОГО СКАНУВАННЯ ТА ТОМОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧ ПЛАНУВАННЯ ХІРУРГІЧНИХ ВТРУЧАНЬ НА ОБЛИЧЧІ ЛЮДИНИ

Бажан О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Розвиток засобів візуалізації та обробки зображень за останні роки здійснив значний прорив. Широкого розвитку та застосування вони знаходять і в медицині [1]. Особливе місце посідає пластична хірургія, яка потребує врахування як функціональних особливостей людського тіла, так і естетичних [2].

Основним джерелом даних для хірургічних досліджень є комп'ютерна томографія яка дозволяє зареєструвати внутрішні структури, що особливо при проведенні функціональних втручань (наприклад ринохірургія). Але слід зазначити, що вона не здатна відтворити зовнішній вигляд в необхідній якості. Для реєстрації форми та текстури, пластична хірургія широко використовує дані тривимірного сканування, які обмежені реєстрацією зовнішніх структур. Таким чином для отримання повної інформації слід використовувати ці методи одночасно. Їх поєднання є досить складною задачею.

Таким чином для розв'язання цієї задачі було розроблено відповідний програмний модуль, який складається із наступних блоків (рис. 1).

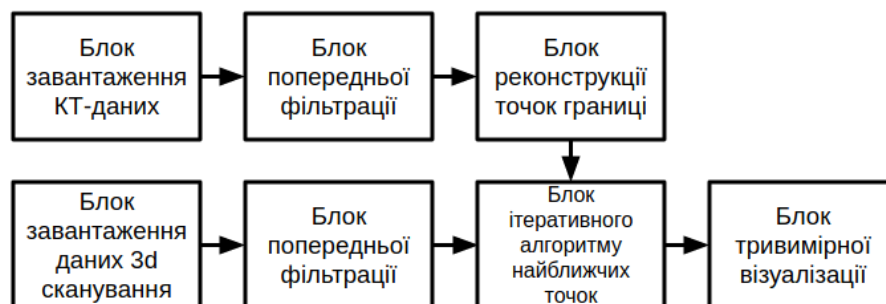


Рисунок 1 – Структурна схема програмного модуля поєднання тривимірних даних

Розробка та впровадження даного підходу повинна дозволити підвищити якість проведення оперативних втручань.

Література:

1. Хусамелдин Атеф Бриф Башир Разработка программного средства обработки ангиографических изображений / Атеф Хусамелдин Бриф Башир, К. Г. Селиванова // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: 19-й Международный молодежный форум, Том 1.: материалы конф. – Х., 2015. – С. 142-143.

2. Бажан О. В. Аналіз можливості побудови та використання статистичних моделей носа за даними фотограмметрії / О. В. Бажан, М. Ю. Тимкович // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 144-145.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНИВАНИЯ СВОЙСТВ ХАРАКТЕРА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ЛЮДЕЙ С ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ

Белов В.М., Кобзарь Т.А., Козловская В.А.

Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН Украины и МОН Украины, г. Киев

Введение. В результате тяжелых сверхсильных психических и физических переживаний, катастроф, насилий, физических увечий, участия в военных действиях и иных психогений, развивается особая стойкая картина психотравмирующих переживаний, которая выделена в собственную нозологическую форму посттравматического синдрома (ПТСР). Лечение этого состояния и медико-психологическая реабилитация таких пациентов остается самой существенной проблемой. Несомненно, что реабилитация лиц с ПТСР должна быть комплексной, с применением рационально-поведенческой, интерперсональной и семейной терапии, на что указывают многие авторы. При этом ремиссионный эффект, как нам представляется, во многом зависит от установки самой личности на выздоровление, от степени включенности самого пациента в оздоровительный процесс, активном стремлении избавиться от нежелательных последствий ПТСР.

Основная часть. Для этого нами предпринята попытка применить разработанные нами аппаратно-программный комплекс «Экспресс-диагностика здоровья» и тест «Свойства и сила характера», чтобы пользователь смог сам определить свое интегральное состояние здоровья и особенности характера на текущий момент времени, оценить их количественный информационный индекс в целом и по отдельным компонентам. Эти методики позволяют получить данные об уровне физического и психосоциального здоровья, «силе я» пациента, способности к личным усилиям, степени оптимизма и иных качествах характера. С этой целью нами разработано компьютерное приложение для определения силы характера по 20-ти основным качествам, на значение которых ссылаются многие авторы. Приложение разработано в среде Microsoft Visual Studio на языке C#.

По сравнению с методом анкетного опроса, предложенная информационная технология самооценки состояния здоровья имеет преимущества даже перед клиническим обследованием пациента, поскольку сохраняет конфиденциальность, создает эффект «общения самим с собой». Таким образом, удастся получить более полную субъективно-объективную картину уровня состояния здоровья пациента по всем интересующим нас параметрам. Это важно, поскольку этим достигается возможность более целенаправленно ориентировать методы и процесс физической и психологосоциальной реабилитации, исходя из личностных установок, силы характера и предпочтений самого пациента.

Заключение. Планируя свое исследование, мы полагаем, что именно здесь можно рассчитывать на мобилизационные возможности личности с ПТСР, способные изменить ее мировосприятие, самоощущения и повысить ее стойкость к перенесенным ранее психогенным травмам.

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВІДХИЛЕНЬ ЕКГ СИГНАЛУ**Білобородова Т.О., Давіденко М.О.***Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, м. Сєвєродонецьк*

В останні роки активно розвивається галузь довгострокового моніторингу стану серцево-судинної системи з використанням носимих пристроїв для контролю ЕКГ сигналу. Дослідження електрокардіограми (ЕКГ) є важливим клінічним інструментом виявлення серцевих розладів і широко використовується для аналізу роботи серцево-судинної системи. Будь-які зміни ЕКГ можуть вказувати на відхилення в роботі серцево-судинної системи.

Проведений аналіз досліджень показав, що недоліком існуючих підходів є необхідність додаткової обробки сигналу ЕКГ для вилучення ознак, що вимагає додаткових обчислювальних ресурсів і в умовах застосування на носимих пристроїв не є доцільним. Цей недолік обумовлює доцільність розробки методу виявлення аномалій в ЕКГ, який зробить можливим виявлення відхилень в ЕКГ без необхідності вилучення ознак, для застосування на носимих пристроях.

Запропоновано метод визначення відхилень в ЕКГ, що включає наступні етапи: виявлення аномальних сегментів та оцінка відхилень ЕКГ. Виявлення аномальних сегментів включає поділення сигналу на n сегментів та формування n -мірного векторного простору, в результаті отримано набір даних N сегментів сигналу ЕКГ, де кожен сегмент S представлений окремим вектором. До отриманого набору сегментів застосовується кластеризація сегментів та визначення центрів кластерів з використанням алгоритму k -mean, в результаті кластеризації сформовано набір типових форм сегментів сигналу, що використовується далі для реконструювання нових сегментів ЕКГ сигналу, де помилка реконструкції вказує на наявність аномалії у сегменті.

Задача визначення аномальності сегменту S визначена як булева функція.

$$f(S) = \begin{cases} 1, & \text{якщо сегмент } S \text{ містить аномалії} \\ 0, & \text{в протилежному випадку} \end{cases}, \quad (1)$$

де $f(S)$ - функція визначення аномальності сегменту.

Оцінка аномальності ЕКГ сигналу α обчислюється через функцію, що походить від функції (1). Аномальність ЕКГ сигналу α вимірюється як відсоток аномальних сегментів у ЕКГ сигналі. Таким чином, ми маємо

$$g(\alpha) = \frac{\sum_{j=1}^{w_i} (f(S_i^j))}{w_i}, \quad (2)$$

де α – досліджувана ЕКГ, w_i - загальна кількість сегментів у ЕКГ α , $f(S_i^j)$ булева функція, визначена у рівнянні (1).

Якщо отримана аномальність більше ніж визначене порогове значення, ЕКГ сигнал α буде визнано як ЕКГ з відхиленнями.

У доповіді надано результати застосування методу: виявлення аномалій в сегментах сигналу та оцінка відхилень ЕКГ.

В результаті роботи розроблений метод визначення відхилень ЕКГ для контролю роботи серцево-судинної системи з використанням носимих пристроїв.

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ПОРУШЕНЬ ФУНКЦІЙ ГОЛОВНОГО МОЗКУ У ВІДДАЛЕНОМУ ПЕРІОДІ ВИБУХОВОЇ ЗАКРИТОЇ ЧЕРЕПНО-МОЗКОВОЇ ТРАВМИ.

Бовт Ю.В., Забродіна Л.П, Привалова Н.М.

Державна Установа «Інститут неврології, психіатрії та наркології Національної академії медичних наук України», м. Харків

В роботі наведено результати комплексного клінічного, нейрофізіологічного та нейропсихологічного дослідження пацієнтів з віддаленими наслідками легкої вибухової закритої черепно-мозкової травми (ЗЧМТ). Обстежено 38 пацієнтів, всі чоловіки, середній вік яких склав $39,0 \pm 1,2$ років. Запис електроенцефалограми (ЕЕГ) здійснювався за допомогою комп'ютерного електроенцефалографу «Нейрон-Спектр 4/ВПМ» із застосуванням 20 стандартних монополярних відведень за Міжнародною системою «10-20». За результатами дослідження встановлено наявність в клінічній картині обстежених пацієнтів неспецифічних клініко-неврологічних порушень у вигляді синдромів лікворно-гіпертензійного, астеничного, цефалгічного, синдрому ураження середнього мозку та вегетативних розладів. Була визначена група пацієнтів, що складала 68,4%, у яких на тлі виразних неспецифічних синдромів спостерігались специфічні порушення у вигляді виразних вестибуло-атактичного, кохлеарного та екстрапірамідного синдромів. Нами доведено, що у всіх обстежених пацієнтів мали місце порушення енергетичного забезпечення психічної діяльності, дезорганізація біоелектричної активності мозку, розлади нічного сну, що свідчили про порушення функціонального стану мозку внаслідок дисфункції неспецифічної системи. У пацієнтів з вираженою клінічною симптоматикою на тлі більш виразних розладів слухомовної пам'яті значно частіше спостерігалися порушення слухового гнозису, ознаки семантичної афазії та дискалькулії, порушення довільної регуляції психічної діяльності не тільки в ланці контролю, а і в ланці програмування, що свідчило про зацікавленість лобово-скроневих відділів переважно лівої півкулі мозку. За даними аналізу ЕЕГ у цих пацієнтів показано порушення міжцентральных та внутрішньопівкульових взаємодій, що проявлялись зниженням рівня спектральної потужності і міжпівкульової когерентності в лобово-центральных відділах мозку в діапазоні бета-частот та підвищення рівня внутрішньопівкульової когерентності в скроневих відділах в діапазонах дельта-, і тета-частот. Вплив функціональних навантажень призводив до перебудови та підсилення міжцентральных та внутрішньопівкульових взаємовідносин біоелектричних процесів в альфа-діапазоні з фокусом в проєкційних неокортикальних зонах лімбічної системи мозку, які є підґрунтям до розвитку пароксизмальних проявів. Визначені системні порушення функцій головного мозку вказують на необхідність тривалого клініко-неврологічного спостереження у пацієнтів з травматичною хворобою мозку внаслідок вибухової ЗЧМТ з метою своєчасної діагностики та лікування ускладнень для забезпечення їх психічної та соціальної адаптації.

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ НАПІВТОНОВИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Брагін Д. В., Поворознюк А.І.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Медичні зображення є одним з важливих засобів отримання візуальної інформації про внутрішні структури і функції людського тіла, яка не сприймається безпосередньо зором. Існуючі методи обробки зображень мають обмежену сферу застосування при обробці медичних зображень, так як зазначені зображення є малоконтрастними, містять значну шумову складову, а діагностичні елементи - значну варіабельність. Крім того, деякі елементи мають нерегулярну (фрактальну) структуру.

Метою роботи є розробка програми розрахунку фрактальної розмірності напівтонових цифрових зображень та їх подальшої класифікації.

Розрахунок фрактальної розмірності функції градації сірого Z_{ij} , $i = \overline{0, k}$, $j = \overline{0, l}$, де $Z_{ij} \in \{0, 255\}$ - значення інтенсивності пікселів з координатами (i, j) , виконується ітераційно для $\delta = 1, 2, \dots, 127$. При цьому навколо поверхні Z_{ij} будується спеціальне δ -паралельне тіло товщиною 2δ , яке визначається верхньою $u_\delta(i, j)$ і нижньою поверхнями $b_\delta(i, j)$. Обчислюється його об'єм $V_\delta = \sum_{i,j} (u_\delta(i,j) - b_\delta(i,j))$, площа поверхні $S_\delta = V_\delta / 2\delta$ і фрактальна

розмірність поверхні $D = 2 - \log_2 S_\delta / \log_2 \delta$. З огляду на те, що фрактальна розмірність D буде відрізнятися при різних δ , середнє значення відношення $\log_2 S_\delta / \log_2 \delta$ визначається методом найменших квадратів як кутовий коефіцієнт a_1 прямої $y = a_0 + a_1 x$ в координатах $x = \log_2 \delta$; $y = \log_2 S_\delta$.

Тестові розрахунки показали, що фрактальна розмірність всього зображення не дає статистично значущих результатів про наявність чи відсутність патологій, проте фрактальна розмірність виділених фрагментів є статистично значущою характеристикою наявності / відсутності патологій.

При програмній реалізації наведеного вище методу обґрунтований вибір операційної системи (ОС) Windows, яка займає майже 90% ринку ОС для персональних комп'ютерів. Крім того, її API дозволяє ефективно побудувати необхідний інтерфейс. В якості мови програмування була вибрана мова C #, яка дозволяє використовувати безпосередньо API Windows, має гнучкі можливості для роботи з пам'яттю, має багато бібліотек для роботи з інтерфейсом.

Розроблений програмний продукт повинен мати наступні можливості: відкриття зображень різних форматів; перегляд зображення; наближення і видалення; вибір області розрахунку фрактальної розмірності; розрахунок фрактальної розмірності і класифікація на класи норма / патологія.

Програмна реалізація розробленого методу у вигляді DLL-модулів в складі медичної системи підтримки прийняття рішень дозволить лікарям підвищити достовірність діагностики та вибору адекватної лікувальної тактики.

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ БАЗИ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАКЦИНОПРОФІЛАКТИКИ

Висоцька О.В.

*Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,
м. Харків*

Наявність ефективних і безпечних вакцин, що знижують ризик спалахів захворювань, їх ефективне використання, сприяє поліпшенню здоров'я і благополуччя людини.

Однак в останні роки зростає число людей, які відмовляються від щеплень через страх побічних реакцій. Незважаючи на те, що вакцини є високобезпечними фармакологічними препаратами, вони можуть визивати в рідкісних випадках небажані явища (поствакцинальні ускладнення).

Для підвищення можливої користі вакцинації і зменшення потенціального шкоди і збитків, є необхідність проводити аналіз результативності вакцинопрофілактики невідривно від її «безпеки». Тому доцільним є створення інформаційної системи, яка дозволить проводити аналіз епідеміологічної та економічної ефективності вакцинопрофілактики з урахуванням післявакцинальних ускладнень і небажаних явищ.

Одним з основних модулів інформаційної системи оцінки ефективності вакцинопрофілактики. є база даних, що містить дані про виробництво вакцинних препаратів, їх зберігання, транспортування і знищення, дотримання правил застосування препаратів тощо.

Процес проектування бази даних включав в себе наступні етапи: інформаційно-логічне (інфологічне) проектування; вибір системи управління базою даних і інших інструментальних програмних засобів; логічне і фізичне проектування.

Виконання всіх перетворень здійснювалося за допомогою CASE-засобу ErWin. Це дозволило безпомилково провести перетворення типів даних атрибутів сутностей до типів даних обраної СУБД MySQL.

Запропоновано логіку збереження наступної інформації в базі даних для подальшої обробки та аналізу в інформаційній системі: даних про пацієнта (ПІБ, вік, стать, стан здоров'я до щеплення з урахуванням наявності психічних розладів, вагітності та ін.), відомостей про препарат (найменування, фірма-виробник, дата виготовлення, термін придатності, умови зберігання препарату, дата надходження в медичну організацію, ін.), дати вакцинації, дози, місця і техніки введення вакцини, найменування підрозділу медичної організації, де проведена вакцинація, відомостей про раніше проведені щеплення і характер реакцій на них (дата, час виникнення і основні прояви небажаної події), інше.

Спроектвана база даних може використовуватися як в якості складової частини інформаційної системи, так і як самостійний продукт.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ПОРУШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ

Висоцька О.В.¹, Доброродня Г.С.¹, Рисована Л.М.²

¹*Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,*

²*Харківський національний медичний університет,
м. Харків*

На сьогоднішній день діагностування порушень енергетичного балансу є складною медичною задачею. Проблема надмірної ваги набуває характер "пандемії" і, за даними ВООЗ, к 2025 року її будуть мати приблизно 300 млн. людей [1]. Велика кількість взаємопов'язаних показників, які характеризують порушення енергетичного балансу, аналіз яких вимагає застосування математичних методів і програмних засобів, визначило необхідність розробки інформаційної системи (ІС) діагностування порушення енергетичного балансу у людей з надмірною масою тіла.

Було розроблено ІС, яка призначена для збору, зберігання і видачі інформації про наявність порушень енергетичного балансу у людей з надмірною масою тіла. На підставі аналізу зібраної інформації з використанням розроблених метода визначення ступеня і направленості порушення балансу енергетичних процесів та математичної моделі оцінювання порушення енергетичного балансу визначається ступінь порушення енергетичного балансу.

Для роботи з системою розроблено інтерфейс, що дозволяє в доступній формі налаштовувати режими роботи системи, реєструвати людей, вносити результати лабораторних досліджень і автоматично отримувати результат.

Розроблено базу даних, яка дозволяє зберігати інформацію необхідну для діагностики порушень енергетичного балансу. Для зберігання інформації використовується СУБД MySQL, що забезпечує багатопоточність, тобто вона здатна підтримувати кілька одночасних запитів і кроссплатформеність [2].

Використання даної ІС дозволяє підвищити якість діагностики порушення енергетичного балансу ще на ранній стадії і скоротити час, який для цього витрачається.

Література:

1. Development of an approach to mathematical description of imbalance in methabolic processes for its application in the medical diagnostic information system / H.Dobrorordnia, O. Vysotska, M. Georgiyants, Y. Balym, L. Rak, O. Kolesnikova, V. Levykin, O. Dovnar, K. Nosov, A. Porvan // Eastern european journal of enterprise technologies. Information technology. – № 5/2(95). – 2018. – С.29-39.

2. База даних системи діагностики функціональних порушень складних організаційних об'єктів / Г. С. Доброродня, О. В. Висоцька, І. Ю. Панфьорова, А. І. Печерська, Л. М. Рисована, О. Й. Довнар / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – № 10 (1335). – 2019. – С. 45-53.

МЕТОДИКА ЛІКУВАННЯ КІСТОК НОСУ ЗА ДОПОМОГОЮ НАДКІСТКОВОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ

Віштак І. В., Федотова В. В.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Проблема лікування кісток є одною з найважливіших у травматології та ортопедії, тому що переломи спричиняють тривалу непрацездатність і є однією з причин інвалідності, особливо людей працездатного віку.

Різноманітні методики остеосинтезу випрацьовувалися на основі відомих загальних принципів лікування переломів кісток, спрямованих на забезпечення репозиції та утримання зіставлених кісткових відламків, а також на ранній початок функціонального розроблення ушкодженої частини тіла.

Остеосинтез не прискорює зрощення перелому, а лише оптимізує перебіг репаративної регенерації кісткової тканини, тобто оперативне з'єднання кісткових фрагментів мінімізує кількість випадків дисрегенерації (уповільнене зрощення та незрощення перелому, творення хибних суглобів та неоартрозів). Проте частота ускладнень після остеосинтезу становить 5-15 %.

Досліджено метод лікування відкритих і закритих переломів кісток носа за допомогою накісткового остеосинтезу. Було виявлено, що кістки носа найчастіше ламаються при ударі збоку, коли відламки зміщуються до середини (до середньої лінії) зі сторони прикладання сили і назовні – на протилежній стороні від дії сили. В ході дослідження було виявлено, що при відкритих і закритих травмах кісток носа, здебільшого показане хірургічне втручання. Його слід проводити в ранні терміни – у перші дванадцять днів після травми.

Хірургічне лікування переломів кісток носа залежить, головним чином, від ступеня зміщення та існуючих естетичних і функціональних порушень й може варіювати від звичайної обсервації до закритої або відкритої репозиції з внутрішньою фіксацією – остеосинтезом.

У випадку переломів кісток носа, найбільш доречним буде застосування накісткового остеосинтезу. Здебільшого фіксатори для накісткового остеосинтезу являють собою різної форми й товщини пластинки, що з'єднуються з кісткою за допомогою гвинтів. Висока стабільність цього варіанта остеосинтезу є основною його перевагою. Повна, активна й безболісна мобілізація приводить до швидкого відновлення нормального кровопостачання кістки й м'яких тканин.

До недоліків даного методу остеосинтезу варто віднести необхідність робити велику кількість отворів для гвинтів, оголення кістки на великому протязі, що неминуче погіршує її трофіку й сповільнює консолідацію, а після видалення пластини численні отвори послабляють кістку щодо механічних навантажень.

Отже, усі вищевикладені фактори вимагають удосконалювання способів лікування потерпілих із травмами, у тому числі з переломами кісток, за допомогою математичних комп'ютерних програм (Mathcad, Maple, Kompas-3D та ін.).

ОНЛАЙН СИСТЕМА З ПРОДАЖУ ЕЛЕКТРОННИХ ТОВАРІВ

Вознюк П.І., Поворознюк О.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Інтернет-магазин – це місце в інтернеті, де відбувається прямий продаж товарів споживачеві (юридичній або фізичній особі), враховуючи доставку. При цьому розміщення споживацької інформації, замовлення товару і угода відбуваються там само, всередині мережі (на сайті інтернет-магазину).

Правильно зроблений веб-сайт із легкістю приведе клієнта до висновку про необхідність покупки товару, або послуг, або ідей, що пропагуються на ньому. У сучасної людини немає багато часу для ходіння по магазинах. Тому можливість замовлення товарів і послуг, не відходячи від комп'ютера, значно розширює можливості і клієнта, і продавця.

У даній роботі виконується розробка онлайн системи з продажу електронних товарів, а саме смартфонів.

В інтернет-мережі існує безліч аналогів онлайн магазинів, наприклад відомий сайт Розетка, але він занадто перевантажений інформацією, а це не дуже зручно для користувача.

Тому головна задача цієї онлайн системи полягає в максимальній комфортності для відвідувачів, покупки товару та його пошуку, адаптивність сайту дозволяє зручно користуватися системою з будь-якого пристрою.

Система розрахована на дві категорії користувачів: покупців та адміністраторів сайту. Покупці можуть знайти потрібний товар та інформацію про нього, додати до кошику обраних товарів та придбати їх. Адміністратор має свій обліковий запис з правом на внесення змін до бази даних, що включає редагування, оновлення та даних про товар, або додавання нового. Також в нього є доступ до прогнозу продажів - це система яка буде в себе включати прогнозування майбутнього об'єму реалізації товару, з відображенням графіків для кожного з видів товару. Адміністратор зможе використовувати цю інформацію для складення плану закупівель.

Front end (користувацький інтерфейс) розроблений середовищі розробки Atom за допомогою фреймворку Bootstrap, мови розмітки HTML та каскадних таблиць стилів (CSS). Back end (програмно-апаратна частина сервісу) виконана в середовищі розробки програмного забезпечення XAMPP на мові програмування PHP.

Система має зрозумілий і стильний інтерфейс, зручний пошук і фільтрацію, чим буде виділятися на ринку і матиме попит серед користувачів.

МОДЕЛЬ ІСКРОВОГО РОЗРЯДУ В ЦИЛІНДРИЧНОМУ ХВИЛЕВОДІ

Волошин Ю.А., Курбанов О.Д.

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», м. Харків*

У даній роботі запропоновано новий підхід до створення ефективного методу формування електричних коливань, трансформації їх в електромагнітне випромінювання з заданими просторовими параметрами, який реалізований в радіотехнічному пристрої (рис.1), а також описана його робота з нетепловим впливом електромагнітного поля на біологічні об'єкти [1].

Актуальність теми роботи визначається необхідністю вдосконалення методів і засобів формування діючих електромагнітних факторів радіотехнічних медичних терапевтичних пристроїв, обумовлена досягненням прогнозованого біологічного ефекту, а також неможливістю механічного перенесення відомих технічних рішень в дану область. Отримана комплексна якісна і кількісна оцінка методів і засобів формування електромагнітного випромінювання з нетепловою формою біологічної дії, що збуджується періодичним імпульсним газовим розрядом в коаксіальній системі електродів, навантаженої на циліндричну діелектричну антену. В цілях технологічності конструкції, зручності генерації та передачі електричного випромінювання (ПЕВ), іскровий розряд організовано в циліндричному хвилеводі [2].

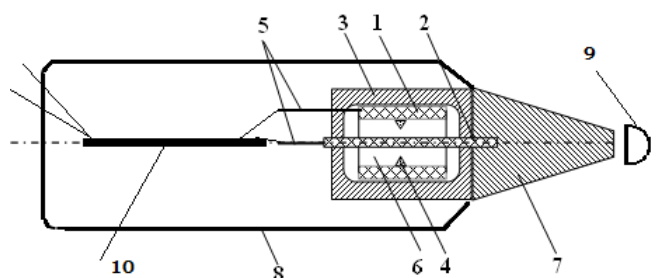


Рисунок 1 – Коаксіальний іскровий розрядник: 1 металева трубка 2 центральний стрижень; 3 діелектричний циліндр; 4 металеві виступи; 5 вводи електродів; 6 порожнина іскрового розряду; 7 діелектрична антена; 8 металевий екран (корпус), 9 аплікатор, 10 друкована плата.

Формування розробленим радіотехнічним пристроєм широкого спектру електромагнітних коливань не вимагає трудомісткого пошуку біорезонансних частот і підвищує ймовірність досягнення позитивного терапевтичного ефекту.

Література:

1. Бецкий О.В. Миллиметровые волны низкой интенсивности в медицине и биологии / О.В. Бецкий, Н.Д. Девятков, В.В. Кислов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1998. - № 4. – С. 13-29.
2. Литвин В. В. Моделирование параметров излучателя на несимметричных волнах в круглом диэлектрическом волноводе / В. В. Литвин, Н. Д. Колбун, С. Н. Кулиш, В. П. Олейник, Отти Сами Аль // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. - 2009. - № 1. - С. 23–35.

МЕТОД ТЕСТУВАННЯ НА ЛАПАРОСКОПІЧНОМУ ТРЕНАЖЕРОВІ

Герман Т.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Одним із сучасних методів малоінвазивної хірургії є лапароскопія, що проводиться на органах черевної та тазової порожнини. Саме забезпечення високої кваліфікації лікаря-хірурга за допомогою тестування на спеціалізованих симуляторах є актуальним завданням сучасної медицини [1].

У результаті проведення досліджень був розроблений метод тестування на лапароскопічному тренажерові Lap-X Hybrid із реалізацією відеозапису рухової діяльності маніпуляторами під час статичного та динамічного навантаження м'язів верхніх кінцівок [2]. Процес тестування виконується на спеціалізованому набірному полі («операційному»), котрий являє собою плоску поверхню із 8-ми циліндричними штифтами, на які, за допомогою хірургічних інструментів у визначеній послідовності, нанизуються кільця різного діаметру та кольору (рис. 1).



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд набірної плати лапароскопічного тренажера

Перший тест на симуляторі складається з таких послідовних дій: лікар тримає хірургічні інструменти зручним для нього способом та послідовно виймає всі кільця зі штифтів. Далі він нанизує по черзі усі кільця знову на штифти. Третій тест полягає у виконанні маніпуляцій із червоними кільцями, потім – із чорними. Четвертий та п'ятий тести – виконання завдання з парними та окремо з непарними штифтами. Основними параметрами для аналізу є час та кількість правильних рухів, необхідних для виконання одного завдання, а також частота та амплітуда переміщень маніпуляторів у тривимірному просторі.

Наступним етапом наукових досліджень є апробація розробленого методу тестування та аналіз відеозапису рухів верхніх кінцівок з метою виявлення типу тремору у хірургів.

Література:

1. Selivanova K.G. Virtual training system for tremor prevention / KG Selivanova, OG Avrunin, SM Zlepko, SV Tymchyk, B Pinaiev, T Zyska, M Kalimoldayev // Information Technologies in Medical Diagnostics II – Editor by Wojcik, Pavlov, Kalmoldaev. ISBN 978-0-367-17769-0. – 2019. – P. 9-14.
2. Karina G Selivanova. Biometric Hand tremor identification on graphics tablet / Karina G Selivanova, Oleg G Avrunin, Oleksandr V Kobylanskyi, Mykhaylo I Palamarchuk, Artem V Lyashenko, Zbigniew Omiotek, Aigul Syzdykpayeva // Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments, Proceeding of SPIE, p. 7, 2019. – 111762H

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ САМОКОНТРОЛЯ ЭНЕРГОБАЛАНСА В ОРГАНИЗМЕ

Гонтарь Т.М., Кифоренко С.И., Белов В.М., Обелец Т.А.

Международный научно-учебный центр

информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, г. Киев

Решение задач целенаправленного индивидуально ориентированного формирования, поддержания, развития здоровья человека, в том числе контроля энергобаланса его организма – в центре внимания наших разработок. Общеизвестно, что для эффективного поддержания и самоконтроля здоровья человек должен располагать широкой палитрой возможностей для выбора доступных и адекватных управляющих воздействий на его организм. Наиболее естественными и значимыми для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека воздействиями является формирование у него здорового образа жизни, в том числе сбалансированного питания и активности. Режим питания и активности является ключевым фактором также и для пациентов, отягощенных нарушениями различных физиологических систем организма, в том числе и системы углеводного обмена, нарушение функционирования которой приводит к такому тяжелому эндокринному заболеванию как диабет, который есть очень распространенным хроническим эндокринным нарушением, принявшим характер социальной проблемы во всем мире.

Разработанная нами информационная система для поддержки принятия решений «Здоровье-Энергобаланс» предоставляет пользователю возможность формирования пищевого рациона, энергоценность которого соответствует энергозатратам человека с учетом персонального режима активности.

Разработанные алгоритмы информационной системы «Здоровье-Энергобаланс» для стационарных компьютеров, мобильных Android-приложениях к смартфону, имеют удобный пользовательский интерфейс, обеспечивает поддержку принятия решений при формировании режима и рациона питания, предоставляя возможность оперативно оценивать в режиме реального времени программу сбалансированного питания с учетом индивидуальных энергозатрат. Информационная система имеет два модуля: «Ранняя диагностика» и «Энергобаланс». При помощи разработанного программного обеспечения система можно не только мониторить режим питания и активности пользователя, но и оценить состояние системы углеводного обмена по разработанному нами диагностическому алгоритму. Такая система поддержки принятия решений может быть использована не только непосредственно пользователем для самоконтроля, но и врачом для работы с пациентом.

СУЧАСНІ МЕТОДИ ПРЯМОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ КОНТРОЛЮ

Григоренко С. М., Красильник О. Г., Черкасов Є. О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

На цей час в Україні поліпшення якості життя є пріоритетним завданням для людини, лікарів і професійних медичних лікувальних установ. Стрімкий розвиток інформаційно-вимірювальних комп'ютерних технологій формує потужну базу для створення сучасного медичного обладнання, удосконалення існуючих методів і засобів медичної техніки, а також комбінації різних методів діагностики біологічних об'єктів контролю (БОК) з використанням цільоспрямованих науково-дослідних розробок у медицині.

В роботі розглянуті сучасні основні методи прямої візуалізації (МПВ) БОК та їх особливості використання у медичній діагностиці (МД).

Усі різноманіття методів прямої візуалізації біологічних об'єктів контролю медичної діагностики, незалежно від способів отриманої інформації, можуть бути віднесені до однієї з двох основних груп [1]:

1 група – на основі отриманого аналогового зображення БОК;

2 група – на основі отриманого матричного зображення БОК.

До аналогових зображень БОК відносять зображення, які несуть у собі інформацію безперервного характеру. Це зображення на звичайних рентгенограмах, центиграмах, термограмах. Але в аналогових сигналах присутнє багато зайвої інформації. До матричних зображень БОК відносяться такі зображення, які отримують за допомогою комп'ютера. Вони мають у своїй основі матрицю, що розташована в пам'яті ЕОМ. Матричними зображеннями є образи БОК, які отримують в сучасній комп'ютерній томографії (КТ) з використанням малодозового рентгенівського випромінювання, цифровій рентгенографії, МР-томографії, ЕОМ-сцинтиграфії з комп'ютерною обробкою інформації, в ультразвуковому дослідженні (скануванні БОК) та в інших методах медичної діагностики.

Матричне зображення БОК формується шляхом сканування електронним променем по рядках і стовпцях згідно програмного забезпечення (ПЗ) систем МД. Таким чином, створюється можливість для сприйняття зображення в реальному часі та застосовується спеціальний дисплейний процесор, який через систему зв'язку (інтерфейс) підключений до основної ЕОМ. Площа екрану кінцевого зображення БОК є матриця – сукупність пікселів. Чим більше число пікселів, тим вище роздільна здатність системи відображення БОК.

Література:

1. Системи відображення в медицині [Текст] : навч. посібник для студ., що навч. за напрямком "Акустотехніка" та за спец. "Фізична та біомедична електроніка" / В. Г. Абакумов [и др.]. – Київ: ТОО "ВЕК+", 1999. – 316 с. – (Електронні системи). – ISBN 966-7140-11-3.

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Гульчак Ю.П.

*Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова,
м. Вінниця*

Інформаційні ресурси медичного закладу є як продуктом діяльності персоналу, так і готовими об'єктами МІС, з якими працюють і до яких періодично повинні мати доступ окремі категорії спеціалістів. Важливим є забезпечення такого рівня захисту інформації, який би унеможливив захист її від несанкціонованого доступу, знищення, спотворення, копіювання, блокування тощо; захист апаратних і програмних компонентів МІС.

В Україні законодавчо закріплені класи автоматизованих систем за рівнем захищеності від несанкціонованого доступу, кожен з яких характеризується окремим набором елементів захисту, так званих профілів безпеки[1]. Загальна структура класу має вигляд X.YYY.Z (наприклад 2.КЦД.3), де X – функціональний клас АС (1,2,3), Y – підклас АС (К – конфіденційність, Ц – цілісність, Д - доступність), Z - функціональний профіль АС (1, 2, 3, 4, 5, 6).

В результаті аналізу ІС медичних установ різних рівнів рекомендовано: для сільських амбулаторій, лікарів приватної практики, інших закладів, які віднесені до АС класу 1 мінімально достатнім є стандартний профіль 1.КЦ.Z.

Для рівня первинної медичної допомоги основними загрозами є порушення конфіденційності інформації і, як результат, порушення її цілісності. Тому на початковому етапі достатньо запровадити прості профілі захисту АС класу 1; від 1.К.Z до 2.КЦ.Z для амбулаторій і 2.КЦ.Z для центрів ПМСД.

Для закладів вторинного і третинного рівнів з МІС на основі локальної мережі, рекомендовано профіль 2КЦ.Z (профілі з підвищеними вимогами до забезпечення конфіденційності і цілісності оброблюваної інформації).

Саме на цих рівнях зосереджена основна маса інформації, в якій зацікавлені потенційні порушники. Виходячи з цього доцільно в першу чергу забезпечити надійний захист баз персональних даних (зокрема історій хвороб) пацієнтів за напрямками конфіденційності та цілісності; захист баз даних службової медичної інформації, кадрової і бухгалтерської документації – за напрямком доступності. Крім того значно підвищуються вимоги до захисту інформації в телекомунікаційних мережах зв'язку при передачі великих масивів даних, так як телемедицина стає важливим елементом функціонування лікарні.

Рекомендовані вище профілі є базовими. Виходячи зі специфіки медичного закладу їх елементи можна змінювати, включаючи нові або змінюючи навіть підкласи захищеності оброблюваної інформації.

Література:

1. Гульчак Ю.П., Гульчак Е.Ю. Нормативно – правова база захисту інформації в медичній галузі. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2018. №4. С. 194-203.

АПАРАТНІ ЗАСОБИ РЕЄСТРАЦІЇ ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ

Єрошенко О.А., Прасол І.В., Дацок О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Під час розробки пристроїв реєстрації ЕМГ-сигналів необхідно враховувати ряд їх специфічних особливостей: ЕМГ-сигнали мають малу амплітуду (від 20 мкВ до 2 мВ при максимальному скороченні м'язи), при цьому на корисний сигнал можуть накладатися шуми, амплітуда яких може істотно перевищувати сам ЕМГ-сигнал. Амплітудні характеристики ЕМГ-сигналів для різних м'язів можуть істотно відрізнятися, вони можуть мати різні значення у різних людей [1] – [2].

Для стаціонарного обладнання суттєвим є вплив наведення мережі 50 Гц насамперед тому, що ця частота знаходиться в спектрі корисного сигналу, який має діапазон 20 – 500 Гц. Для приглушення завади від мережі однієї лише фільтрації сигналу виявляється недостатньо.

Під час відведення сигналу від будь-якої групи м'язів мають місце перехресні завади від сусідніх груп м'язів. Таким чином, необхідно максимально знизити взаємний вплив електричної активності сусідніх м'язів один на одного, що досягається шляхом оптимального добору форми електродів, міжелектродною відстанню, вибором точок накладення електродів. Для отримання максимальної амплітуди сигналу електроди накладаються на так звані рухові точки, розташування яких добре відомо [2].

Існуючі бюджетні системи реєстрації поверхневих ЕМГ-сигналів, як правило, побудовані за модульним принципом (наприклад, датчик MyoWare та базовий модуль сімейства Arduino) зі специфічними з'єднувальними елементами, що зменшує рівень завадостійкості вимірювальної системи під час реєстрації слабкої м'язової активності [3]. Побудова вимірювальної системи за принципом «відкритий вимірювальний модуль довільної конфігурації»- «універсальна система збору даних» дозволить оптимізувати вибір параметрів та структури датчика ЕМГ залежно від типу м'язової активності, що реєструється. Також таку систему доцільно використовувати як лабораторний макет для підготовки фахівців апаратних медико-технічних спеціальностей.

Література:

1. Сафин Д. Р., Пильщиков И. С., Ураксеев М. А., Гусев В. Г. Оценка эффективности различных конструкций электродов и усилителей биосигналов в системах управления протезами. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки.* – 2009. №2(10). С. 88 – 101.
2. Дацок О. М., Прасол І. В., Єрошенко О. А. Побудова біотехнічної системи м'язової електростимуляції. *Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання.* Харків: НТУ "ХПІ", 2019. № 13 (1338). С. 165 – 175.
3. Щербак О. Ю., Масленников А. Л., Задорожная Н. М. Система сбора данных поверхностной электромиографии. // *Проблемы и перспективы студенческой науки.* 2018. № 1(3) С. 33 – 34.

ОЦІНКА ЕНТРОПІЇ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ БОЛЮ В ПОПЕРЕКУ

Жемчужкіна Т.В., Носова Т.В., Кощей А.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Біль в попереку (БП) є поширеним видом скелетно-м'язового болю. Серцево-судинні проблеми при хронічних захворюваннях БП вважаються найбільш небезпечними для здоров'я людини. Поверхнева електроміографія (ЕМГ) є досить ефективним методом діагностики захворювань у пацієнтів зі скаргами на БП [1]. Сигнал поверхневої ЕМГ має в цілому нестационарний характер [2]. У зв'язку з чим пропонується використовувати методи нелінійної динаміки для аналізу сигналів ЕМГ [3]-[4]. В [5] автори досліджували часові ряди, породжені електричною активністю м'язів спини здорових людей і з БП з метою розробки інструменту оцінки БП. Ентропія є мірою невизначеності, величиною зворотною до кількості інформації. У теорії інформації ентропія Рен'ї – узагальнення ентропії Шеннона – є сімейством функціоналів, які використовуються в якості міри кількісного різноманіття, невизначеності або випадковості деякої системи. В [5] автори показали залежність ентропії від тривалості часового інтервалу. Для більш тривалих часових інтервалів ентропії демонструють плато. Плато виникає при значенні ентропії значно нижче максимально можливого значення ентропії. Отже, воно не є артефактом способу, яким оцінюють ентропію, а є внутрішньою властивістю часового ряду. Залежність ентропії від часу є потенційним інструментом для диференціювання здорових людей і людей з БП. Значення ентропійного плато вище у здорової людини, ніж у людини з БП. Питання про те, чи є ентропія корисним інструментом діагностики БП, вимагає подальшого дослідження за участю великих груп людей, порівнянних за віком, статтю, індексом маси тіла, тощо.

Література:

1. Designing a biomedical electromyographic complex with a pain level control / Zhemchuzhkina, T.V., etc. – Wójcik, W., Pavlov, S., Kalimoldayev, M. (eds) Information Technology in Medical Diagnostics II, CRC Press, London, 2019, pp. 229-235. <https://doi.org/10.1201/9780429057618-27>.
2. Шпакович, Ю.С., Жемчужкіна, Т.В., Носова, Т.В. К вопросу о применимости методов анализа электромиографических сигналов / Вісник Національного технічного університету "ХПІ", 21 (1243), С. 117-123, 2017. <https://doi.org/10.20998/2411-0558.2017.21.10>.
3. Application of EMG-signal phase portraits for differentiation of musculoskeletal system diseases / Zhemchuzhkina, T.V., etc. – Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2019, 1117632 (6 Nov. 2019); <https://doi.org/10.1117/12.2537338>.
4. Топчий, В.С., Жемчужкіна, Т.В., Носова, Т.В. Статистический анализ показателей фазового портрета ЭМГ-сигнала с целью дифференцирования заболеваний опорно-двигательного аппарата / Міжвузівський збірник "Наукові нотатки", Луцьк, 2018. № 64, С.217-222.
5. Kaufman, M., Zurcher U., Sung P.S. Entropy of electromyography time series / Physica A 386 (2007) pp. 698–707. [doi:10.1016/j.physa.2007.07.045](https://doi.org/10.1016/j.physa.2007.07.045).

СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ДІАГНОСТИКИ ПОРУШЕНЬ НІЧНОГО СНУ У ПАЦІЄНТІВ З ВІДДАЛЕНИМИ НАСЛІДКАМИ ВИБУХОВОЇ ЗАКРИТОЇ ЧЕРЕПНО-МОЗКОВОЇ ТРАВМИ

Забродіна Л.П., Бовт Ю.В.

*Державна Установа «Інститут неврології, психіатрії та наркології
Національної академії медичних наук України»,
м. Харків*

Дана робота присвячена визначенню об'єктивних особливостей зміни внутрішньої організації нічного сну у пацієнтів з віддаленими наслідками вибухової закритої черепно-мозкової травми (ЗЧМТ) з метою призначення своєчасного ефективного лікування, спрямованого на зменшення ризику інвалідизації та покращення якості життя постраждалих. Загальноприйнятою методикою об'єктивного дослідження нічного сну є полісомнографія, що дозволяє здійснювати тривалий моніторинг нейрофізіологічних та кардіореспіраторних показників. Для запису полісомнограми використовували комп'ютерний комплекс «Нейрон-спектр +» з паралельною реєстрацією електроенцефалограми, електроокулограми, електроміограми та електрокардіограми і подальшим розрахунком показників фаз та стадій нічного сну за допомогою програмного забезпечення «Нейрон-спектр-ПСГ». Обстежено 38 пацієнтів, всі чоловіки, середній вік яких склав $39,0 \pm 1,2$ років.

За результатами дослідження пацієнти були розподілені на дві групи з урахуванням ступеня виразності клініко-неврологічної симптоматики (в більшій мірі загально мозкової симптоматики). Визначено, що усі обстежені мали об'єктивні зміни у внутрішній організації нічного сну, виразність яких залежала від ступеня клінічної декомпенсації. Група пацієнтів з підвищеною виразністю клінічної симптоматики склала переважну більшість, а саме 68,4%. Нічний сон пацієнтів цієї групи характеризувався подовженням часу засинання, зменшенням тривалості дельта-сну, зменшенням відсоткової представленості фази повільнохвильового сну в загальній структурі сну, зменшенням числа завершених циклів нічного сну, що свідчить про пригніченість сомногених механізмів мозку. У третини пацієнтів з виразною клінічною декомпенсацією при надмірному подовженні часу засинання (більше 60 хвилин при нормі до 30 хвилин) достовірно ($p \leq 0,05$) збільшувалась тривалість неспання в нічний час доби, зменшувалась тривалість фази повільнохвильового сну, через зменшення тривалості другої стадії сну, скорочувалась тривалість фази швидкого сну, зменшувались загальна тривалість нічного сну та індекс ефективності нічного сну.

Таким чином, було встановлено, що значне зростання латентного періоду першої стадії сну (часу засинання) статистично значимо призводить до порушення механізмів ініціації, реалізації та підтримки як фази повільнохвильового сну, так і фази швидкого сну, що можна розглядати в якості нейрофізіологічного маркера діагностики та прогнозу формування ускладнень травматичного ураження мозку у пацієнтів з віддаленими наслідками вибухової ЗЧМТ.

ТИПИ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ПРИ АНАЛІЗІ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Зибіна К.В.

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків*

Метою роботи – є виявлення та аналіз типів нейронних мереж, що застосовуються для аналізу медичних зображень.

Штучний інтелект та нейронні мережі з великою швидкістю впроваджуються у наше життя. Дуже важливою сферою, в якій здійснюється значний розвиток нейронних мереж - є медицина. Нейронні мережі в медицині дозволяють створювати не просто інформаційні системи, а безпосередньо, експертні системи, що дозволяють виявити та уточнити діагноз пацієнта. Але, велика кількість типів нейронних мереж, та вірогідність помилкового обрання типу нейронної мережі значно сповільнюють процес впровадження нейронних мереж для аналізу медичних зображень.

Для аналізу медичних зображення використовуються такі нейронні мережі:

- нейронна мережа типу GMDH. Оптимальна архітектура нейронної мережі для діагностики медичних зображень автоматично організовується за допомогою нейронної мережі типу GMDH та з великим успіхом виявляє області раку легенів[1];

- мережі типу CNN. Нейронні мережі типу CNN можуть вивчити складні гістологічні зразки із зображень шляхом деконволюції вмісту зображення на тисячі виразних ознак з подальшим вибором та агрегацією найбільш значущих ознак, а потім розпізнати ці зразки у ще небачених зображеннях. Цей тип нейронних мереж використовується для виявлення аденокарциноми легенів, колоректального раку, пухлин молочної залози, для прогнозування результату захворювання та виникнення рецидивів пухлини;

- нейронна мережа SOM - розроблена конкурентна модель навчання для SOM, яка об'єднує пікселі в кластери. Цей конкурентний процес виявляє схожість між пікселями, що призводить до неконтрольованого способу сегментації зображення. Таким чином, можна поставити правильний діагноз без апріорної інформації.

Проведений аналіз типів нейронних мереж дає змогу зрозуміти, що є велика кількість мереж, які вирішують вузькоспеціалізовані питання. Для того, щоб одна нейронна мережа могла ідентифікувати велику кількість захворювань необхідно розробляти нові методи та підходи в побудові та генерації структури нейронних мереж.

Література:

1. Kondo, T. & Ueno, J. Medical image diagnosis of lung cancer by a revised GMDH-type neural network using various kinds of neuron. Artificial Life and Robotics 16, (2011).

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УФ-ДЕРМОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Исаева О.А., Аврунин О.Г.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
г. Харьков*

Предлагается автоматизированная система для анализа изображений ультрафиолетовой (УФ) дерматоскопии, которая применяется в дерматологии и косметологии. Рассматриваются аспекты автоматизированной обработки и анализа УФ-дерматоскопических изображений.

Целью работы является проведение автоматизированного анализа УФ-дерматоскопических изображений. Метод УФ-дерматоскопии позволяет окрашивать участки кожи в зависимости от некоторых патологий. Например, чувствительная кожа в ультрафиолете окрашивается фиолетовым цветом, сухая – ярко-синим, воспаленные участки индицируются белыми зонами, а грибковые поражения и некоторые виды кожных инфекций – в зеленом спектре [1]. Поэтому, целесообразным является разработка автоматизированной системы для сегментации и оценки площадей соответствующе окрашенных областей кожных покровов.

Результаты исследования. Предложенная система состоит из визуализирующего устройства SkinScore [1], данные с которого через регистрирующую цифровую камеру поступают в компьютер для последующего анализа, который заключается в предварительной обработке для устранения локальных помех [2], сегментации – разделения цифрового изображения на области с характерной окраской и подсчета площадей этих областей в автоматизированном режиме. Также целесообразно предусмотреть в системе визуализацию [3] этих областей с учетом наложения исходных изображений и сегментированных изображений.

Вывод. Необходимо предусмотреть калибровку цветовых характеристик регистрирующей камеры, в противном случае изображения будут содержать искажения, связанные с цветовым балансом. Также необходимо применять низкочастотную фильтрацию при предобработке дерматоскопических изображений для улучшения результатов сегментации.

Литература:

1. Isaieva O. A. Video dermoscopy study of the skin / O. A. Isaieva, O. G. Avrunin // Abstracts of 3 International Scientific and Practical Conference Scientific achievements of modern society, Liverpool, United Kingdom. – 2019. – P. 55-62.
2. Avrunin, O. G. Method of expression of certain bacterial microflora mucosa olfactory area / O. G. Avrunin, N. O. Shushlyapina, Y. V. Nosova, W. Surtel, A. Burlibay, M. Zhassandykyzy // Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications. 2015. 98161L (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229074.
3. Книгавко Ю.В., Аврунин О.Г. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации // Технічна електродинаміка, тематичний випуск «Силова електроніка та енергоефективність», частина 1, с.258-261.

ВИДІЛЕННЯ ЧИСЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК В КАРДІОСИГНАЛІ ВИСОКОГО РОЗРІЗНЕННЯ

Кампос-Діас Х.Г., Величко О.М.

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків*

ЕКГ високого розрізнення дозволяє найбільш детально підійти до питання аналізу та опису роботи серцево судинної системи.

Сучасні методи аналізу складних сигналів здебільшого перетворюють первинний сигнал, засовуючи до нього фільтри, математичні похідні або адаптивні пороги, що дозволяє виділяти в ньому характеристики необхідних комплексів або хвиль, але це неминуче веде до втрати корисної інформації.

Нами запропоновано метод на основі вейвлет-аналізу з використанням у сегментації – материнського вейвлету найбільш доречного до окремих зон кардіосигналу. За результатами обчислень було встановлено, що максимуми вейвлетного спектру, що співпадають з максимумами кардіосигналів, спостерігаються на різних масштабах вейвлетних функцій(рис.1).

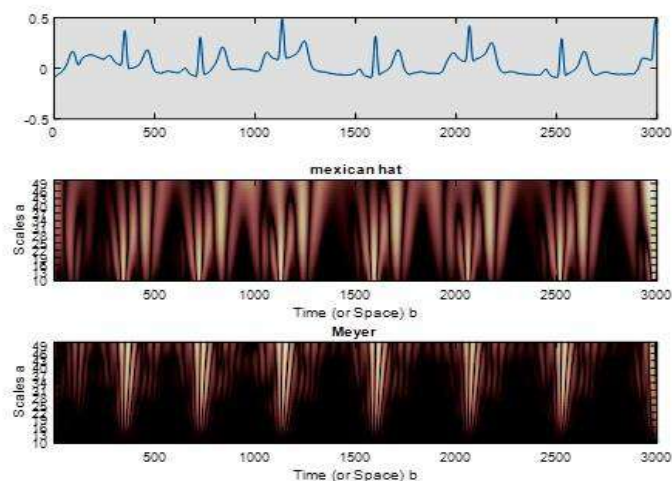


Рисунок 1 – Первинний сигнал ЕКГ та його вейвлет спектри (мекс.капелюх, Майер) на основі двох базисних вейвлетів

Вони не систематизовані, змінюються від циклу до циклу і не можуть бути використані для визначення точного діапазону при пошуку екстремумів[1]. Але використання безперервного вейвлет-перетворення:

$$W_s(a,b) = (s(t), \psi_{ab}(t)) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt$$

З материнським вейвлетом $\psi(t)$ - Морле – демонструє найбільш точну сегментацію числових характеристик в зоні *QRS*, завдяки своїй здатності до комплексних обчислювань розкладеного сигналу.

Література:

1. Burguera, A. (2018), "Fast QRS detection and ECG compression based on signal structural analysis", IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 23, pp. 123-131.

КЛАСИФІКАЦІЯ ДАНИХ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПАЦІЄНТІВ З ДИСФУНКЦІЄЮ СИСТЕМИ ЗГОРТАННЯ КРОВІ МЕТОДОМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

Кириленко Ю. А., Перова І. Г., Дацок О.М.

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків*

У даній роботі розглянуто програмну реалізацію методу кластеризації медичних даних з їх візуалізацією для своєчасної діагностики порушень системи згортання крові.

Гемостаз є однією з основних життєзабезпечуючих систем, яка призначена для збереження рідкого стану циркулюючої крові і протидії її втрати за допомогою механізму згортання. Порушення системи згортання крові одне з найбільш небезпечних патологічних станів, що зустрічається у практичній медицині.

У роботі використовуються кількісні характеристики результатів плазмового гемостазу, загально-клінічного аналізу та часу згортання крові 79-ти пацієнтів. Показниками, що впливають на результат є 23 кількісні характеристики: протромбіновий час (ПЧ), протромбіновий індекс (ПТ), міжнародне нормалізоване відношення (МНО), активований частковий тромбoplastиновий час (АЧТЧ), тромбіновий час (ТЧ), фібриноген, кількість тромбоцитів, середній обсяг тромбоцитів, тромбокрит, час згортання крові (початок і кінець появи згустку), під час додавання різної концентрації індуктора АДФ (50 мкл, 25 мкл, 12,5 мкл): ступінь агрегації тромбоцитів, швидкість агрегації тромбоцитів за 30 сек, час агрегації тромбоцитів, наявність/відсутність дезагрегації тромбоцитів (процес, зворотний агрегації).

Для класифікації даних лабораторних досліджень пацієнтів з дисфункцією системи згортання крові та виявлення відповідної структури в них застосовано метод кластерного аналізу, що дозволяє розподіляти об'єкти не по одному параметру, а по цілому набору ознак. Метод було реалізовано на об'єктивно-орієнтованій мові програмування Python.

При побудові даних в просторі трьох головних компонент було отримано три кластери, до яких віднесено 3 групи із чітким розподілом. Виділено групу пацієнтів, що мають серйозні порушення системи згортання крові.

Література:

1. S. M. K. Mahmoud, I. Perova, I. Pliss, Multidimensional neo-fuzzy-neuron for solving medical diagnostics tasks in online-mode // Journal of Applied Computer Science, 2017, Vol. 25, № 1, pp. 39 – 48
2. Engelmann, B. Intravascular tissue factor pathway – a model for rapid initiation of coagulation within the blood vessel / B. Engelmann [et al.] // Thromb. Haemost. – 2003. Vol. 89. pp. 3 – 8.
3. Дюк В., Эмануэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. СПб.: Питер, 2003. 528 с.

АЛГОРИТМ КОРРЕКЦИИ УРОВНЯ ГЛИКЕМИИ ПРИ ДИАБЕТЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Кифоренко С.И., Васильев И.Ю., Орленко В.Л., Иваськива Е.Ю.
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАНУ, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Институт эндокринологии и обмена веществ им. В. П. Комиссаренко НАМНУ, г. Киев

Диабет – тяжелое распространенное эндокринное заболевание, связанное с дефицитом секреции инсулина в организме, следствием которого есть высокая концентрация глюкозы и ее существенная вариабельность, являющиеся ведущими факторами сосудистых осложнений, приводящих к ранней инвалидизации и смертности. Для компенсации утраченной инсулярной функции в практике лечения диабета широко используется базисно-болюсная инсулинотерапия, требующая регулярных измерений уровня гликемии.

В настоящее время существуют портативные носимые устройства инфузии инсулина в подкожную клетчатку (инсулиновая помпа), в которых реализован базисно-болюсный алгоритм программного управления разомкнутого типа с двумя режимами: 1) постоянная инфузия, имитирующая скорость секреции инсулина поджелудочной железой; 2) болюсный режим, имитирующий пищевую секрецию инсулина. В этом случае необходимы дискретные измерения глюкозы с помощью глюкометра.

Такой дискретный контроль востребован, но теряет свою актуальность, в связи с появлением на рынке устройств непрерывного мониторинга глюкозы (НМГ). Устройство такого типа является необходимым модулем при разработке систем автоматического управления уровнем гликемии с обратной связью, имеющее в своей структуре чувствительный сенсор (датчик измерения глюкозы), контроллер для обработки измерений и исполнительное устройство инфузии инсулина в подкожную клетчатку. Эта система сложна в реализации и содержит ряд погрешностей, связанных с неточностью измерений глюкозы, с запаздыванием, с работой исполнительного устройства, которое может не точно реализовывать скорость инфузии инсулина.

Для учета этих особенностей разрабатываются специальные адаптивные алгоритмы, которые меняют свои параметры на каждом такте управления по мере поступления информации о текущих измерениях, на которых неизбежно сказывается весь комплекс неучтенных случайных погрешностей и возмущений, заставляя систему работать в условиях неопределенности.

В работе сообщается о разработке адаптивного алгоритма управления с использованием в контуре обратной связи прогнозирующей модели, перестраивающейся по мере поступления текущих измерений. Для упрощения процедуры адаптации в прогнозирующую модель включено дополнительное алгоритмическое возмущение. Алгоритм испытан в имитационном эксперименте и показал эффективность гибкого регулирования с элементами адаптации в процессе управления.

ПРИСТРОЇ ДЛЯ РОБОТИ ЗІ СЛАБОЗОРИМИ ТА СЛПИМИ ЛЮДЬМИ

Кіряк А.О., Петренко А.В., Авер'янова Л.О.

***Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків***

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я у світі існує 1,3 мільярда людей з порушенням зору (у тому чи іншому ступеню). Варто пригадати, що 70% інформації людина отримує завдяки зору [1]. Саме ця властивість людського тіла допомагає орієнтуватися у просторі, спілкуватися, читати та малювати.

Основна проблема підбору адекватного обладнання для інклюзивних людей у тому, що хвороб та відхилень дуже багато, тож обладнання в ідеальному варіанті підбирається індивідуально.

Перш за все на Айфонах та Андроїдах є спеціальні додатки або налаштування, які допомагають змінити фон, збільшити шрифт та ін.

Деякі моделі настільних луп, наприклад MagnelinkZip, не тільки збільшують предмет, розміщений між камерою та столом майже у 40 разів, а ще й мають рухливу платформу (переміщається у напрямку осей X та Y з регульованим ступенем вільності), має декілька фільтрів (зелений, синій, червоний, жовтий, чорно-білий) та спеціальну полосу (яка допомагає відокремлювати строку або потрібну область на екрані у горизонтальному та вертикальному напрямках) [2]. За допомогою такого апарату зараз у Харківському спеціальному навчально-виховному комплексі імені В. Г. Короленка проходить серія дослідів, які допоможуть з'ясувати кількість дітей, яким допоможе взаємодія з таким приладом.

Прилад HaptImage використовує новий алгоритм для перетворення цифрових зображень у фізичне відчуття, яке імітує потенційну поверхню потрібного об'єкта. У пристрою є спеціальний джойстик у вигляді ручки, який при переміщенні по досліджуваному простору створює вібрації і опір, які відповідають формі та текстурі цифрового об'єкта. Подібні апарати можуть суттєво змінити ситуацію з інклюзивною освітою в Україні та допомогти багатьом людям зі спеціальними потребами вдало та швидко адаптуватися до сучасних реалій, покращити якість їх життя та, можливо, надати їм можливість для творчості або самовдосконалення.

Література:

- 1) Phys.org [Електронний ресурс]: служба новин науки, досліджень і технологій. - Електрон. текстові дан. – режим доступа: <https://phys.org/news/2018-03-uncovering-secrets-human-body-perception.html>
- 2) Vision Aware [Електронний ресурс]. - Електрон. текстові дан. – режим доступа: <https://www.visionaware.org/info/options-for-reading-print/5>

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ КАПИЛЛЯРОСКОПИИ

Ковалева А.А., Аврунин О.Г.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
г. Харьков*

В данной работе предлагается автоматизированная система для определения таких характеристик микроциркуляторного русла как плотность капиллярной сети и скорость кровотока в капилляре [1]. Для системы компьютерной капилляроскопии предложены методы калибровки и сегментации изображений микрососудов.

Целью данной работы была разработка автоматизированной системы обработки изображений при капилляроскопическом исследовании.

В состав предложенной системы входят размещенные в корпусе регистрирующая камера с оптической системой и системой освещения области исследования. На основании корпуса капилляроскопа установлен ложемент с фиксатором пальца руки. Приемником изображений является полноцветная цифровая камера, соединенная с компьютером через интерфейс USB-2.0. Сложность капилляроскопической картины и невозможность полной формализации зрительного восприятия обуславливает необходимость проведения интерактивных операций. Метод требует обязательной калибровки и компенсации геометрических искажений на выходных изображениях. Применение цифровых камер со сравнительно низким телевизионным разрешением приводит к появлению муар-эффекта и необходимости его компенсации низкочастотной фильтрацией, что снижает резкость изображения [2]. Необходимо в перспективе использовать камеры высокого разрешения с интерфейсом USB-3.0. Сегментацию изображений капилляров целесообразно проводить по априорным данным с учетом информации о преобладании красного канала при отображении капилляров и последующей логической постобработкой. Скорость капиллярного кровотока возможно экспериментально определять путем анализа зафиксированных видеофрагментов с визуализацией движения эритроцитов по капиллярам [3]. Измеряя длину капилляра и количество кадров в видеопоследовательности при перемещении помеченного эритроцита при известной длительности кадров, возможно определять линейную скорость кровотока. Перспективой работы является разработка метода получения данных о микроциркуляции на основе оптической капилляроскопии с максимальной степенью автоматизации и комплексного использования как визуальных, так и функциональных методов исследования, например, пульсоксиметрии, с формированием диагностических заключений о состоянии локального кровотока.

Литература:

1. Jung P, Trautinger F. Capillaroscopy. J Dtsch Dermatol Ges 2013;11:731–6.
2. Книгавко, Ю.В. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин // Журн. Технічна електродинаміка. – 2010. – С. 258-261. 2.
3. Milnor WR. Hemodynamics. Second. Baltimore: Williams and Wilkins; 1989.

ОСНОВНІ ТИПИ ТЕПЛОВІЗОРІВ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ

Кокорев А.Е., Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

За останні десятиліття ІЧ-датчики отримали широке застосування у різних галузях науки та техніки. У даній роботі ми розглядаємо третє, останнє, покоління тепловізорів. Описані принципи розташування таких датчиків та види матриць, які в них використовуються. Також розглядаються застосування тепловізорних методів у медичній діагностиці.

Принцип дії сучасних тепловізорних приладів заснований на перетворенні ІЧ випромінювання об'єктів у видиме зображення. При цьому різниця температур об'єкта кодується різними кольорами. Більшість тепловізорів працюють в діапазонах 3-5 мкм і 8-14 мкм (вікна прозорості атмосфери для ІЧ випромінювання)[1]. Існує два основних типи ІК приймачів, які використовуються в тепловізорах.

Фотонні приймачі

У таких приймачах чутливі елементи складаються з напівпровідників різних типів, поєднаних з металами. Принцип їх роботи заснований на поглинанні фотонів носіями заряду, що веде до появи фотоструму [2]. Для роботи такого типу сенсорів необхідно охолодження матриць. Для цього використовується рідкий азот ($T = 75-80$ К) або елементи Пельтьє ($T = 150-250$ К) [1].

Мікроболометричні приймачі

Принцип дії цих детекторів заснований на зміні опору матеріалу при зміні його температури. Матеріалами можуть слугувати як метали, так і напівпровідники (термістори). Найбільш широко використовують матриці з кремнію і оксидів ванадію [2].

Застосування тепловізорів в медицині

Тепловізорна діагностика застосовується в різних областях медицини: при діабетичній ангіопатії, атеросклерозі, в спостереженні приживлення пересаженої шкіри і багатьох інших. Існують два класи тепловізорних методів: статичні і динамічні. Перші засновані на аналізі поодиноких тепловізорних знімків, другі - на послідовності тепловізорних знімків [1].

До динамічних методів відносяться: імпульсний метод (PT- Pulsed Thermography), активний динамічний метод (ADT - Active Dynamic Thermal IR-Imaging), тау - метод (τ - technique), метод теплової томографії (TT- Thermal Tomography) [2].

Література:

1. Скрипаль А. В. Тепловизионная биомедицинская диагностика : учеб. пособие / А. В. Скрипаль, А. А. Сагайдачный, Д. А. Усанов. – Саратов, 2009. – 118 с.
2. Иваницкий Г. Р. Современное матричное тепловидение в биомедицине / Г. Р. Иваницкий // Успехи физических наук. – 2006. – № 126(11). – С. 1293–1320.

НИЗЬКОІНТЕНСИВНЕ ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ ММ ДІАПАЗОНУ З ШУМОВИМ СПЕКТРОМ В БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ

Куліш С.М., Волошин Ю.А.

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», м. Харків*

Підвищення ефективності лікування при зниженні застосування системних ліків, які мають виражені побічні дії пов'язано з більш широким втіленням в медичну практику нових фізіотерапевтичних технологій. Особливістю фізіотерапії останні роки є значні успіхи в дослідженні впливу електромагнітного випромінювання (ЕМВ) на живі організми, а також розробка нових немедикаментозних методів лікування і профілактики широкого спектру захворювань[1-3].

Особливо інтенсивно проводяться роботи з дослідження механізму впливу електромагнітного випромінювання нетеплової інтенсивності на біологічні об'єкти і такі технології отримали назву інформаційно-хвильова терапія.

В роботі розглянуті питання пов'язані з дослідженням та розробкою медичних апаратів генеруючих ММ хвилі нетеплової інтенсивності, запропоновано електронний пристрій побудований на генераторі іскрового розряду. Також отримані кількісні якісні характеристики генератора.

Область впливу низькоінтенсивного (нетеплого) ЕМВ має границі порядку: нижня – 10^{-3} Вт/(см³Гц), верхня - 10^{-18} Вт/(см³Гц); в діапазоні 58-70ГГц з неоднорідністю $\pm 6-7$ дБ. Згідно з оцінками рівень власних шумів біологічного об'єкту для вказаного діапазону частот складає близько 2×10^{-18} Вт/(см³Гц), для досягнення необхідної щільності потужності в генераторі запропоновано діелектричний хвилевід.

Генератор призначений для неінвазивного локального впливу електромагнітного випромінювання нетеплової інтенсивності ММ діапазону на біологічні активні точки в лікувальних цілях, а також профілактичних і може застосовуватись профілактично-лікувальних закладах, санаторіях, спортивній медицині, кабінетах психологічного розвантаження.

Література:

1. Девятков Н.Д. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / Н.Д. Девятков, М.Б. Голант, О.М. Бецкий. – М.: Радио и связь, 1991, - 168 с.
2. Колбун Н.Д. Проблема биоинформационных взаимодействий: миллиметровый диапазон волн / Н.Д. Колбун, В.Е. Лобарев. // Кибернетика и вычислительная техника. 1988. – Вып. 78. – С. 94-99.
3. Теория и практика информационно-волновой терапии. Научно-практическое руководство / Под общ. ред. Н.Д. Колбуна. – К.: «Биополис», 1996. – 272 с.

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА УНІВЕРСАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА ПРИКЛАДІ ФАЙЛОВОГО СХОВИЩА

Лавренів Д.В., Філатова Г.Є.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

В сучасній ІТ-індустрії при розробці програмних продуктів велика кількість роботи виконується так, що архітектура кожного продукту реалізована повністю під потреби конкретних вимог. Але такі розробки дуже складно, а іноді і не можливо розширювати або переносити архітектурні рішення між продуктами. Через це розробники виконують багато зайвої роботи, створюючи архітектуру повторно кожний раз.

Для рішення даної проблеми було розроблено систему на прикладі файлового сховища. В даному прикладі система використовує мову JavaScript для функціонування інтерфейсу користувача, що дозволяє легко розробити її та використовувати у багатьох сучасних браузерях.

Для коректної роботи, можливості розширення та легкої розробки інтерфейс створений на основі архітектурних патернів MVP та REST, налагоджено роутінг та створено систему обміну повідомлень між компонентами сторінки. Це дозволяє легко створювати нові сторінки та контролювати дані, розробляти модулі програми та сервісів, які не залежать один від одного, що дає можливість легкого розширення програми, зміни функціоналу чи навіть видалення зайвих модулів без втрати працездатності системи. Presenter (Представник) відображає тільки одну сторінку і реалізує всю бізнес-логіку для неї завдяки патерну MVP. Кожний такий представник діє незалежно від інших, кожна сторінка не залежить від інших сторінок. Якщо розробник хоче розширити інтерфейс користувача, він повинен лише створити сторінку та представника для надання їй функціональності, а також додати його у схему роутінгу для коректної маршрутизації між сторінками.

Інтерфейс користувача зв'язаний з серверною частиною за допомогою декількох REST Endpoint (кінцевих точок). Кожна така кінцева точка відповідає за конкретну дію серверної частини. Завдяки цьому вдалося досягти атомарності та цілісності операцій при роботі з базою даних. Кожна окрема операція інтерфейсу користувача зв'язана тільки з однією кінцевою точкою, тому неможливо щоб невірні дані відправлялися на точки, які не призначені для цих даних. Це все призводить до того, що система також стає безпечною для даних користувача, відмовостійкою через атомарність операцій та архітектуру, яка реагує однаково коректно як на правильні, так і на неправильні дії користувача.

Таким чином була запропонована архітектура інтерфейсу користувача універсальної системи на прикладі файлового сховища, яка легко розширюється, має незалежні модулі, що дозволяє створювати різні програмні продукти на основі розробленої архітектури.

МОДУЛЬ АНАЛІЗУ ТЕРМОГРАМ ГРУДНИХ ЗАЛОЗ ЧОЛОВІКІВ

Лебедев В.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

За даними статистичних досліджень лише 34% чоловіків звертаються до лікаря, якщо відзначили у себе зміни у грудній залозі, а найчастішим симптомом є наявність пухлини. Завдяки анатомічним особливостям та близькості до шкірного покриву, а також відносно невеликим розмірам, масі та об'єму паренхіми грудної залози у чоловіків, пухлинний вузол можливо визначити уже на ранніх стадіях розвитку злоякісного новоутвору.

Новий підхід до діагностики новоутворень грудних залоз – динамічна термографія, оскільки дозволяє реєструвати процес зміни температури відносно часу, аналізувати реакції на різні температурні впливи і використовувати ці дані як додаткові діагностичні критерії. Методика неінвазивна, високоінформативна та легко може бути застосована на практиці. Під час дослідження грудних залоз порівнюють симетричні ділянки в квадрантах; у нормі різниця температур не повинна перевищувати $0,5^{\circ}\text{C}$, наявність гіпертермічних ділянок свідчить про розвиток патологічних процесів, градієнт температур може досягати $3-5^{\circ}\text{C}$.

Аналіз та інтерпретація отриманих термограм найчастіше є суб'єктивним процесом, що накладає серйозні обмеження на правильність встановлення діагнозу [1]. Саме тому зростає необхідність у розробці автоматизованих систем обробки та аналізу термограм [2]. З цією метою був розроблений програмний модуль аналізу термограм грудних залоз чоловіків, котрий складається із шести послідовних блоків і ґрунтується на алгоритмах сегментації та розпізнаванні образів з урахуванням типу зображень (рис.1).

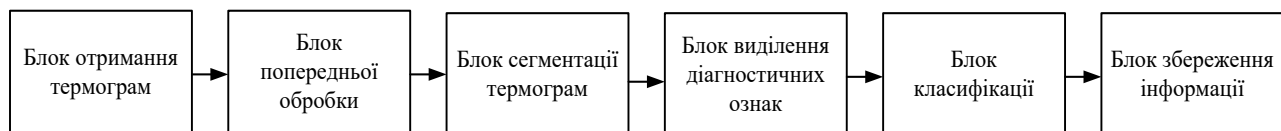


Рисунок 1 – Структурна схема програмного модуля аналізу термограм

Розробка та вдосконалення сучасних методів і програмних засобів обробки й аналізу термозображень буде сприяти широкому застосуванню автоматизованої діагностики пухлин грудних залоз чоловіків у клінічній медицині [1, 2].

Література:

1. Лебедев В. В. Автоматизированная обработка трихоскопических изображений / В. В. Лебедев, К. Г. Селиванова // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 195 - 196
2. Хусамелдин Атеф Бриєф Башир Разработка программного средства обработки ангиографических изображений / Атеф Хусамелдин Бриєф Башир, К. Г. Селиванова // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: 19-й Международный молодежный форум, Том 1.: материалы конф. – Х., 2015. – С. 142-143.

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ

Малахова О.Ю., Носова Т.В., Жемчужкіна Т.В.

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків*

Понад 10% населення України щорічно потрапляють в число людей, які потребують реабілітації. За визначенням ВООЗ, реабілітація – комплекс заходів, необхідних в тих випадках, коли людина стикається або може зіткнутися з функціональними обмеженнями в повсякденній діяльності. Одним із прикладів реабілітаційного процесу є виконання комплексу фізичних вправ. Так, розробка єдиної системи діагностики опорно-рухового апарату (ОРА) в процесі ходьби необхідна і є однією з головних задач нашого дослідження. Опорно-руховий апарат – складний комплекс, що забезпечує тілу опір, рухову активність всіх частин тіла і можливість пересування в просторі.

Для діагностики стану ОРА вже використовуються наступні апаратно-програмні комплекси (АПК): АПК на базі вібродатчиків, комплекс БОС Кінезис ТОВ НМФ «Нейротех», опорно-руховий комплекс Амалтея «Тонус». Істотним недоліком представлених АПК діагностики стану ОРА є використання лише одного методу дослідження [1].

У систему діагностики ОРА під час ходьби важливо включити різні методи для отримання найбільш повної оцінки результату реабілітаційного процесу. До таких методів можна віднести: гоніометрію; подографію; електроміографію [2] - [3]; 3D сканування [4]; вимір частоти серцевих скорочень.

Необхідною є розробка системи діагностики ОРА під час ходьби, яка дозволить детально і всебічно вивчити порушення в його роботі та знайти оптимальні шляхи для вирішення проблем, що виникають в процесі реабілітації шляхом використання розглянутих методів діагностики.

Література:

1. Жемчужкіна, Т.В. Разработка биотехнической электромиографической системы / Т.В. Жемчужкіна, Т.В. Носова, В.В. Семенец // Наука та виробництво : зб. наукових праць / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, 2019. – Вип. 20. – С. 162–169.
2. Статистичний аналіз спектральних характеристик ЕМГ-сигнала з ціллю диференціювання поперекових болей / Т.В. Жемчужкіна, Т.В. Носова, Я.В. Носова, О.В. Губанов, Д.Р. Дуплій, І.В. Котульський // Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал. – 2015. – № 2 (85). – С. 105–108
3. Анализ электромиографического сигнала для контроля усталости мышц в режиме реального времени / В.С. Чумак, Е.А. Чугуй, Т.В. Носова, Т.В. Жемчужкіна // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т.1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 243 – 244.
4. Книгавко, Ю.В. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин // Журн. Технічна електродинаміка-2010. – С. 258-261.

ВОЗМОЖНОСТИ НАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НАРУШЕНИЙ НОСОВОГО ДЫХАНИЯ

Мелле В.¹, Носова Я.В.², Тимкович М.Ю.², Аврунин О.Г.²

¹Университет им. В. Лейбница, м. Ганновер, Германия,

²Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков

Рассматриваются возможности натурального моделирования при исследовании нарушений носового дыхания с помощью тестирования на аэродинамическом стенде натуральных моделей верхних дыхательных путей, изготовленных с помощью методов быстрого прототипирования.

В настоящее время является высокой актуальность диагностики нарушений носового дыхания и компьютерного планирования функциональных ринохирургических вмешательств [1, 2]. Это подтверждается приоритетными направлениями исследований исследовательских программ Европейского союза и, в частности, реализацией совместного Украина-Немецкого научного проекта «3D-Model». Внедрение технологий быстрого прототипирования для моделирования верхних дыхательных путей в норме и при некоторых патологиях», в рамках которого проводится исследование.

В рамках этого проекта поведутся исследования, направленные на изучение адекватности аэродинамических моделей, и как следствие, научных представлений о влиянии внутриносовых структур на коэффициент сопротивления воздушному потоку при дыхании [3, 4]. Натурные модели верхних дыхательных путей изготавливаются по данным рентгеновской компьютерной томографии реальных пациентов с помощью технологий 3D-печати из материалов, которые соответствуют ригидности внутриносовых образований внутреннего и эластичности структур наружного носа.

Предлагается сравнительная оценка аэродинамических характеристик полученных натуральных и математических моделей для оценки влияния анатомических особенностей носовой полости на показатели воздушного потока при дыхании.

Литература:

1. Носова, Я. В. Определение микрохарактеристик воздушного потока в носовой полости при дыхании / Я. В. Носова, О. Г. Аврунин, Х. И. Фарук // Вестник НТУ «ХПИ», Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 16 (1292). – С. 122-127. – doi:10.20998/2413-4295.2018.16.19

2. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання: монографія / О.Г. Аврунін, Є.В. Бодянський., В.В. Семенець, В.О. Філатов, Н.О. Шушляпіна. – Харьков: ХНУРЕ, 2018. – 125 с

3. Аврунин О.Г. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках / О.Г. Аврунин, Я.В. Носова, С.А. Худаева // Тези доповіді 5-й Всеукраїнської науково-практичної конференції «Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні». – 2018. – С. 117–119.

4. Avrunin O.G., Nosova Y.V., Paliy V.G., Shushlyapina N.O. Kalimoldayev M., Komada P. Study of the air flow mode in the nasal cavity during a forced breath. Proceedings Volume 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017; 104453H.

ВОЗМОЖНОСТИ 3D СКАНИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ПЛАСТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Московская А.М., Ибрагим Юнусс Абделхамид, Носова Я.В.

Харьковский национальный университет радиоелектроники, г. Харьков

Рассматриваются возможности современных технологий 3D сканирования для планирования пластических операций в эстетической и реконструктивной медицине. Проводится обоснование необходимости учитывать биофизические характеристики модифицируемых тканей для реалистичного виртуального моделирования пластических оперативных вмешательств.

Целью работы является изучение возможностей современных технологий пространственного сканирования поверхностей для создания виртуальных пространственных моделей анатомических объектов и использование их при планировании пластических вмешательств.

Результативность пластической операции не в последнюю очередь зависит от факторов, связанных с анатомическими особенностями и биофизическими свойствами тканей оперируемой области [1, 2]. При этом, одним из важнейших является эстетический результат операции, связанный с обеспечением определенных общепринятых показателей, таких как гладкость поверхности, асимметрия анатомических участков, характерных для определенного типа вмешательства и оперируемой области [3, 4]. Методы компьютерного планирования хирургических вмешательств позволяют обеспечить прогнозирование результатов операции на основе адекватного виртуального пространственного моделирования. Появление в последние несколько лет технологий воссоздания поверхностей с помощью 3D-сканирования позволяет получить пространственные данные об исследуемой анатомической области в виде полигональной сетки, или облака точек и с фотографической точностью воссоздать текстуру поверхности сканируемого объекта. Главной задачей при реалистичном моделировании хирургических вмешательств и является разработка методов для объединения геометрических данных и биофизических свойств поверхности оперируемых структур.

Литература:

1. Аврунін О.Г., Безшапочний С.Б., Бодяньський Є.В., Семенець В.В., Філатов В.О. Інтелектуальні технології моделювання хірургічних втручань. – Харків : ХНУРЕ, 2018. – 224 с.
2. Аврунин О.Г., Шамраева Е.О. Реконструкция объемных моделей черепа и имплантата по томографическим снимкам // Системы обработки информации: сб. наук. пр. – Х.: ХУПС, 2007. – Вып. 9 (67). – С. 137-140.
2. Книгавко, Ю.В. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации / Ю.В. Книгавко, А.Г. Аврунин // Журн. Техническая электродинамика.- 2010.- С. 258-261.
4. Книгавко Ю.В. Расчет функциональных параметров, определяющих показания к проведению ринопластики / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин, Х. Фарук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 2/10 (62). – С. 24 – 27.

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ ТРЕНУВАЛЬНО-РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Носова Т.В., Жемчужкіна Т.В., Резуненко К.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Сьогодні гостро стоїть проблема людей з обмеженими можливостями, які втратили функціональність кінцівок. Зовнішні пошкодження можуть бути наслідком аварії, військових дій, хірургічних ампутацій через запущені стадії хвороб, опіків чи відморожень, а також вроджених патологій [1]. Завдання соціально-реабілітаційних закладів полягає в тому, щоб допомогти пацієнтам, які втратили функціональність кінцівок, навчитися користуватися протезом та соціально адаптувати пацієнта [2] - [4]. В зв'язку з цим постає питання стосовно розробки системи реабілітації пацієнтів з обмеженими можливостями. Складність цього завдання полягає в тому, що початковий стан кукси у кожного пацієнта носить індивідуальний характер і вимагає аналізу [4], на підставі якого є можливість розробити методіку реабілітації, а також проводити контроль у процесі відновлення [3], [5].

Таким чином, необхідно розробити систему тренувань для реабілітації пацієнтів, яку слід використовувати в період відновлення м'язової активності верхніх кінцівок пацієнта. Методологічний компонент повинен включати в себе декілька наборів тестів для розвитку дрібної моторики, що враховують використання різних форм і текстур тестових об'єктів, а також перетворення в бальну оцінку якості (правильності) виконання тестів. оцінити хід реабілітації. Така система повинна складатися з трьох модулів. Перший модуль є апаратним, другий модуль є лікувальний, третій модуль – так званий «бізіборд».

Література:

1. Проблемы инклюзивного образования / В.В. Семенец, О.Г. Аврунин, Т.В. Носова, Я.В. Носова // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: Соціальні комунікації. – 2014. – Вип. 6. – С. 23-27.
2. Аврунин О.Г. Применение виртуальных тренажеров в лабораторном практикуме при дистанционном обучении / О.Г. Аврунин, Я.В. Носова // Проблеми теорії та практики дистанційної освіти в Україні. Матеріали міжвузівської конференції 19 жовтня 2012р. – Харків: Харк. нац. ун-т будів. та архіт., 2012. – С. 6-10.
3. Носова Т.В. Автоматизированный контроль усталости мышц конечностей спортсменов / Т.В. Носова, Т.В. Жемчужкина, В.В. Семенец. // Тези доповіді 5-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Здоров'я нації і вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні». – Харків, 2018. – С. 130–132.
4. Статистический анализ спектральных характеристик ЭМГ-сигнала с целью дифференцирования поясничных болей / Т.В. Жемчужкина, Т.В. Носова, Я.В. Носова и др. // Бионика интеллекта. – 2015. – №2 (85). – С. 105-108.
5. Губанов А.В. Модуль обработки электромиографических данных / А.В. Губанов, Т.В. Жемчужкіна, Т.В. Носова, Я.В. Носова // XIII Міжн. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених «Шевченківська весна 2015: Радіофізика. Електроніка. Комп'ютерні системи» – Київ. – 2015. – С. 81-83.

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ 3D СКАНУВАННЯ В ЕСТЕТИЧНІЙ МЕДИЦИНІ

Овчаренко К.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Розглядаються можливості застосування даних 3D сканування в естетичній медицині. Пропонується розробка програмного забезпечення для модифікації тривимірних моделей при використанні в естетичній медицині.

Тривимірне сканування з'явилося ще кілька десятиліть тому, але сьогодні завдяки швидкому технічному прогресу така методика отримання інформації про об'єкт стає все більш популярною та технологічною. Для тривимірного сканування використовується спеціальний пристрій – 3D сканер. Ці сканери мають багато різновидів: від контактних до безконтактних, від лазерних до оптичних. Принцип роботи тривимірного сканеру зводиться до аналізу поверхні досліджуваного предмету тим чи іншим методом та створення тривимірної моделі об'єкту завдяки отриманим координатам [1, 2]. Сучасні технології створення 3D сканерів дозволяють зробити цей пристрій настільки невеликим, що він може легко поміститися навіть у смартфоні. Яскравим прикладом є технологія FaceID від компанії Apple, яка використовує інфрачервоне випромінювання для сканування обличчя користувача: інфрачервоний проектор створює 30 000 точок, які потім фіксуються інфрачервоною камерою та перетворюються у математичну модель.

Тривимірне сканування використовується в багатьох галузях медицини, при протезуванні, в ортопедії, косметології, стоматології, естетичній медицині [3]. В даній роботі розглянуто питання використання тривимірних сканерів в естетичній медицині та варіантів розробки методу аналізу даних сканування.

Метою роботи є розробка програмного забезпечення для пацієнта та лікаря, яке буде обробляти дані сканування, зберігати у зручному форматі та відправляти результат лікарю для подальшого аналізу.

Література:

1. Книгавко, Ю. В. Система компьютерного планирования пластических вмешательств на лице человека методом объемной деформации / Ю. В. Книгавко, О. Г. Аврунин // Функциональная база нанoeлектроники : сб. науч. тр. V Междунар. науч. конф., 30 сент. – 5 окт. 2012 г. – X. ; Казивели : ХНУРЭ, 2012. – С. 302–305.
2. Бажан О. В. Використання технологій віртуальної реальності в пластичній хірургії / О. В. Бажан, О. Г. Аврунін, М. Ю. Тимкович // I Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів «Авіація, промисловість, суспільство», Кременчук. - 2018. - С.184.
3. Книгавко Ю.В., Аврунин О.Г. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации // Технічна електродинаміка, тематичний випуск «Силова електроніка та енергоефективність», частина 1, с. 258-261.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ БАЗОВИХ ТОЧОК ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЗА НАСТАНОВОЮ 00069 «ГІПЕРТЕНЗІЯ: ОБСТЕЖЕННЯ ТА СТАРТОВЕ ЛІКУВАННЯ»

Пезенцалі Г.О., Коваленко О.С.

Міжнародний науково-навчальний центр

інформаційних технологій і систем НАН України та МОН України, м. Київ

Задачу підтримки прийняття рішень лікаря на основі затверджених МОЗ медико-технічних документів (МТД) ускладнено оновленнями бази таких документів. Взявши за основу МТД [1], розробимо методику визначення базових точок прийняття рішень (ПР) для подальшого розроблення інформаційної підтримки лікарів. Для цього побудуємо попередній узагальнений процес дій в нотатції BPMN, де дії з нормованим ПР відповідають тематичним розділам [1], а також уведено дію з призначення лікування (рис.1).

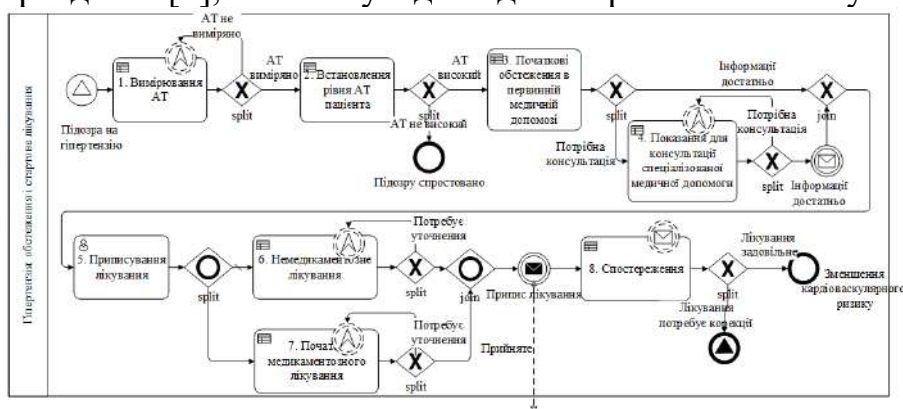


Рис.1. Попередній узагальнений процес обстеження та стартового лікування гіпертензії відповідно до [1]

Маємо 8 потенційних точок ПР, які відповідають конкретним підпроцесам: 1) Вимірювання АТ; 2) Встановлення рівня АТ пацієнта; 3) Початкові обстеження ПМД; 4) Показання для консультацій спеціалістів 5) Призначення лікування; 6) Немедикаментозне лікування; 7) Початок медикаментозного лікування; 8) Спостереження. Сім із них розглядатимемо як такі, для яких потенційно можливо описати певні бізнес-правила на основі [1]. У найпростішому випадку ПР завершується вибором між двома дихотомічними рішеннями, представленими розгалуженням «виключне або» (попередній вибір – між «вирішено» і «потребує уточнення»). Рішень може бути більше, тож постає задача визначити простір рішень для кожної точки (що супроводжуватиметься уточненням моделі), після чого описати правила вибору рішень. Складний випадок – прийняття комплексного рішення, яке може бути комбінованим, чи з невизначеним простором рішень. Так, для 5) не можливо описати бізнес-правила на основі [1]. В моделі це відображує підпроцес, який лікар виконує власноруч. Далі треба вибрати, які з точок формалізувати для систем інформаційної підтримки ПР, і розробити для них моделі рішень DMN.

Література:

1. Настанова 00069. Гіпертензія: обстеження та стартове лікування. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://guidelines.moz.gov.ua/documents/2918?id=ebm00069&format=pdf>

МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ГЕМОСТАЗУ

Пічка К.М., Дацок О.М.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків

Дослідження системи гемостазу має першочергове значення для діагностики різних типів кровоточивості, тромбоемболічних синдромів, тромбофілітичних станів і процесів ДВЗ крові, в тому числі при критичних станах. Динамічний контроль за гемостазом необхідний також при проведенні антитромботичної терапії в процесі консервативного і хірургічного лікування серцево-судинних захворювань, ішемій та інфарктів органів, різноманітних акушерських ускладнень і хвороб новонароджених.

Основними проблемами під час контролю якості досліджень гемостазу є те, що показники є досить варіабельними, діапазон норми та патології досліджень регламентується виробниками реагентів, методи досліджень коагулограми мають не досить високу аналітичну якість.

Дослідження проводились на приладі LabAnalyt-610, що є напівавтоматичним аналізатором згортання крові із чотирма аналітичними каналами; він використовує метод дуальних магнітних частинок для визначення часу коагуляції компонентів крові. Використовуючи реагенти, аналізатор може визначати протромбіновий час (PT), активований частковий тромбoplastиновий час (APTT), тромбіновий час (TT) і фібриноген (FIB), а також фактори згортання крові. Прилад гарантує відсутність впливу гемолізу, хілусу, жовтяниці, мутності, в'язкості плазми й інших факторів на результати аналізу.

Були проведені дослідження на наборах для визначення ПЧ-Тест (ліофілізований) та Фібриноген-Тест з використанням контрольного матеріалу виробництва ТОВ «Лабораторія ГРАНУМ». Для кожного з параметрів було проведено серію з 10, 15 та 20 досліджень.

Побудовано калібрувальну криву для протромбінового часу в розведеннях контрольної плазми 100, 50, 25 і 12,5% та об'єднаний графік для трьох серій для кожного з розведення контрольної плазми. Аналогічно було побудовано калібрувальну криву для концентрацій фібриногену 0,9 г/л, 1,3 г/л, 2,6 г/л, 5,2 г/л, проведено 3 серії вимірювань, побудована діаграма та розрахована величина розкиду вимірюваного параметра.

Визначена мінімальна кількість досліджень на контрольній плазмі, що дозволить з достатньою точністю відкалібрувати прилад, для отримання результатів на дослідних зразках пацієнтів.

Література:

1. Долгов В.В., Свирич П.В. Лабораторная диагностика нарушений гемостаза. М.-Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2005. 227 с.
2. Назаренко Г.И., Кишкун А.А. Управление качеством лабораторных исследований. М.: Медицина, 2001. 360 с.
3. Керівництво користувача медичного виробу LabAnalyt-610.

ON-LINE СИСТЕМА РІЕЛТОРСЬКОЇ КОМПАНІЇ

Поворознюк О.А., Сорочинський Д.А.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В наш час дуже багато ріелторських компаній, які займаються шахрайством. Також не всі люди, які беруть в оренду житло, можуть дозволити собі послуги ріелторів. Тому розроблення системи, завдяки якій пошук житла стає набагато простішим і безпечнішим, є актуальною задачею.

У повсякденному житті підбір житла, яке найбільше підходить всім вимогам клієнта, виконується ріелтором інтуїтивно на підставі свого досвіду та кваліфікації. Під час вибору житла звертається увага на такі критерії: кількість кімнат, розмір квартири, поверх, відстань до найближчого міського транспорту, відстань до продуктових магазинів, чи є поруч парки, тренажерні зали, лікарні та ін. Для врахування всіх цих критеріїв та підбору найкращої квартири серед інших методів підтримки прийняття рішення було обрано метод аналізу ієрархій (МАІ) Т.Саати. В даній ієрархії є три рівні: верхній рівень - ціль, середній - критерії, нижній - перелік альтернатив. Між рівнями ієрархії будуються матриці. У матрицях елементи нижчого рівня (альтернативи, варіанти) порівнюються попарно по відношенню до критеріїв, а критерії - по відношенню до цілі. Для оцінки рекомендована спеціальна шкала від 1 до 9, в якій рівна важливість - 1, при помірній перевазі - 3, при істотній перевазі - 5, значна перевага - 7, найбільша перевага - 9. Значення 2, 4, 6, 8 використовуються як проміжні.

Наукова новизна розробленої системи полягає у вдосконаленні методу МАІ шляхом розробки нових критеріїв, які враховують особливості використання методу для задачі оптимального підбору житла.

На основі вдосконаленого методу МАІ було розроблено програмне забезпечення системи підтримки прийняття рішення, яке окрім основної задачі оптимального пошуку має додаткові сервісні функції. Клієнт може переглянути всі вільні квартири в режимі on-line. Розроблена система пошуку містить повну базу всіх квартир, з повним їх описом та фотографіями. І якщо у клієнта виникли якісь питання, то він може скористатися чатом з агентом, який відповідає за обрану клієнтом квартиру. Якщо клієнт вирішив переглянути вподобану квартиру, то йому треба завантажити на свій смартфон програму та зареєструватися в ній. Він отримає свій унікальний ключ, завдяки якому зможе відкривати двері до під'їзду та обраної квартири. В розробленому сервісі реєструються всі дії з унікальними ключами, тобто адміністратор або агент зможуть побачити хто, куди і о котрій годині зайшов.

У процесі розробки системи було проведено огляд існуючих продуктів на ринку, який підтверджує її унікальність через відсутність аналогів.

З усього вищесказаного можна зробити висновок щодо актуальності та унікальності розробки, а також працездатності та ефективності використаного методу для задачі оптимального підбору житла.

УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ МАМОГРАФІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

Поворознюк А.І., Шехна Х.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Результатами мамографічного обстеження вузькими лікарями-фахівцями є висновки, які формуються на основі аналізу мамограм. Для підвищення ефективності обстеження необхідно виконати системний аналіз процесу вироблення рішень з метою виділення критичних елементів систем підтримки прийняття рішень в медицині (СППРМ), які можуть привести до вироблення некоректних рішень або відмови від прийняття рішень.

Метою роботи є формалізація етапів обробки цифрових мамограм при проектуванні СППРМ, яка в подальшому є основою для розробки спеціалізованих методів обробки, заснованих на врахуванні особливостей розглянутих зображень у вигляді моделей корисних сигналів, зокрема моделей фрактальної розмірності.

Представимо процес інструментального обстеження у вигляді узагальненої моделі M_G виду:

$$M_G = \{M_F, M_I, M_S, M_M\},$$

де M_F, M_I, M_S, M_M – функціональна, інформаційна, структурна та математична моделі процесу мамографічного обстеження відповідно.

Розробка функціональної моделі M_F виконана за допомогою методології функціонального моделювання IDEF0. Для побудови контекстної діаграми, яка представляє мамографічне обстеження як єдине ціле і показує зв'язок із зовнішнім світом, необхідно визначити входи, виходи, управління і механізми.

Виконується функціональна декомпозиція контекстної діаграми моделі M_F на чотири основних функціональних блоки: 1 - зареєструвати пацієнта; 2 - виконати реєстрацію та аналіз мамограм; 3 - виконати діагностику; 4 - сформулювати протокол обстеження.

Перша і четверта роботи легко автоматизуються при наявності стандартів ведення медичних карт і оформлення протоколів обстеження. Тому була виконана подальша декомпозиція функціональних блоків 2 і 3.

В якості структурної моделі M_S пропонується орієнтований граф, що відображає основні стани цього процесу і їх взаємодії. При цьому передбачається, що весь процес навчання системи виконаний, тобто сформовані необхідні статистичні характеристики за навчальною вибіркою.

Математична модель M_M представлена кортежем множин параметрів відповідних етапів перетворення інформації, відображенням множин, які реалізують спеціалізовані методи обробки та відповідних критеріїв.

Розглянута узагальнена модель є основою для розробки інформаційної структури СППРМ, що в кінцевому підсумку призводить до підвищення ефективності надання медичних послуг.

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗКОНФЛІКТНИХ РЕПЛІКОВАНИХ ТИПІВ ДАНИХ В МОБІЛЬНИХ ОФЛАЙН ЗАСТОСУНКАХ

Полторацький А.О., Єрохін А.Л.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

В роботі розглянуто питання застосування безконфліктних реплікованих типів даних (conflict-free replicated data types, CRDT) у мобільних офлайн застосунках. В даний момент існує певний недолік знань пов'язаних з проектуванням офлайн застосунків, а більша частина мобільних клієнтів використовують ad-hoc рішення. Наслідки неправильного вибору моделі роботи з даними можуть мати великий вплив на кінцевий результат та досвід користувача. На етапі проектування дуже важливо правильно обрати модель роботи з даними. Виділяють 3 основні моделі: онлайн-модель, «frequently-connected» модель та офлайн-модель [1]. Дані моделі мають різну ступінь толерантності до відсутності підключення до мережі у порядку зростання від першої моделі до останньої. Основною помилкою є використання «frequently-connected» моделі замість офлайн-моделі.

Колаборативні застосунки, наприклад Evernote, повинні гарантувати постійну доступність даних та можливість їх оновлення незалежно від підключення до мережі. Подібні вимоги також присутні в деяких медичних застосунках. Виходячи з цього є необхідність використання офлайн-моделі, основними складностями якої є проблеми розподілення даних та реплікації.

Застосування безконфліктних реплікованих типів даних дозволяє вирішити проблему реплікації даних із використанням принципу «strong eventual consistency» та наявності певного алгоритму уникнення або вирішення конфліктів [2]. Виділяють 2 основні типи CRDT: CvRDT (state-based) та CmRDT (operation-based), кожен з яких має недоліки та переваги [3]. CmRDT є більш гнучким інструментом, але накладає більш високі вимоги до якості підключення до мережі. CvRDT вимагає передавати цілий стан у процесі реплікації, а отже передача великих об'ємів даних є проблемою. Проте CvRDT має набагато менші вимоги до якості з'єднання. Відповідно до вимог, функція злиття станів двох об'єктів у CmRDT є комутативною та ідемпотентною, що дозволяє без проблем відправляти одне й те саме повідомлення декілька разів, а також отримувати їх у довільному порядку. У якості висновку було проаналізовано, що інструменти для роботи з CRDT на мобільних платформах є здебільшого пропрієтарними, а актуальною є розробка відкритого програмного модуля для роботи з ними.

Література:

1. Offline vs Online Application Design . URL: <https://blogs.sap.com/2016/04/29/offline-vs-online-application-design/> (дата звернення 11.03.2020)
2. A comprehensive study of Convergent and Commutative Replicated Data Types. URL: <https://hal.inria.fr/inria-00555588/document> (дата звернення: 11.03.2020).
3. CRDT: Conflict-free Replicated Data Types. URL: <https://habr.com/ru/post/418897/> (дата звернення: 11.03.2020).

АВТОМАТИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА З ДІАГНОСТИКИ, ТЕРАПІЇ ТА ПРОФІЛАКТИКИ ПРОФЕСІЙНО ОБУМОВЛЕНИХ АЛЕРГОДЕРМАТОЗІВ

Солошенко Е.М.¹, Чікіна Н.В.², Кугаєвська Н.В.¹

¹*ДУ «Інститут дерматології та венерології НАМНУ»,*

²*Національний технічний університет*

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання щодо розробки автоматизованої інформаційної системи (АІС) з діагностики, терапії і профілактики алергодерматозів на підприємствах з шкідливими умовами виробництва. Підґрунтям для цього став розвиток інформаційних технологій щодо інтелектуальних засобів автоматизованого проектування технологій, завдяки яким вбирається накопичений досвід багатьох фахівців і зменшується ризик при прийнятті рішень, пов'язаний з людським фактором. Особливо актуальна розробка АІС щодо виявлення ризику розвитку виробничо зумовлених алергодерматозів для великих підприємств, де первинна профілактика в умовах медсанчастин проводиться безсистемно, практично "наосліп". Між тим, інформації про створення АІС у такому аспекті в Україні та країнах СНД дотепер немає. *Мета роботи* - розробка системного комплексу з діагностики, терапії і профілактики алергодерматозів серед робітників фармацевтичного виробництва на основі даних алергологічного анамнезу, стану адаптації та імунного гомеостазу. *Матеріали і методи.* Розробку АІС проводили сумісно медици та математики. Базу даних накопичували на основі аналізу результатів досліджень 450 робочих фармацевтичного виробництва "Здоров'я" з професійно зумовленими алергічними захворюваннями шкіри. *Результати.* Розроблено системний комплекс, який містить: 1) картотеку паспортно-демографічних даних працівників підприємства; 2) блок ранньої діагностики та прогнозу розвитку алергічних захворювань, що складається з: програми «Алергологічний анамнез», призначеної для кількісної оцінки ризику захворюваності в умовах шкідливого виробництва; програми для оцінки психоемоційного стану працівників; програми для визначення рівня адаптаційних та захисно-компенсаторних реакцій організму; 3) блок прийняття рішень із вибору індивідуального способу терапії і профілактичних рекомендацій з метою попередження розвитку алергічних захворювань за рахунок підвищення імунітету та адаптаційних механізмів, що містить: загальний курс терапії; загальний курс профілактики сумісно з рекомендаціями гіпоалергійної дієти; профілактичні курси для осіб груп ризику. *Висновки.* Система дозволяє: виявляти групи ризику серед робітників шкідливого підприємства; давати кількісну оцінку психоемоційного стану робітників підприємства і ступеня ризику захворюваності на алергодерматози; проводити автоматизований профвідбір при прийманні на роботу; контролювати екологічну обстановку на підприємстві з рівня захворюваності, збільшення кількості груп ризику; проводити в умовах підприємства корекцію стану осіб груп ризику за мінімумом лабораторних тестів згідно з пропонованими курсами профілактики та гіпоалергійної дієти.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕСТУВАННЯ НОСОВОГО ДИХАННЯ У СПОРТСМЕНІВ

Соколов А.А., Носова Я.В., Грохова Г.П., Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Пропонується підхід для тестування носового дихання у спортсменів та введення критерію енергетичної ефективності носового дихання. Розглядаються особливості зміни носового опору при фізичних навантаженнях та застосування запропонованого підходу в спортивній медицині.

Метою роботи є вивчення особливостей тестування носового дихання у форсованому режимі у спортсменів під час виконання фізичних навантажень.

При тестуванні носового дихання під час виконання фізичних навантажень доцільним є виявляти значущу кореляцію між суб'єктивними відчуттями пацієнта та характеристиками вимірюваних аеродинамічних показників. Основним завданням при цьому є підвищення достовірності ранньої діагностики виявлення порушень носового дихання, які проявляються в першу чергу при форсованому диханні. Крім інтегральних показників витрати і перепаду тиску при різних режимах дихання, з фізіологічної точки зору являє інтерес аналіз динамічного зміни режиму течії повітря при форсованому диханні, яке забезпечує максимальне надходження кисню в легені, наприклад, при фізичному навантаженні. Знання режиму течії повітря в носовій порожнині дозволяє визначати тип залежності між перепадом тиску та витратою повітря при носовому диханні. Це дозволяє ввести додаткові показники повітряного потоку, що характеризують назальний аеродинаміку, та критерій енергетичної ефективності носового дихання, який залежить від домінуючого режиму течії повітря. Такий підхід може бути ефективним при діагностиці носового дихання для визначення фізичних можливостей спортсменів та при профілактичних дослідженнях в спортивній медицині.

Література:

1. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання: монографія / О.Г. Аврунін, Є.В. Бодяньський., В.В. Семенець, В.О. Філатов, Н.О. Шушляпіна. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 125 с
2. Носова, Я. В. Определение микрохарактеристик воздушного потока в носовой полости при дыхании / Я. В. Носова, О. Г. Аврунин, Х. И. Фарук // Вестник НТУ «ХПИ», Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 16 (1292). – С. 122-127. – doi:10.20998/2413-4295.2018.16.19
3. Аврунин О.Г. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках / О.Г. Аврунин, Я.В. Носова, С.А. Худаева // Тези доповіді 5-й Всеукраїнської науково-практичної конференції «Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні». – 2018. – С. 117–119.
4. Avrunin O.G., Nosova Y.V., Paliy V.G., Shushlyapina N.O. Kalimoldayev M., Komada P., Sagymbekova A., Study of the air flow mode in the nasal cavity during a forced breath. Proceedings Volume 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017; 104453H.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ ГІПЕРТРОФІЇ ЛІВОГО ШЛУНОЧКА СЕРЦЯ ЛЮДИНИ

Страшненко Г.М., Іванова Є.С., Печерська А.І.

*Харківський аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», м. Харків*

Основною причиною смертності та інвалідності населення у більшості країн світу є захворювання серцево-судинної системи. Гіпертрофія лівого шлуночка (ГЛШ) є потужним фактором ризику серцево-судинної захворюваності серед населення, тому прогнозування розвитку даної патології є вкрай важливим. Відомий ряд медичних інформаційних систем з функцією прогнозування виникнення ГЛШ, які засновані на аналізі електрокардіограми (ЕКГ), збільшення амплітуди зубців якої говорить про гіпертрофію відповідних відділів серця [1]. До недоліків таких систем можна віднести те, що традиційні ЕКГ-критерії діагностики ГЛШ мають низьку чутливість та погано узгоджуються між собою.

Мета роботи – розробка інформаційної системи прогнозування ГЛШ на основі даних клініко-лабораторних досліджень та ехокардіографії, що є більш чутливим методом, ніж ЕКГ.

В процесі проектування інформаційної системи прогнозування виникнення ГЛШ серця людини була запропонована її структура у вигляді п'яти взаємопов'язаних модулів: введення, оброблення, аналізу, зберігання даних а також виведення інформації.

Оброблення даних передбачає перетворення зібраної інформації в цифрову форму, шифрування та дешифрування особистих даних пацієнта, кодування показників, визначення відхилення значень показників від норми, розрахунок інтегральних показників.

Модуль аналізу даних є основним програмним модулем системи, який призначений для прогнозування розвитку ГЛШ серця людини. Робота модуля заснована на запропонованій математичній моделі [2].

В майбутньому планується реалізувати інформаційну систему для автоматизації процесу прогнозування розвитку ГЛШ серця людини на підставі ехокардіографічних та лабораторно-клінічних досліджень та провести апробацію реальних медичних даних.

Література:

1. В.І. Дубровін, Т.А. Щедрина «Штучний інтелект» Автоматизована система аналізу електрокардіограм на основі технологій 2010 с. 190-194.
2. Математична модель прогнозування ГЛШ серця у хворих на артеріальну гіпертензію. С. М. Коваль, Є. С. Іванова, А. І. Печерська, 2019, 36.наук.праць II Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині» (ІСМ–2019), с. 87-88.

МОДУЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАЦІЄНТОПОТОКУ В СТРУКТУРІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Тимчик С.В., Злепко С.М., Криворучко І.О., Тимчик М.С.
 Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

В роботі розглянуто питання оптимізації пацієнтопотоків студентів в відділенні медичного закладу. Для оптимізації пацієнтопотоків студентів в відділенні закладу встановлено модуль «АРМ Реєстратура», який формує графік відвідування студентами лікарів та психологів по двох незалежних каналах (рис. 1) і забезпечує можливість проведення, за необхідності, взаємозалежних змін єдиного графіку завантаженості кабінетів. Перший спосіб (гілка «1» на рисунку) – персональний (інтерактивний), а другий – автоматизований.

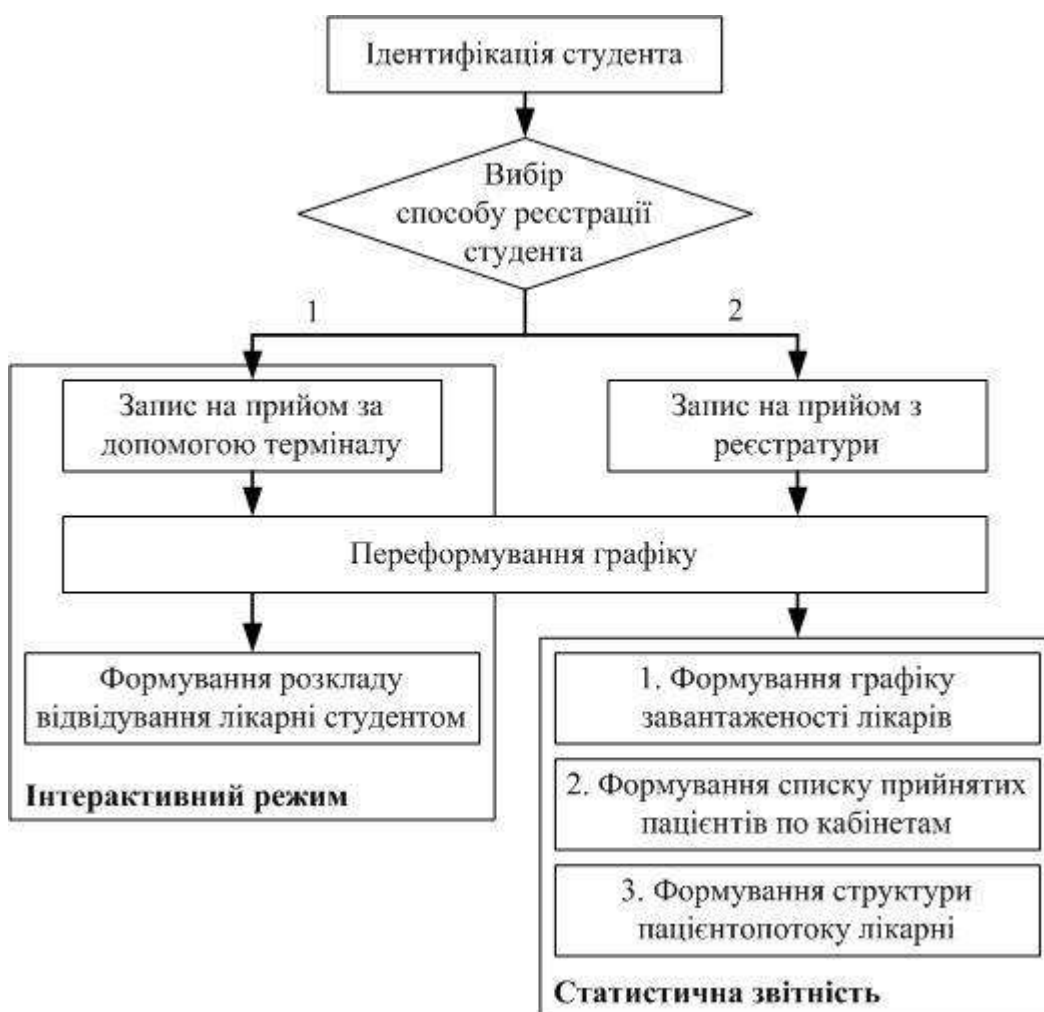


Рисунок 1 - Структура пацієнтопотоків в закладі

Студенту друкується спеціальний паперовий чек з інформацією про вибрані параметри запису. Зображення вікна з параметрами запису відображається на екрані відповідного терміналу.

АЛГОРИТМІЧНІ ТА ПРОГРАМНІ МОДУЛІ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Тимчик С.В., Злепко С.М., Паламарчук М.І., Гаврилюк О.В.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

В роботі розглянуто задачу розроблення алгоритмічних та програмних модулів визначення стану здоров'я студентів, яка є одним з рішень в сфері інформатизації навчальних закладів та закладів охорони здоров'я, впровадження медичних інформаційних систем в діяльність медичних лікувальних, профілактичних та реабілітаційних установ, які враховують специфіку медичної галузі в контексті побудови медичних інформаційних систем: висока ціна помилки – здоров'я, а, інколи, життя пацієнта; помірний швидкодія; переключення та налаштування на різні типи задач; високе значення статистичної звітності; робота в умовах невизначеності.

Все це накладає певні вимоги, яким і відповідає розроблена медична інформаційна технологія. В свою чергу, ці вимоги відобразились і на базах даних, які забезпечили оперування масивами медичних даних. В структурі інформаційної технології визначено основні функціональні групи програмних засобів, які функціонують в її межах – медичні, психофізіологічні, соціальні та організаційно-технічні програмного забезпечення (рис. 1). Всі вони направлені на збір та оброблення інформації про студентів та роботу системи.

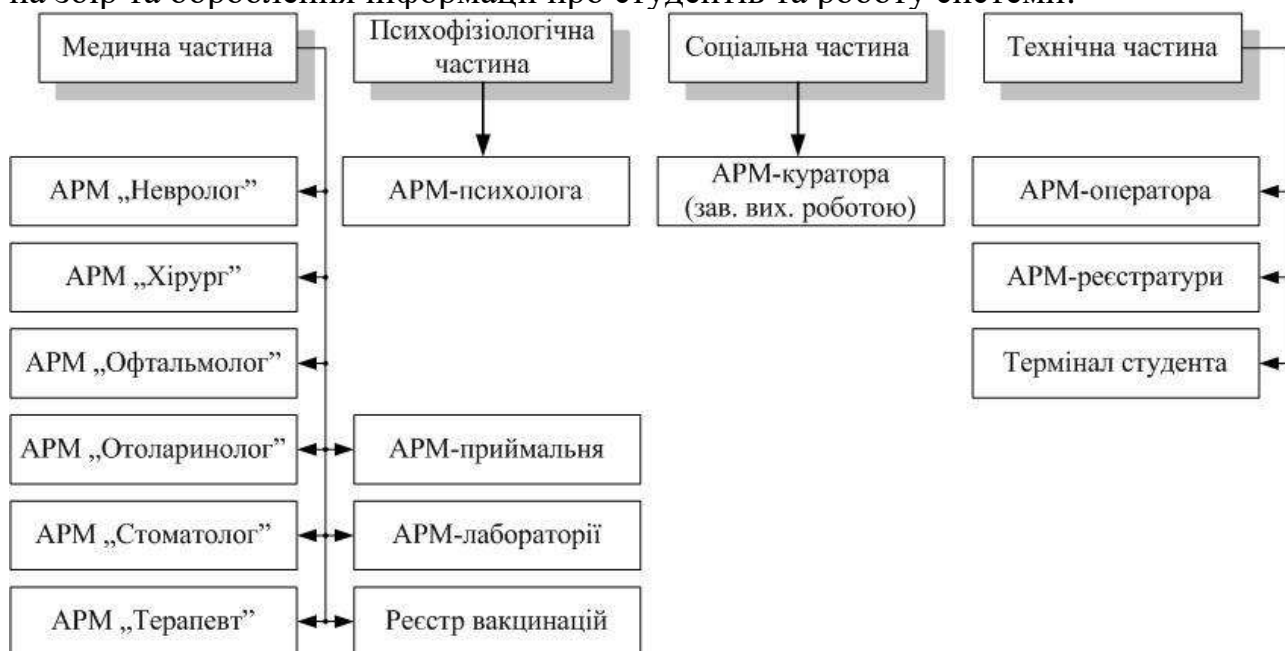


Рисунок 1 - Структура ПЗ інформаційної технології

Як видно з вищенаведеної структури, медична частина призначена для забезпечення інформаційної підтримки діагностичного процесу і складається з відповідної кількості автоматизованих робочих місць, зумовлених значною кількістю лікарів-спеціалістів, які обслуговують весь діагностичний процес.

Зв'язок між модулями здійснюється за допомогою протоколу TCP/IP, який функціонує в межах локальної мережі навчального закладу та поліклінічному відділенні міської лікарні.

ПІДХІД ДО ЗБОРУ АНАМНЕЗУ ЖИТТЯ ПАЦІЄНТА З ХОЛЕНГІЧНОЮ КРАПИВ'ЯНКОЮ

Трубицин О.О., Луценко А.В, Носова Т.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Протягом багатьох років кропив'янка є одним з найпоширеніших, але в той же час найменш вивчених захворювань алергології. Холенгічна кропив'янка (ХК) - вид кропив'янки, що характеризується появою дрібних пухирів в наслідок стимуляції потовиділення через збільшення температури тіла (наприклад при фізичному навантаженні [1]) або емоційного стресу. У пацієнтів з ХК часто присутні супутні atopічні захворювання (atopічний дерматит, анафілаксія і ін.) [1].

Для збору інформації про анамнез життя пацієнта з atopічним дерматитом можливе застосування елементів "розумного одягу", що містить тканини електронного текстилю. Вимірювання рівня потовиділення пацієнта можливе з використанням резистивних і ємнісних датчиків на основі тканин, що містять PEDOT-PSS / PAN нановолокна, PEDOT-PSS / поліаміди, PEDOT-PSS / лайкру, полисульфон (PES), polysulfone (PSF) [2].

Пристрої для збору діагностичної інформації, що містять вищевказані тканини, можуть бути виготовлені у вигляді браслета або еластичного бинта.

З метою зменшення негативного впливу тепла і вологи на вбудовані в тканину електронні компоненти необхідно реалізувати властивість «дихаючої тканини», що може бути досягнуто використанням багатошарової комбінації тканин на основі вологопоглинаючого двошарового гідрофільного мембранного нановолокна і гідрофобної мембранної бавовняної тканини [3]. Також, на основі аналізу зображень [4] необхідно розробити методи визначення характерних ознак поверхні шкіри для контролю стану пацієнта в динаміці.

Література:

1. Исаева О.А. Возможности автоматизированной видеодерматоскопической системы для использования в спортивной медицине / О.А. Исаева, А.А. Трубицин, О.Г. Аврунин // Матеріали 1-ї міжнародної науково-практичної конференції Здоров'я нації і вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти. – Харків. НТУ «ХПИ». – 2019. – С. 79-83
2. Gonçalves C. Wearable E-Textile Technologies: A Review on Sensors, Actuators and Control Elements / Gonçalves C., Ferreira da Silva A., Gomes J., Simoes R. // Inventions. – 2018. – Том. 3.
3. Yang W. All-fiber tribo-ferroelectric synergistic electronics with high thermal-moisture stability and comfortability / Weifeng Yang, Wei Gong, Chengyi Hou, Yun Su // Nature communications. – 2019. – Том. 10.
4. Носова Я.В. Разработка метода экспресс-диагностики бактериальной микрофлоры полости носа / Я.В. Носова, Х. И. Фарук, О.Г. Аврунин // Проблеми інформаційних технологій. – Херсон: ХНТУ, 2013. – №13. – С. 99 – 104.

ЗАСТОСУВАННЯ ІМОВІРНІСНИЙ-ЧАСОВИХ ГРАФІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОКАРДІОЛОГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Філатова Г.Є., Фахс М.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Дана робота присвячена розробці структурної моделі процесу електрокардіологічного (ЕКГ) дослідження пацієнта на основі теорії графів, теорії ймовірностей і методу твірних функцій. Розроблена структурна модель представлена у вигляді ймовірностно-часового графа (рис. 1), в якому виділені дев'ять основних станів і стан невизначеності (безліч станів, які не ведуть до мети), а також визначені ймовірностно-часові характеристики дуг переходів з одного стану графа в інший. В якості основних станів виділено такі: початок дослідження; визначені показання; виконаний морфологічний аналіз біомедичних сигналів з локально зосередженими ознаками; визначені патологічні зміни; виконано порівняння з попередніми ЕКГ дослідженнями; виконано оцінку динаміки; виконано оцінку ефективності лікування; прийнято діагностичне рішення; видані рекомендації (кінець ЕКГ дослідження).

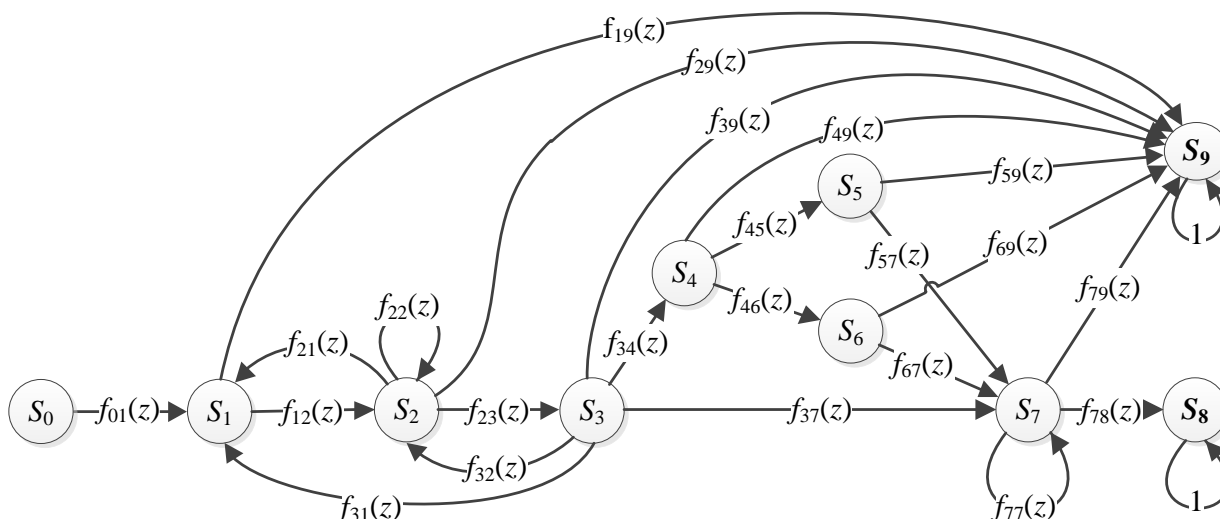


Рис. 1. Структурна модель ЕКГ дослідження

Для запропонованої моделі процесу ЕКГ дослідження методом Мезона отримано аналітичні вирази твірних функцій всього графа, а також частини графа, що характеризує успішне проходження ЕКГ дослідження. За допомогою зазначених твірних функцій отримано аналітичні вирази для розрахунку середнього часу проходження ЕКГ дослідження і ймовірності успішного завершення даного процесу. Розроблена структурна модель ЕКГ дослідження у вигляді ймовірностно-часового графа дозволила виділити основні стани та визначити критерії ефективності проведення зазначеного процесу по середньому часу і ймовірності успішного проходження дослідження. Подальші дослідження спрямовані на експериментальну перевірку ефективності ЕКГ обстежень без використання і з використанням різних кардіологічних систем підтримки прийняття рішень за допомогою отриманих аналітичних виразів ймовірностно-часових характеристик розробленої моделі.

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ СЕРВЕРНОЇ ЧАСТИНИ УНІВЕРСАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА ПРИКЛАДІ ФАЙЛОВОГО СХОВИЩА

Фомічов А.І., Філатова Г.Є.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Сфера ІТ-індустрії зараз розвивається великими кроками, з'являються нові технічні рішення, які стають частиною нашого життя та допомагають нам жити, проводити час та комфортно себе почувати у сучасному світі. Існує багато компаній та стартапів, які розробляють програмне забезпечення для різних сайтів, сервісів чи мобільних девайсів. Але велика кількість роботи виконується так, що архітектура кожного продукту реалізована повністю під потреби конкретних вимог. Дуже мало розробників створюють свою архітектуру такою, щоб її можна було легко розширювати та доповнювати. Через це люди виконують багато зайвої роботи, створюючи архітектуру повторно кожний раз.

Для рішення даної проблеми було розроблено систему на прикладі файлового сховища. В даному прикладі система використовує мову Java для функціонування серверної частини, що дозволяє легко розробити її та використовувати у багатьох випадках. Для коректної роботи, можливості розширення та легкої розробки серверна частина створена на основі архітектурного патерну REST, методології DDD та принципів об'єктно-орієнтованого програмування. Серверна частина реалізована таким чином, що REST-контролери відповідають за зв'язок інтерфейсу користувача з серверною частиною та являють собою сервісний рівень. Кожний REST контролер отримує дані з інтерфейсу користувача, формує на їх основі команди, запускає процес виконання даної команди, а результат виконання команди повертає на інтерфейс користувача. Якщо виникає помилка при виконанні, процес передає відповідне повідомлення до контролеру, і контролер передає на інтерфейс користувача відгук, який містить код помилки та її текст. Інтерфейс користувача зв'язаний з серверною частиною за допомогою відповідних REST Endpoint (кінцевих точок). Кожна така кінцева точка відповідає за конкретну дію серверної частини. Архітектура розроблена таким чином, що вона має вигляд команди, або процесу, або результату, що повертається. Завдяки цьому вдалося реалізувати принцип транзакцій для різних операцій при роботі з базою даних. Це означає, якщо на якому-небудь із етапів виявлена помилка, то проводиться повний відкат, тому серверна частина однаково коректно реагує як на помилкові, так і на правильні дії користувача. Система стійка до відмов, оскільки усі варіанти помилок передбачені.

Таким чином, вдалося розробити серверну частину системи такою, що різні модулі програми ніяк не пов'язані між собою, є можливість легко розширювати функціонал, прибирати непотрібні модулі або міняти існуючі. Кожна окрема операція інтерфейсу користувача зв'язана тільки з однією кінцевою точкою, тому неможливо щоб невірні дані відправлялися на точки, які не призначені для цих даних, користувачеві буде повідомлено про неправильну дію з його сторони.

ВЫБОР ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ОДОНТОГЕННОГО ГАЙМОРИТА

Худаева С.А.¹, Носова Я.В.¹, Волошан А.А.²

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники,

²Харьковский национальный медицинский университет, г. Харьков

Одонтогенный гайморит - воспаление слизистой оболочки стенок верхнечелюстной пазухи, связанное с распространением одонтогенной инфекции. При диагностике одонтогенного гайморита широко используются интроскопические радиационные методы исследования. Базовым этапом при построении экспертной системы является выявление диагностически-значимых признаков одонтогенного гайморита.

Актуальность диагностики, лечения, реабилитации и профилактики одонтогенного гайморита в настоящее время продолжает оставаться высокой. Поэтому, актуальной является разработка экспертной системы для диагностики хронического гайморита по характерным признакам в автоматизированном режиме. Для этого целесообразным является рассмотреть клинические проявления и методы диагностики этой патологии.

Характерными жалобами пациентов с острым гайморитом являются: затруднение носового дыхания, потеря обоняния, ринорея, головная и лицевая боль, ощущение тяжести в соответствующей половине лица при наклоне головы вперед, субфебрильная лихорадка, а также ночной кашель и нарушение сна. Одонтогенный гайморит (в отличие от риногенного) имеет следующие отличительные признаки: изолированное поражение одного из верхнечелюстных синусов, боль в зубе или в пародонтальных тканях, предшествующая заболеванию, нарушение конфигурации лица в результате отека мягких тканей щеки, боль при пальпации переднелатеральной стенки верхнечелюстной пазухи.

Ведущая роль в диагностике одонтогенного гайморита отводится компьютерной рентгеновской (спиральной и конусно лучевой) томографии [1, 2] со следующими признаками: утолщенная слизистая оболочка, затемнение и уровень жидкости в пазухе, наличие инородного тела металлической плотности; глубокий кариес и признаки периодонтита премоляров и моляров верхней челюсти; разрушение нижней костной стенки верхнечелюстных синусов в области патологически измененных зубов, а также частичная адентия верхней челюсти в зоне, соответствующей изменениям верхнечелюстного синуса. Разработка экспертной системы диагностики одонтогенного гайморита позволит продуцировать клиническое мышление будущим клиницистам в области хирургии головы и шеи.

Литература:

1. Аврунин О. Г. Визуализация верхних дыхательных путей по данным компьютерной томографии/ О.Г. Аврунин //Радиоэлектроника и информатика.– 2007. – № 4. – С. 119–122
2. Аврунин О.Г. Опыт разработки программного обеспечения для визуализации томографических данных/ О. Г. Аврунин // Вісник НТУ «ХП». – 2006. – № 23.– С. 3-8.

ВОЗМОЖНОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ СОСТОЯНИЕМ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ И ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ДЫХАТЕЛЬНО-ОБОНЯТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ

Цзяо Ханькунь¹, Носова Я.В.¹, Шушляпина Н.О.²

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники

²Харьковский национальный медицинский университет, г. Харьков

Рассматривается корреляция между состоянием сосудистой микроциркуляции и длительностью дыхательно-обонятельных нарушений.

Наиболее частым проявлением патологий верхних дыхательных путей являются болезни носа и придаточных пазух, при которых чаще всего наблюдается нарушение функции носового дыхания и обоняния [1, 2]. Функциональное состояние полости носа в значительной степени определяется гемодинамикой области носовых раковин и местными сосудистыми изменениями в слизистой оболочке [1, 3].

Целью исследования было проведение сравнительной оценки состояния микроциркуляторного русла с помощью пальцевой капилляроскопии и длительностью нарушений носового дыхания.

Так, у пациентов с длительностью заболевания около 3-5 лет присутствует патологическая извитость, изменение калибра артериол и венул, выраженная дезорганизация капиллярной сети, единичные участки остановки кровотока в капиллярах; у пациентов с длительностью заболевания до 0,5 года наблюдается сужение артериол, застойные явления в венулах, а также снижение интенсивности капиллярного кровотока; при длительности заболевания менее одного месяца прослеживаются участки скопления эритроцитов в осевом слое, изменение калибра артериол и венул и их умеренная патологическая извитость. Исследования позволяют изучить тонкие механизмы регуляции сосудисто-тканевых отношений при их аналогии в области верхних дыхательных путей.

Литература:

1. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання: монографія / О.Г. Аврунін, Є.В. Бодяньський., В.В. Семенець, В.О. Філатов, Н.О. Шушляпіна. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 125 с

2. Аврунин О.Г. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках / О.Г. Аврунин, Я.В. Носова, С.А. Худаева // Тези доповіді 5-й ВНК «Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні». – 2018. – С. 117–119.

2. Носова, Я. В. Определение микрохарактеристик воздушного потока в носовой полости при дыхании / Я. В. Носова, О. Г. Аврунин, Х. И. Фарук // Вестник НТУ «ХПИ», Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 16 (1292). – С. 122-127. – doi:10.20998/2413-4295.2018.16.19

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА КЛЕТОК НА МИКРОПРЕПАРАТАХ С БОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ МАЛЫХ ОБЪЕКТОВ

Черникова И.В., Стукало К.И., Аврунин О.Г.
*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

В данных тезисах приведена актуальность работы. Раскрыта цель работы и факторы, затрудняющие ее достижение. Приведено краткое описание предварительного анализа изображений микропрепаратов печени и его дальнейшие перспективы развития.

В наше время необходим анализ медико-биологических изображений, поэтому разработка автоматизированных методов их обработки является важной задачей [1, 2]. Уже существует множество таких систем, но ни одна из них не может адаптироваться под любое изображение в связи с некоторыми факторами (неоднородность фона, перекрытие одних объектов другими), поэтому данная работа актуальна, так как затрагивает автоматизацию биомедицинских исследований с целью их облегчения.

Целью работы было установить соотношение между количеством клеток на микропрепаратах в норме и на полученных в результате эксперимента. Присутствовали некоторые препятствия для анализа, ими оказались близкое расположение клеток и темные участки, которые соответствуют ядрам клеток.

Анализируя исследуемые изображения микропрепаратов, были построены гистограммы яркостной составляющей, в которых в дальнейшем были выделены глобальные и локальные максимумы. Далее на отрезке между ними была проведена сегментация ядер. Площадь, которую занимают ядра на изображении, можно просчитать с помощью интегрирования части гистограммы, которая отвечает за темные фрагменты изображения. Для определения количества клеток на снимке можно воспользоваться их средними размерами на изучаемом микропрепарате. Были оценены площади под огибающей гистограммы и установлено, что при норме они являются на 30% меньшими, чем после совершения эксперимента. При наличии методической погрешности можно полагать, что на изображениях микропрепаратов после эксперимента находится на 20% больше клеток, чем при норме. Следующим этапом может являться разметка клеточных ядер, которая даст возможность более точного подсчета их количества.

Литература:

1. Аврунин О. Г. Опыт разработки биомедицинской системы цифровой микроскопии / О. Г. Аврунин // Прикладная радиоэлектроника. – 2009. – Т.8. – № 1. – С. 46-52.
2. Щапов П. Ф. Получение информационной избыточности в системах измерительного контроля и диагностики измерительных объектов / П. Ф. Щапов, О. Г. Аврунин // Український метрологічний журнал. – 2011. – № 1. – С. 47-50.

КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОЛОЖЕННЯ ФІКСУЮЧИХ ГВИНТІВ ПРИ НАКІСТКОВОМУ ОСТЕОСИНТЕЗІ

Шайко-Шайковський О.Г., Дудко О.Г., Сорочан О.М.

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці
Приазовський державний технічний університет, м. Маріуполь*

В роботі розглянуто питання що до раціональної оцінки та визначення місць розташування фіксуєчих гвинтів при накістковому остеосинтезі. Використання для здійснення накісткового остеосинтезу шести, восьми, десяти та дванадцяти гвинтових накісткових конструкцій змушує лікарів-травматологів визначати більш доцільне положення цих гвинтів у кожному конкретному випадку проведення остеосинтезу. Прагнення до створення якнайбільш надійної фіксації відламків диктує необхідність використання максимальної кількості гвинтів, що пов'язано із підготовкою в корпусі пошкодженої кістки відповідної кількості отворів для проведення гвинтів. Це суттєво послаблює міцність кістки та усієї біотехнічної системи «кістка-фіксатор». З другого боку – невиправдано мала кількість фіксуєчих гвинтів може привести до створення нестабільного остеосинтезу, що нерозривно пов'язано із можливим виникненням майбутніх ускладнень (незрощень відламків, виникненню несправжніх суглобів, інших дефектів та вад, які не сприяють успішному зрощенню відламків).

У зв'язку з цим було проведено математичне моделювання міцності біотехнічної системи «кістка-фіксатор», при якому досліджувалася з використанням методів комбінаторики поведінка такої системи за наявності різного числа фіксуєчих елементів та з усіма можливими варіантами розташування на корпусі накісткової пластини цих фіксуєчих елементів. Для кожного випадку моделювання визначався найбільш доцільний варіант постановки гвинтів. Моделювання здійснювалося для всіх простих видів навантаження, а також – розглянуто вплив та розподіл напружень в матеріалі елементів системи у випадках складних навантажень. Для цього використовувалася програма Solid Works Simulation Xpress, за допомогою якої визначалися найбільші напруження та деформації в усіх необхідних точках системи. Аналіз отриманих результатів показав, що в усіх випадках є точки, які є «обов'язковими» для всіх випадків фіксації, незалежно від кількості гвинтів, що застосовувалися та виду навантаження. Рекомендації що до оптимального розташування гвинтів передано в лікувальні медичні заклади.

Література:

1. Романенко К.К. Функции и виды пластин и винтов в современном остеосинтезе/ К.К. Романенко, А.И. Белостоцкий, Д.В. Прозоровский, Г.Г. Голка – Ортопедия, травматология и протезирование, 2010, №1,-с.68-75.

Наукове видання

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
НАУКА, ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТА, ЗДОРОВ'Я**

**Тези доповідей
XXVIII МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
MicroCAD-2020**

**У п'яти частинах
Ч. II.**

Укладач

проф. Лісачук Г.В.

Відповідальний секретар

Кубрак К.М.

Формат видання 60x84/16. Ум. друк. арк. 21,86 Тираж 100 прим.

Виготовлювач ТОВ «ПЛАНЕТА-ПРІНТ»
вул. Багалія, 16, м. Харків, 61002,
свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4568 від 17.06.2013.