

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ТЕХНІЧНИЙ НАВЧАЛЬНО – НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ БІОРЕСУРСІВ ТА  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА  
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА  
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ



*Студентське наукове товариство*



# IV ВСЕУКРАЇНСЬКА

студентська науково - технічна конференція

## "ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

19-20 квітня 2011 р.

*(збірник тез конференції)*

ТОМ 1

*Тернопіль 2011*

ББК 72+34 (Укр)  
М34

Матеріали Всеукраїнської студентської науково - технічної конференції / В 2 т.  
– Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя  
(м. Тернопіль, 19-20 квітня 2011 р.), 2011.- Т. 1. - 432 с.

*В збірнику друкуються матеріали Всеукраїнської студентської наукової конференції. Тернопіль. – ТНТУ ім. І. Пулюя (19-20 квітня 2011 р.) за наступними науковими напрямками:*

математичне моделювання, механіка і математика, машинобудування, машини та обладнання сільськогосподарського виробництва; приладобудування; матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій; електротехніка, електроніка та світлотехніка; математика; фізика; хімія, хімічна, біологічна та харчова технології; обладнання харчових виробництв; інформаційні технології, гуманітарні науки, економіка, менеджмент, фінанси, радіоелектронні біотехнічні системи.

.

Редакційна колегія:

*д.т.н. Петро Ясній, д. ф.-м. н. Олег Шаблій, д.е.н. Богдан Андрушків, д.т.н. Богдан Гевко, д.ф.-м.н. Леонід Дідух, к.т.н. Олександр Закалов, к.ф.н. Анатолій Довгань, д.т.н. Володимир Андрійчук, к.т.н. Анатолій Лупенко, д.т.н. Ігор Луців, к.ф.-м.н. Михайло Михайлишин, д.т.н. Михайло Пилипець, к.ф.н. Василь Ніконенко, д.т.н. Роман Рогатинський, д.т.н. Петро Стухляк, д.е.н. Наталія Кирич, д.т.н. Микола Підгурський, д.т.н. Тимофій Рибак, д.т.н., Микола Приймак д.б.н. Володимир Юкало, д.т.н. Богдан Яворський, к.ф.-м.н. Борис Шелестовський, д.ф.-м.н. Андрій Кривень, д.т.н. Павло Марущак, д.т.н. Сергій Лупенко, д.т.н. Тетяна Вітенько, д.т.н. Чеслав Пулька.*

Комп'ютерний набір, верстка та редагування: заступник голови програмного комітету конференції, науковий секретар Ігор Окіпний

Адреса конференції:

46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

тел. (0352) 25-35-09, e-mail: [snt@tu.edu.te.ua](mailto:snt@tu.edu.te.ua)

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

Секція:

**Обладнання харчових виробництв**

УДК- 338.439:142.6

Базар О. - ст. гр. ХО-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ  
ПРІОРИТЕТ РОЗВИТКУ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Науковий керівник : к.т.н., доц. Лясота О.М.

В сучасних світових дослідженнях з проблем охорони навколишнього середовища спостерігається посилення уваги на усунення екологічного ризику на етапі вибору технологій.

Проблему екологізації розвитку харчової промисловості виносять в ряд найбільш актуальних і стратегічно значущих проблем.

Стрімкий розвиток хімічної промисловості призводить до того, що з'являється все більше речовин, що безконтрольно входять до виробничого ланцюга харчових продуктів, що в свою чергу призводить до небезпеки для здоров'я людини і загального екологічного неблагополуччя. Інтенсивний розвиток промисловості, транспорту, енергетики, сільського господарства призвів до того, що рівень концентрації металів - мікроелементів в біосфері помітно зріс.

Сьогодні, стає все більш очевидним, що існуючий підхід до охорони навколишнього середовища, який реалізується у вигляді системи контролю концентрації забруднень і відповідності їх встановленим гранично допустимим нормам, не здатний гарантувати безпеку для здоров'я людини. Тому одним з дієвих шляхів екологізації виробництва харчової промисловості орієнтованих на підтримання здоров'я населення в екологічно несприятливих умовах є створення і виробництво функціональних продуктів. Ці продукти, з одного боку є джерелом надходження необхідних поживних речовин для організму людини, а з іншого боку, вони можуть виступити як фактор, що регулює концентрацію шкідливих речовин в організмі і виконує захисні функції.

Тому найбільш актуальними на сьогодні завданнями з екологізації розвитку харчової промисловості є: приведення вітчизняної нормативно-правової бази, до стандарту СОТ та ЄС; упорядкування структури та функцій органів державної влади, відповідальних за контроль якості і безпечності продовольчих товарів; впровадження системи інформування населення і сприяння його обізнаності з питань якості і безпечності харчових продуктів; впровадження системи швидкого реагування по харчовим продуктам і кормам (RASFF), впровадження на підприємствах харчової промисловості систем управління якістю на основі принципів ISO 90000, системи управління безпекою харчових продуктів (HACCP) та системи охорони довкілля на основі принципів ISO 14000.

УДК- 664.002:5.004

Базар О. - ст. гр. ХО-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Науковий керівник : д.т.н., проф. Пулька Ч.В.

Одним з найбільш універсальних методів забезпечення високої надійності і довговічності обладнання є використання зносостійких матеріалів для його виготовлення. Вибір матеріалів визначається їх складом, будовою, міцностними, антикорозійними, антифрикційними властивостями, рівнем зносостійкості, технологічними і економічними показниками.

В той же час вибір матеріалів для обладнання харчової промисловості в більшості випадків обмежений вуглецевими сталями і чавунами без урахування їх опору зношенню.

Встановлені загальноприйняті вимоги до зносостійких матеріалів пар тертя, як: висока статична і динамічна міцність при підвищених температурах; малий коефіцієнт тертя; здатність легко притиратися; висока змочуваність мастилом; здатність утворювати на поверхні міцний шар мастила і відновлювати його; відсутність зчіплювання при сухому терті; висока теплопровідність; висока зносостійкість.

В сучасному обладнанні як антифрикційні і зносостійкі застосовуються металеві сплави, спечені порошкові, полімерні, композиційні матеріали. Для загального машинобудування накопичено значний досвід по створенню і використанню цих матеріалів, який досить повно поданий в технічній літературі.

В умовах харчових виробництв до названих вище вимог додається здатність матеріалів задовільно працювати в умовах контакту з технологічними середовищами при неможливості змащування мастилами.

Нами проведені численні дослідження зносостійкості матеріалів в технологічних середовищах харчових виробництв. На базі цих досліджень розроблені рекомендації по використанню зносостійких матеріалів для конкретних умов роботи харчового обладнання. Наприклад, встановлено, що в багатьох середовищах буряцукрового виробництва (воді, дифузійному соку та ін.) зносостійкість пари сталь-чавун значно перевищує зносостійкість при терті сталі по кольорових металах (бронзі, бабиту). Довговічність важко навантажених підшипникових вузлів при змащуванні водою з вмістом абразивних часток можна забезпечити використанням для виготовлення укладок деревини (особливо модифікованої) та полімерних антифрикційних матеріалів. Для багатьох деталей хлібопекарного обладнання, які контактують з тістом, досить ефективним може бути використання для виготовлення їх розробленого Інститутом проблем литва АН України сплаву 130Х16М.



УДК- 637.5

Базар О. - ст. гр. ХО-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПЕРСПЕКТИВНІ ВИДИ УПАКОВКИ М'ЯСА І НАПІВФАБРИКАТІВ**

Науковий керівник : к.т.н., Ворощук В.Я.

Останнім часом спостерігається стрімкий ріст ринку напівфабрикатів. Покращуючи упаковку продукту виробник підвищує свою конкурентоспроможність на ринку. Упаковка товару повинна бути міцною і герметичною, щоб ізолювати продукт від небажаної дії зовнішніх факторів, а також прозорою, що дозволить покупцю оцінити товарний вид продукту. Разом з цим упаковка повинна бути красиво оформлена з нанесеними на її поверхню всієї необхідної інформації про товар та виробника. Проаналізувавши загальну структуру ринку упаковок для напівфабрикатів, максимальна потреба припадає на полімерну плівку. Вона відповідає основним вимогам, що ставляться до упаковок. Їй властиві: вологостійкість, теплостійкість, міцність. На сьогодні, існує широкий спектр полімерних плівок для упаковки м'яса і напівфабрикатів. До них відносять пакувальні матеріали на основі поліетилену, поліпропілену, поліаміди, полівінілхлориду та багато інших. Кожний різновид полімерів має різноманітну степінь відповідності до вимог, що ставляться до пакувальних матеріалів. Полімерне упакування матеріалів пов'язане з впровадженням вакуумних технологій. Використання пакетів, виготовлених із поліаміди і поліетилену, дозволило герметично під вакуумом упаковувати продукцію, що забезпечує більш довготривалий термін зберігання. Одними із недоліків вакуумної технології є те, що вона може застосовуватись не для всіх видів продукції, в упаковці розмножуються анаероби і їх негативна дія на продукти харчування, також, при вакуумуванні змінюється смак продукту.

На сьогодні появилася більш прогресивна технологія для збільшення терміну зберігання продуктів, що швидко псуються – упаковка в модифікованому газовому середовищі (МГС). Існує декілька систем упаковки в МГС: м'які лотки з вакуумуванням або заповненням внутрішнього середовища газом, жорсткі лотки з кришками, заповненні газом; запаювані пакети з вакуумом або газовим середовищем, а також головний пакет із декількох споживчих упаковок з вакуумуванням або заповненням газом його внутрішнього середовища. При створенні МГС важливим для припинення росту бактерій являється вміст вуглекислого газу. Однак, в споживчих упаковках концентрація вуглекислого газу повинна бути не вище 35%, оскільки, можливе стискання пакету і надмірна втрата насиченості кольору. Упаковка напівфабрикатів включає в себе багато функцій в доповнення до очевидної – здатності містити в собі продукт. Ці функції залежать від властивостей матеріалу і їх взаємодії з продуктом і навколишнім середовищем. Індустрія виробництва упакованих продуктів розвивається стрімкими темпами. Забезпечення якості і безпечності, зберігання початкових властивостей продукту залежать від застосування прогресивних методів упакування і сучасних пакувальних матеріалів.

УДК 637.3

Будз'як М. – ст. гр. ХО – 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЖИРОВИХ КОМПОЗИЦІЙ ПРИ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ.**

Науковий керівник к.т.н. Ворощук В.Я.

Основним компонентом майже усіх заміників молочного жиру є пальмова олія та її фракції. Також на сьогоднішній день широкого виготовляють комбіновані жирові продукти, так звані спреди. При складанні рецептур спредів виробники не завжди враховують фізико-хімічні властивості жирів.

Технологічним інститутом молока і м'яса УААН були вивчені основні закономірності твердіння плавлення композицій молочного жиру з моно жирами і заміниками молочного жиру методом об'ємної дилатометрії в статичних умовах. Було встановлено два важливі чинники: уповільнення швидкості твердіння жирових композицій в порівнянні з затвердінням складових їх жирів; істотне зниження в композиціях концентрації твердої фази тригліцеридів в порівнянні з очікуваною.

На основі досліджень в області кристалізації молочного і деяких рослинних жирів, було встановлено істотний вплив механічної обробки на формування структури твердої фази.

Була створена експериментальна установка, яка давала можливість фіксувати температуру масової кристалізації жирових композицій при різній механічній обробці.

Був досліджений процес кристалізації при механічній обробці як моно жирів, так і заміників молочного жиру, вживаних в Україні, а також їх сумішей. Ефекти масової кристалізації проявлялись на температурних кривих у вигляді зон екзотермічного підвищення температури, а при підвищеній інтенсивності механічної обробки точки твердіння зміщувалися в ділянку підвищених температур. Потужність механічної обробки підвищували до тих пір, поки значення температур масової кристалізації не ставали постійними.

З цього можна зробити висновок, що механічна обробка дає можливість виключити небажані ефекти евтектичною кристалізації і провести її при значно меншому переохолодженню. Максимальний ефект досягається при питомій потужності обробки близько 200 Вт/кг.

УДК 663.48

Вірченко А. - ст.гр. М 4-2

*Національний університет харчових технологій, Київ*

## **ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК ПЕРЕОСНАЩЕННЯ СТАНЦІЇ ОЧИСТКИ ВОДИ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ**

Науковий керівник: к.т.н. Змієвський Ю.Г.

Цукрова промисловість одна з найважливіших і найбільш складних галузей народного господарства. Завдяки впровадженню нових технологій інтенсифікуються технологічні процеси, зменшуються витрати палива та електроенергії, збільшується вихід цукру з буряків, зменшуються трудові затрати та покращується якість продукції.

В даний час велика увага приділяється питанням охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів, а саме очищенню стічних вод та їх поверненню у технологічний цикл, адже цукрова промисловість споживає найбільшу кількість води серед галузей харчової промисловості. В умовах цукрового виробництва стічні води піддаються попередньому механічному очищенню. Для цього використовуються відстійники різних конструкцій.

Метою даної роботи було удосконалення конструкції вертикального відстійника. Для досягнення поставлених завдань було проаналізовано науково-технічні публікації, складено математичну модель для імітації роботи зазначеного обладнання.

На основі отриманих результатів було розроблено гідроциклон, розташований по центру відстійника і призначений для прискореного відокремлення завислих домішок, а також вузол піноскиду, що служить для видалення піни та легких домішок.

По конструкції відстійник являє собою відкритий резервуар, який складається із циліндричної верхньої і конічної нижньої поверхонь. В верхній частині відстійник перекритий майданчиком піноскиду, на якій розташований вловлювач домішок і привід пристрою для відділення піни. Всередині резервуара є гідроциклон, до якого тангенційно підведений трубопровід транспортерно-мийної води від вловлювача легких домішок.

Процес освітлення води в гідроциклоні здійснюється під дією сили, яка дорівнює різниці відцентрової сили для твердої і рідкої фаз, яка виникає внаслідок інтенсивного обертання маси води в результаті тангенційного впуску її в циклон. Транспортерно-мийна вода після уловлювача легких домішок поступає у верхню частину гідроциклону тангенційно, і обертаючись, рухається в ньому до зливного патрубку, розташованого коаксиально корпусу циклону в його центрі. Осад відкидається до стінки циклону і по ній опускається в сток через сифон і насадку. Освітлена вода із зливного патрубку попадає в циркуляційну трубу, де потік заспокоюється і утворена піна крізь вирізи потрапляє в простір, обмежений циркуляційною трубою і кільцем відбиття піни.

Піна і плаваючі домішки на поверхні дзеркала води в жолобі утримуються від потрапляння в патрубок відводу освітленої води периферійним кільцевим пінозатримуючим щитом ( кільцем).

При обертанні центрального вала з пінозгрібним притсром піна і плаваючі домішки згрібаються з поверхні води до пристрою для відводу піни, борта якого знаходяться над рівнем води. Видалення піни і плаваючих домішок із пристрою відбувається безперервно.

Удосконалена конструкція відстійника забезпечує підвищення ефекту очистки транспортерно-мийної води, що дозволяє використовувати її для транспортування буряків на виробництво та зменшує загальні витрати води на підприємстві.

УДК 621.326

Войтків Н. – ст. гр. ХОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НАГРІВАННЯ МОЛОКА НА ПРОЦЕС СЕПАРУВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Шинкарик М.М.

Сепарування молока - це поділ його на дві фракції різної густини: високожирну (вершки) та низькожирну (знежирене молоко). Здійснюється сепарування під дією відцентрової сили в барабані сепаратора. Молоко, розподіляється в барабані між тарілками у вигляді тонких шарів, переміщається з невеликою швидкістю, що створює сприятливі умови для найбільш повного відділення високожирної фракції (жирових кульок) за короткий час. Процес сепарування молока підкоряється закону Стокса:

$$\vartheta = \frac{1}{18} \omega^2 R d^2 \frac{\rho_m - \rho_{ж}}{\mu} \vartheta = \frac{1}{18} \omega^2 R d^2 \frac{\rho_m - \rho_{ж}}{\mu}$$

де  $\vartheta$  – швидкість виділення жирових кульок, м / с;  $\omega$  – кутова швидкість обертання барабана сепаратора рад/с;  $R$  – радіус обертання барабана сепаратора м;  $d$  – діаметр жирової кульки, м;  $\rho_m$  і  $\rho_{ж}$  – густина молока і жирової кульки, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  – в'язкість молока, Па·с.

Відповідно до цього закону швидкість виділення жирової фракції з молока знаходиться в прямій залежності від розмірів жирових кульок, густини плазми молока, габаритів і частоти обертання барабана і обернено пропорційній залежності від в'язкості молока. Зі збільшенням розмірів жирових кульок і густини плазми молока прискорюється процес сепарування та відділення вершків. Чим вищий вміст сухих знежирених речовин у молоці, тим вища густина плазми і незбираного молока. Отже, молоко більшої густини буде мати кращі умови для сепарування. Підвищення в'язкості молока призводить до зниження швидкості виділення жирової фракції.

Густина і в'язкість молока знаходиться в залежності від температури молока. Кислотність на пряму не впливає на процес сепарування, проте при вищій кислотності і підігріві молока може спостерігатися денатурація білків молока, відкладення їх на тарілках сепаратора, що погіршить процес сепарування або може взагалі його унеможливити.

Підвищення температури молока сприяє зниженню його в'язкості і переходу жиру в рідкий стан, що покращує сепарування. Оптимальна температура сепарування 35 ... 45 ° С. Нагрівання молока до цієї температури забезпечує добре знежирення.

Поряд з сепаруванням при 35 ... 45 ° С іноді застосовують високотемпературне сепарування при 60 ... 85 ° С. Зі збільшенням температури сепарування підвищуються продуктивність сепаратора і якість знежирення. Однак високотемпературне сепарування має і ряд недоліків: збільшення вмісту жиру у знежиреному молоці внаслідок часткового випадіння альбуміну, що перешкоджає виділенню жиру, сильне спінювання вершків та знежиреного молока; зростання роздроблення жирових кульок.

Нагрівання молока до температури 40-45° С чи вищої вимагає додаткових енергозатрат. Крім цього в багатьох випадках продукти сепарування необхідно зразу охолодити. Тому велику увагу приділяють сепарування при низьких температурах, так званого сепарування холодного молока. Забезпечити якісне сепарування холодного молока можна на звичайних сепараторах при зменшенні їх продуктивності вдвічі. Такий метод цілком прийнятний для ряду заводів, які працюють не на повну потужність.

УДК 663.252

Галамай П. – ст. гр. ХО-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ БРОДІННЯ ПРИ СУЧАСНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ВИНОГРАДНИХ ВИН**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Зварич Н.М.

Виробництво вина починається зі збору виключно дозрілого винограду в прохолодний час доби обов'язково ручним способом у спеціальні пластикові ящики, щоб уникнути контакту з металом.

Доставка врожаю до місця переробки здійснюється в рефрижераторі з метою зниження первинної температури винограду. Спочатку на гребневідділювачі відбувається відокремлювання гребнів, потім розчавлювання ягід. Після цього мезга віджимається у прес-стікачі, де відбувається вичавлювання суслу самопливу та першої фракції, які прямують на відстоювання, тобто освітлення суслу від механічних частинок та від диких форм дріжджів і мікроорганізмів. Через 8—12 годин охолоджене освітлене сусло перекачується у стерильну посудину з нержавіючої сталі на бродіння.

Бродіння вина - це хімічне перетворення цукру в алкоголь і двоокис вуглецю. Крім того, в процесі беруть участь дріжджові мікроорганізми: вони живуть на шкірці винограду. Щоб вони вступили в "роботу", необхідно пошкодити виноградну шкірку. Тоді мікроорганізми починають впливати на цукор, який складає близько 30% м'якоті плоду. Результатом цієї взаємодії і є вино.

За нормальних умов дріжджові мікроорганізми продовжуватимуть "працювати", поки цукор у винограді не перетвориться на алкоголь або поки рівень алкоголю у вині не досягне 15% від загального об'єму. В окремих випадках, коли виноград містить таку велику кількість цукру, що цей процес протікає природним шляхом, дріжджові мікроорганізми "виснажуються", і бродіння припиняється.

Вино ферментують за допомогою чистої культури дріжджів, що гарантує бездоганне зброджування цукру в алкоголь без утворення шкідливих для людського організму речовин.

Через три тижні алкогольне бродіння завершується так званим тихим бродінням, чим повільніше бродить сік, тим ароматніше буде вино.

Бродіння можна зупинити і раніше: або шляхом додавання алкоголю або сірки, щоб підняти його рівень до 15% - обидві ці добавки "знешкоджують" дріжджові мікроорганізми, - або шляхом проціджування вина через спеціальний фільтр. Ці методи використовуються переважно при виготовленні солодкого вина.

Сік з червоного винограду одразу направляють на бродіння у вініфікатори — спеціальна неіржавіюча посудина, в якій відбувається перемішування суслу та контроль температури бродіння за допомогою автоматики й спеціальної сорочки охолодження.

При бродінні мезги алкоголь, що утворюється, виділяє зі шкірки барвники, ароматичні та дубильні речовини. Вино поступово забарвлюється в червоний колір. Легкі червоні вина бродять на основі мезги до трьох днів, інтенсивні червоні — 12, 15 і навіть 30 днів. Для подальшої стабілізації вина застосовуються природні екологічно чисті найсучасніші обклеювальні та фільтрувальні матеріали. Очищене і стабілізоване вино прямує на фільтрацію для того, щоб видалити з нього плаваючі частинки та помутніння, зберігаючи при цьому свій колір і повноту смаку. Потім вино розливається у стерилізовані пляшки.

Отже, у виготовленні вина важливий кожен нюанс, адже найменші відхилення від технології можуть вплинути на смакові якості напою, змінюючи букет та аромат.

УДК 663.252

Галамай П. – ст. гр. ХО-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕТ ТАРИ В ПЕРЕРОБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Науковий керівник: к.т.н. Ворощук В.Я.

ПЕТ преформа - це заготовка призначена для виготовлення ПЕТ пляшок або банок з полімеру (поліетилентерефталату) методом видувного формування (обладнання для виробництва ПЕТ пляшок методом видувного формування).

ПЕТ-преформи можна класифікувати за такими ознаками. У залежності від сфери споживання преформи можуть бути призначені для видування пляшок під:

- безалкогольні газовані напої та мінеральні води - пиво та слабоалкогольні напої
- питні негазовані води - алкогольні напої (вино, горілка)
- соки та соковмісні напої - холодний чай / каву
- молоко і кисло - молочні вироби
- рослинна олія

Преформи призначені для виготовлення пластикових пляшок для упакування, транспортування та зберігання питної води, мінеральних вод, газованих прохолодних напоїв, безалкогольних напоїв, слабоалкогольних та алкогольних напоїв з вмістом етилового спирту до 40%, соків, нектарів на основі соків, соковмісних напоїв, у тому числі дитячого харчування, молочних і кисломолочних продуктів, молока, олії, пива, столового оцту 6% і 9%, соусів, кетчупу і т.п. Преформи можна використовувати за призначенням лише при наявності санітарно - епідеміологічного висновку, який оформлюється у встановленому порядку у відповідних інстанціях.

ПЕТ - поліетилентерефталат - користується великим успіхом на ринку пакувальних матеріалів. Зараз ПЕТ застосовують у виробництві тари для різноманітних видів харчової, хімічної, косметичної продукції.

ПЕТ використовують в якості матеріалу для пакування харчових продуктів приблизно з початку 1970-х років. Особливою популярністю він став користуватись у 1980-ті роки, а у 1995-1999 роки випуск ПЕТ-тари для напоїв зріс у два рази. З 1990 по 1998 роки ПЕТ-тара збільшила свою долю на ринку пакувальних матеріалів для напоїв з 9% до 30%.

Матеріалом для виробництва ПЕТ - тари є преформа з гранульованого полімеру-поліетилентерефталату. Після попереднього розігріву преформи розтягуються і після цього видуваються пляшки. Колір та прозорість майбутньої пляшки або банки закладається при виробництві преформи із гранул.

Перелік продуктів, що пакують у ПЕТ дуже широкий - це і рослинні олії, соуси, оцет, фруктові соки, пиво. Також ПЕТ-тару використовують для пакування різноманітних видів продукції побутової хімії і косметичних засобів.

ПЕТ має багато корисних властивостей. Перш за все це дуже легкий матеріал. Звичайна півлітрова ПЕТ- пляшка важить приблизно 28 грамів ( пляшка такого ж об'єму із скла може заважити до 350 грамів) . ПЕТ абсолютно прозорий, це робить його ідеальним для розливу мінеральної, газованої води, напоїв. Для того, щоб продукція, що була упакована в таку тару не псувалася під дією сонячних променів, ПЕТ можна затонувати, наприклад, в зелений або коричневий колір. Це роблять також для того, щоб зовнішній вигляд продукції відповідав вимогам споживача.

Ще одна перевага ПЕТ-тари - її міцність, що є дуже важливим при транспортуванні і зберіганні. При цьому, ПЕТ, як і скло, добре утилізується. Для пакування ПЕТ-тари не потрібні ящики, її пакують у поліетиленову плівку з картонним піддоном, або без нього.

УДК 637.027

Грод Л. – ст. гр. ХОмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКТИВНОГО ОФОРМЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Зварич Н.М.

Заключною стадією механічного впливу на м'ясну сировину перед тепловою обробкою є процес формування ковбасних виробів. На цьому етапі фарш набуває форму, звичну для ока споживача, - різних за величиною батонів, а також сосисок, сардельок тощо. Від якісного виконання формування ковбасних виробів залежать вихід і якість готової продукції.

На заводах у виробництві ковбасних виробів для їх формування зазвичай використовують шприци. Вони витісняють фарш при заповненні ковбасних оболонок, форм, тари. Сучасне обладнання дозволяє шприцювати ковбасний фарш в штучні, білкові й натуральні оболонки, а також накладати на них скріпки. За конструктивним оформленням шприци бувають: механічні й гідравлічні, з періодичною і безперервною видачею фаршу, відкриті й вакуумні. Основними конструктивними елементами шприца є бункер для прийому фаршу, витискувач, цівка, привод і механізми, які обслуговують витискувач. Причому в поршневих шприцах як бункер служить циліндр витискувача.

Для подачі фаршу в оболонку використовують шнекові витискувачі, гвинтові, поршневі, ротаційні, ексцентриково-лопатеві.

Для шприцювання ковбас останнім часом на ковбасних заводах застосовують переважно вакуумні шприци. Сучасні конструкції шприців забезпечуються пристроями для дозування фаршу, надягання на цівку оболонки та її перетискання або перекручування. На невеликих підприємствах фарш завантажують у бункер шприців вручну, на великих - підйомником з візком або по спусках з верхніх поверхів будівлі, через бункера за допомогою ковшів.

Щільність шприцювання залежить від виду ковбас, вмісту води в фарші, виду оболонки, її діаметра і способу термообробки ковбаси. Варені ковбаси шприцюють з найменшою щільністю. Зайва щільність набивання фаршу варених ковбас в оболонку призводить до її розриву під час варіння батонів через розширення вмісту. Копчені ковбаси, навпаки, шприцюють з найбільшою щільністю, так як об'єм батонів сильно зменшується в результаті подальшого сушіння виробів. Найщільніше набивання необхідне для фаршу сирокочених ковбас, щоб виключити потрапляння в батони повітря, яке може призвести до псування продукту. При шприцюванні сосисок та сардельок фарш в оболонці не ущільнюють. Таким чином, основне завдання шприца - зберегти структуру фаршу при наповненні оболонки або навіть поліпшити її. Оскільки різні види ковбаси вимагають різного тиску фаршу при набиванні, слід звернути увагу на конструкцію витискувача при виборі шприца. Для сирокочених ковбас, як правило, найбільш підходящими є поршневі шприци з гідравлічним приводом, які можуть здійснювати набивання при високому тиску. Шприци з ексцентриково-лопатевим витискувачем добре зберігають структуру фаршу напівкопчених ковбас, які у відповідність із технологією виготовлення повинні містити достатньо великі шматочки шпик. Формування варених ковбас можна робити за допомогою вакуумного шприца зі шнековим витискувачем, фарш додатково перемішується у вакуумному середовищі, що дозволяє на виході отримати більш однорідну структуру.

УДК 66.081.6:637.142.2

Грушевська І. – науковий співробітник

*Національний університет харчових технологій, Київ*

## **ЗАСТОСУВАННЯ НАНОФІЛЬТРАЦІЇ В ПРОЦЕСІ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Мирончук В.Г.

Виробництво продукції на молочних підприємствах супроводжується великою кількістю вторинної молочної сировини.

Актуальним питанням для підприємств молочної промисловості України є комплексна переробка молочної сироватки тому, що переробляється біля 30% від загального об'єму, а решта переважно потрапляє в стічні води. Разом з тим, до складу молочної сироватки входить значна кількість корисних поживних речовин. На 100 г сироватки припадає 93,66 г води та 6,34 г сухої речовини (середні значення). Суха речовина в основному містить білки - 0,89 г, жири – 0,36 г, вуглеводи (лактоза) - 4,55 г та мінеральні речовини (зола) – 0,7 г та інші

Використання мембранних процесів: мікрофільтрації, ультрафільтрації, нанофільтрації, зворотного осмосу та електродіалізу дає можливість комплексно переробляти молочну сироватку розділяти і вилучати її компоненти.

Основні компоненти молочної сироватки мають такий розмір часток, нм : молочний жир 2000 – 5000, білки [ казеїн ( 100 – 200 ) і сироваткові білки ( 15 – 50 )], лактоза ( 1 – 1,5 ), мінеральні речовини. Згідно цього, мембранні процеси дозволяють вилучати компоненти в різній послідовності. Переробка молочної сироватки здійснюється по двом напрямкам: з одночасним вилученням компонентів і поступовим.

Нанофільтрація – процес розділення за допомогою якого затримуються час-точка і розчинені макромолекули розміром понад 0,2 – 2 нм.

Метою даної роботи було проведення досліджень процесу нанофільтрації молочної сироватки в двох напрямках: з одночасним вилученням основних компонентів і вилученням лише лактози після відокремлення сироваткових білків ультрафільтрацією та отримання концентратів сироватки і лактози.

Були визначені основні закономірності процесу нанофільтрації молочної сироватки при одночасному і окремому вилученні компонентів, встановлені основні параметри проведення процесу (Р, МПа; t, °C; τ, хв) та знайдені залежності коефіцієнту затримання і питомої продуктивності від тиску, коефіцієнту затримання і питомої продуктивності від відсотку виходу фільтрату (коефіцієнту концентрування), коефіцієнту затримання і питомої продуктивності від температури.

Процес нанофільтрації, при одночасному вилученні компонентів сироватки, дає можливість отримати концентрат сироватки з вмістом масової частки сухих речовин 18 – 20%, а при вилученні тільки лактози - концентрат лактози з вмістом масової частки сухих речовин 16 – 18% та знесолити концентрати на 35% - 45%

На основі отриманих результатів експериментальних досліджень встановлено, що процес нанофільтрації дозволяє вилучати одночасно основні компоненти молочної сироватки (сироваткові білки, лактоза, мінеральні речовини) і окремо (лактоза, мінеральні речовини) та одержати якісні концентрати сироватки і лактози.



УДК 664.653

Дорик А. – ст. гр. ХОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЗАМІШУВАННЯ ТІСТА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Зварич Н.М.

Заміс тіста - найважливіша технологічна операція, від якої значною мірою залежить подальший хід технологічного процесу і якість хліба. При замісі тіста з борошна, води, дріжджів, солі та інших складових частин отримують однорідну масу з певною структурою і фізичними властивостями, щоб у майбутньому при бродінні, обробленні і розстоюванні тісто добре перероблялося.

Одним із ефективних методів прискорення процесу дозрівання тіста і покращення якості хлібобулочних виробів є посилена механічна обробка тіста під час замішування, що дає змогу вплинути на його структуру і фізико-хімічні показники.

Для скорочення тривалості процесу приготування тіста, існує багато різних рішень, які ґрунтуються на біохімічних способах інтенсифікації дозрівання тіста шляхом стимулювання процесу бродіння та його комбінації з фізичними методами впливу на тісто.

Одним із таких способів є застосування інтенсивної механічної обробки тіста і використання нових швидкохідних тістомісильних машин, які сприяють скороченню часу проходження процесу. Замішування проводиться при оптимальному заповненні корисного об'єму місильної камери компонентами за допомогою місильного органу оригінальної конструкції, обертання якого, в основному, спрямоване на дію напруження зрушення на масу, що обробляється.

Винахідники відмічають значний вплив частоти обертання місильних органів на інтенсивність замішування і якість готової продукції. За їх даними, при замішуванні, існує критичне значення швидкості обертання місильного органу і рівень витраченої енергії. Критична швидкість – частота обертання місильних органів, за якої досягається оптимум питомої роботи (40 Дж/кг тіста для борошна із середніми хлібопекарними властивостями) витраченої на замішування. З такого тіста одержують хліб найвищої якості.

При підвищенні швидкохідності привода й робочих органів машини часто доводиться удосконалювати систему змашування, замінюючи спосіб розбризкування циркуляційним змашуванням.

Внаслідок підвищення швидкохідності привода і робочих органів машини спостерігаються також втрати холостого ходу, внаслідок чого ефективна потужність зростає не пропорційно потужності електродвигуна.

Ефективність змішування оцінюють таким показником, як однорідність отриманої суміші. Для кількісного оцінювання використовують коефіцієнт неоднорідності.

Практично однорідною вважається суміш, в якій вміст компонентів у будь-якому її об'ємі не відрізняється від заданого вмісту для всієї суміші.

Подальше вивчення механізму, який покращує інтенсивний заміс тіста та їх реологічні властивості і якісні показники хліба повинно привести до створення принципово нових тістомісильних машин, які забезпечуватимуть раціональні параметри замішування.

УДК 621.326

Дрозд Д. – ст. гр. ХОм-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ЗАМІШУВАННЯ У ТОНКОМУ ШАРІ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Стадник І. Я.

При дослідженні процесу замішування у тонкому шарі на дискретній тістомісильній машині за перший період розвиненої турбулентності ми отримали постійний час  $\tau$  та кількість обертань місильного органу  $n$ , тобто  $n\tau = \text{const}$ . Це відбувається через постійність відношення  $E_{mp}/E_g = \text{const}$  (відношення крефіцієнта турбулентного тертя до коефіцієнта турбулентної дифузії), оскільки кількість обертів місильного органу  $n$  характеризує інтенсивність перенесення енергії у даному потоковій суміші, а час розчину  $\tau$  – інтенсивність перенесення суміші.

Умови, створені в місильній камері, змінюють гідродинамічний та дифузійний процеси, а це порушує стійкість двофазного опору – взаємне проникнення газових і рідинних вихрів. Дослідження даного процесу підтверджують його інтенсивність і створюють нові умови для розроблення ефективних конструкцій тістомісильних машин.

Розчинення твердих частинок (борошна) аналізується двома шляхами: експериментальним дослідженням в умовах просторової та механічної дії у місильній камері з наступним узагальненням результатів у вигляді критеріальних рівнянь; дослідженням дифузії компонентів, розв'язавши рівняння дифузії і гідродинаміки.

Враховуючи описаний другий період процесу замішування, у якому дифузія визначає швидкість процесу, застосовуємо другий шлях. Зміну концентрації  $c$  у межах дифузійного

$$D \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} = v_x \frac{\partial c}{\partial x} + v_y \frac{\partial c}{\partial y},$$

шару визначимо за диференціальним рівнянням:

де  $x$  ,  $y$  – проекції швидкості руху рідини.

Інтегрування цих рівнянь із диференціальним рівнянням гідродинаміки,

за

допомогою яких визначимо  $x$  ,  $y$  , дає функцію розподілу концентрації, яку можна використати для визначення градієнта концентрації і дифузійного потоку.

$$-D \left( \frac{dc}{dy} \right)_{y=0} = \frac{\partial}{r \partial \theta} \int_0^{\delta} (c - c^i) * U dy + \frac{ctg \theta}{r} \int_0^{\delta} (c - c^i) * U dy,$$

де  $y$  – радіальна віддаль від поверхні частинки борошна;  $r$  – радіус частинки борошна;  $\theta$  – кутова віддаль від передньої критичної точки;  $U$  – швидкість течії у тангенціальному напрямку.

Отримане інтегральне відношення відоме в гідродинаміці під назвою відношення Кармана , використовуємо для визначення товщини дифузійного шару в точці розпилення борошна.

Розподіл концентрацій у дифузійному шарі можна записати як поліном

$$\frac{c - c^i}{c_s - c^i} = 1 - 2 \frac{y}{\delta} + 2 \frac{y^3}{\delta^3} - \frac{y^4}{\delta^4},$$

який задовольняє граничні умови по  $c$ , на поверхні частинки борошна і на границі дифузійного шару.

УДК 664.3.033

Дьякон Н. – ст. гр.ХО<sub>м</sub> – 61

*Тернопільський національний технічний університет ім.Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ГОМОГЕНІЗУЮЧОЇ ГОЛОВКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ З ВИХРОВИМ ЕФЕКТОМ**

Науковий керівник : к.т.н., доцент Каспрук В.Б.

Важливою стадією при виготовленні кисломолочних продуктів є механічна дія на вихідну сировину, тобто гомогенізація. Вона не тільки запобігає відстоюванню жиру, але і сприяє отриманню якісних кисломолочних продуктів з покращеними консистенцією і смаковими властивостями, підвищенню його засвоюваності організмом і більш повному використанню жирів і вітамінів які містяться в ньому.

В даний час існує велика різноманітність машин для гомогенізації молочних продуктів російського та іноземного виробництва. До них відносяться гомогенізатори, з одно- і двоступеневою гомогенізуючою головкою, а також клапанні і плунжерні, з високим і низьким тиском гомогенізації.

Диспергування молока проводять у клапанних і ротаційних гомогенізаторах, пристроях для ультразвукової та електрогідравлічної гомогенізації, швидкохідних механічних мішалках, гідродинамічних ультразвукових апаратах, кавітаційних і суперкавітаційних динамічних змішувачах-емульсорах, відцентрових струменевих гомогенізаторах, але за ефективністю впливу на молоко без значних небажаних змін його властивостей всі інші пристрої поступаються клапанним гомогенізаторам високого тиску.

Гомогенізація здійснюється шляхом проходу під високим тиском і з високою швидкістю продукту через гомогенізуючу головку, що представляє собою два ступені – щілини між притертими клапаном і сідлом, з'єднані між собою каналом. Тиск у гомогенізаторі регулюється обертанням гвинтів, що змінюють розмір щілини між клапаном і сідлом. При цьому на першому ступені встановлюють зазор який необхідний для конкретного продукту і відповідний тиск гомогенізації, на другому ступені встановлюється робочий тиск.

Гомогенізуюча головка містить сідло і клапан з розташованим між ними щілиною, яка утворена концентричними кільцевими проточками сідла і клапана, з розвантажувальною камерою, розташованою в щілині, проточками для підведення продукту до щілини, розташованої у верхній частині головки, демпферуючої порожнини, вбудованої в сідло або клапан. Вона відрізняється тим, що сідло і клапан виконані з можливістю обертатися в протилежні сторони під дією рухомого потоку молока і встановленні в підшипниках, які розташовані у нерухомому корпусі, що містить штуцер для виведення гомогенізованого продукту. При цьому проточки для підведення продукту до лабіринтової щілини виконані у вигляді конфузору, який отримано в результаті розточування сідла клапана з утворенням конічних поверхонь, причому вершини їх конусів спрямовані в протилежні сторони, а по всій довжині конічних поверхонь сідла і клапана під кутом до утворюючих поверхонь виконані круглі канавки, які спрямовані в різні сторони у сідла і клапана.

Запропонована гомогенізуюча головка дозволяє підвищити якість гомогенізації за рахунок додаткової турбулізації потоку, зумовленої обертанням сідла і клапана в протилежні сторони. У результаті цього значно знижується облітерація щілин, що позитивно впливає на якість гомогенізації і, як наслідок цього збільшується продуктивність процесу гомогенізації.

УДК 446.

Комінко В. – ст. гр. ХОс-41, Бринзей Л. – ст. гр. ХОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕПЮРАЦІЙНОЇ КОЛОНИ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОГО АПАРАТА ПОСЕРЕДНЬОЇ ДІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Закалов О.В.

Ректифікація – це розділення рідких сумішей, що містять два або кілька компонентів різної питомої ваги, багаторазовим випаровуванням суміші й конденсацією пари.

Брагоректифікаційний апарат посередньої дії характеризується стійкістю роботи проте єдиним недоліком його являється велика втрата пари на декалітр а/а. Але при ректифікації паточних бражок отримується спирт з постороннім запахом і смаком, що обмежує його використання для кріплення вин і виробництва кращих сортів горілки.

Степінь видалення домішок в колоні з постійним числом тарілок залежить від співвідношення рідинного і парового потоків, а також від розподілення етилового спирту по тарілках даної колоні, котре при постійному флегмовому числі і подачі води на гідроселекцію, залежить тільки від витрати пари. Зі збільшенням подачі пари концентрація спирту в вичерпуючій частині колоні зменшується, а в концентраційній збільшується. Тому режим роботи колоні відповідний витраті пари 25 кг/дкл а.а. не може бути рекомендований, як оптимальний через значний виніс етилового спирту в концентрат ефіро-альдегідної фракції. Але в апаратах посередньої дії витрата пари 42-43 кг на 100 кг бражки.

Для підвищення якості спирту, що виробляється з патоки, а також для підвищення продуктивності брагоректифікаційних апаратів рекомендується подавати на перегонку зрілу і максимально вивільнену від вуглекислого газу бражку. Для видалення CO<sub>2</sub> з паточних бражок рекомендується перед бражною колоною ставити сепаратор, а бражку перед входом в сепаратор підігрівати до  $t=92^{\circ}\text{C}$ . Причиною завищеної витрати пари може бути вплив змішаного розчинника на рівновагу рідина-пара в трьохкомпонентних системах етанол-ізопропанол-вода. Леткість ізопропанолу при низьких концентраціях етанолу в рідкій фазі дещо вище, ніж н-пропанолу. Вміст етанолу в паровій фазі над солевим розчином більший, ніж над трьохкомпонентним розчином, коефіцієнт активності етанолу при концентраціях вище 40% мол. збільшується, а для ізопропанолу і води характерне зворотнє явище, при цьому до 40% мол. етанолу в рідкій фазі коефіцієнти активності ізопропанолу і н-пропанолу майже не змінюються, а вище вказаної концентрації різко зменшуються, таким чином для повного розділення трьохкомпонентної суміші потрібно більше, ніж для двохкомпонентної, теоретичних тарілок.

Практичні рекомендації по оптимальному проектуванню і експлуатації колон брагоректифікаційного апарата посередньої дії.

1. Число тарілок в бражній колоні- не менше 25, в вичерпній частині епюраційної колоні до 40, в концентраційній колоні до 20 і більше, в концентраційній частині ректифікаційної колоні не менше 60-65.

2. Температура бражки після підігріву  $90^{\circ}\text{C}$  і більше.

3. Перегонка бражки разом з проміжними водами економічно виправдана, якщо вміст спирту в водах не менше 0,05% об.

УДК 664

Комінко В. – ст. гр. ХОс-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УЛЬТРАЗВУКОВА ОБРОБКА В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Закалов О.В.

Сучасні технології харчових виробництв спрямовані на застосування високоефективних методів обробки сировини та матеріалів. Мета – підвищення якості готового продукту, зменшення тривалості проходження різних технологічних процесів та операцій, що сприяє зниженню собівартості продукції. До названих методів належить ультразвукова обробка. На даний час доведено її ефективність виявлено перспективні напрямки застосування в багатьох галузях харчової промисловості. Зокрема це – інтенсифікація процесів екстракції біологічно активних, дубильних та інших компонентів рослинної сировини; ультразвукове експрес емульгування при виробництві соусів, пудингів, кремів, освітлення соків з використанням бентоніту, видалення стійких забруднень на зворотній тарі, які не відмиваються на стандартних пляшководних машинах; обробка бурякової стружки та вилучення пектину; активація та адаптація хлібопекарських дріжджів на хлібзаводах, підвищення їх бродильної активності на спиртових заводах тощо.

При поширенні ультразвукової хвилі навіть невеликої інтенсивності (кілька ватт на квадратний сантиметр) в рідині виникає змінний звуковий тиск, амплітуда якого досягає кількох атмосфер. Під дією цього тиску рідина поперемінно зазнає стиснення та розтягнення. Розтягуюче зусилля призводить до утворення бульбашок наповнених газом та парою. Ці бульбашки одержали назву кавітаційних. Як правило кавітаційні бульбашки довго не існують; вже наступна за розрідженням фаза стиснення призводить до зникнення більшості їх, тому вони зникають практично відразу після припинення процесу опромінення води ультразвуком. При закритті кавітаційних бульбашок виникає ударна хвиля з величезним тиском, вона з легкістю руйнує перепони на своєму шляху. Така вода стає потужним розчинником солей, швидко вступає в реакцію гідратації біополімерів харчової сировини, інтенсивно екстрагує з неї корисні речовини скорочуючи тривалість процесу в 10-100 разів. При цьому не лише пришвидшується процес екстракції, а й збільшується вихід біологічних речовин, порівняно з традиційними технологіями.

Існує чимало способів подрібнення твердих речовин, однак більшість з них забезпечують подрібнення до розмірів не менше 100 мкм і тільки ультразвукове диспергування дає надтонку дисперсію (1мкм і менше).

Встановлено, що обробка молока ультразвуком при температурі 55-70 °С, дає змогу отримати більше 80% жирових кульок розміром менше 2 мкм.

Також встановлено що стерилізуюча дія ультразвуку виявляється на частотах 20кГц і вище при інтенсивності понад 0,5 Вт/см<sup>2</sup>.

У спиртовій галузі ультразвукові коливання використовують не лише для активації фізіологічного стану дріжджів, а й для одержання дріжджових екстрактів та надтонкого диспергування зерна для приготування замісів. Обробка пшеничного сусла ультразвуком сприяє зниженню вмісту нерозчинного крохмалю на 11% і підвищенню вмісту загальних вуглеводів бражки на 10,5% за рахунок декстринів, також сприяє збільшенню вмісту спирту в бражці на 1,6%.

Отже, застосування ультразвукової обробки доцільно використовувати в біотехнології спирту, для пришвидшення процесу екстракції, для одержання матеріалів надтонкої дисперсності та зменшення тривалості проходження деяких технологічних процесів.

УДК66.093.48:549.67

Корнієнко В.В.– аспірант, Мельник Л.М. – д.т.н., проф.

Національний університет харчових технологій

## ОБГРУНТУВАННЯ АКТИВНОСТІ ВОДИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СКЛАДУ ВОДНО-СПИРТОВИХ РОЗЧИНІВ

Науковий керівник: д.т.н., проф. Таран В.М.

Для вибору оптимальних технологічних параметрів процесу зневоднення водно-спиртових розчинів природним адсорбентом–морденітом велике значення має обґрунтування механізму адсорбції води із спиртових розчинів. Особливості поведінки ізотерм сорбції водно-спиртових сумішей на морденіті корелюють зі зміною активності води в залежності від складу водно-спиртових розчинів (рис.1).

При збільшенні вмісту спирту в розчині до концентрації 35...40% об. активність води спочатку лінійно зменшується, що характерно для ідеальних розчинів.

В діапазоні концентрацій 40...60% об. спирту активність води змінюється слабо. Це може вказувати на те, що при зміні співвідношення  $n = \frac{\text{мол } C_2H_5OH}{\text{мол } H_2O}$  характер водневих зв'язків майже не змінюється.

В третій області при концентрації вище 60% об. спирту спостерігається різке зменшення активності води. Можна припустити, що при збільшенні  $n > 2$  молекули води сильно зв'язуються спиртовими асоціатами, коли всі чотири водневі зв'язки молекули води задіяні на молекули спирту. Звичайно, що структура води при цьому повністю руйнується.

Активність води в об'ємній фазі при малому її вмісті в розчині (4% і менше) буде дуже малою. Ймовірно, при малій концентрації води в спиртовому розчині виникає конкуренція за її розташування в об'ємі чи на поверхні адсорбенту. При малому вмісті води в розчині між концентраціями в об'ємній фазі та в адсорбційних порожнинах морденіту встановлюється певна рівновага і таким чином, повного зневоднення водно-спиртової суміші досягти неможливо.

Отже, аналіз активності води в об'ємній фазі розчину та на поверхні адсорбенту дасть можливість науково обґрунтувати із якої фази (рідинної чи парової) адсорбувати воду для отримання зневодненого спирту, який в подальшому можна використовувати, як біодобавку до пального.

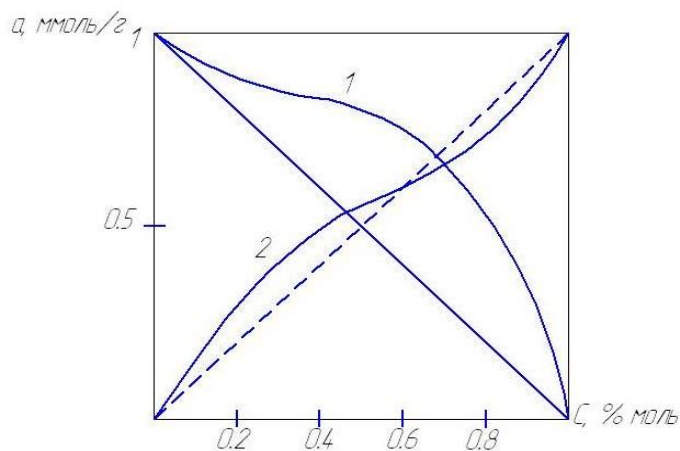


Рис.1 Залежність активності води (1) та етанолу (2) від концентрації водно-спиртового розчину

УДК 621.326

Коцюбка В. – ст. гр. ХО<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ХОЛОДНОГО ТА ГАРЯЧОГО СЕПАРУВАННЯ МОЛОКА**

Науковий керівник: д.т.н., доцент Вітенько Т.М.

Сепарування –це процес розділення молока на вершки та знежирене молоко. Сепарування молока відбувається під дією відцентрової сили, що виникає під час обертання барабана. Чим більша швидкість обертання, тим ефективніший поділ молока на легку (жирну) і важку (знежирену) фракції.

Відомо, що ефективність сепарування може бути підвищена шляхом збільшення температури, чи зменшення пропускної здатності. Найефективніше сепарування молока протікає за підвищення його температури до 49-63°C. За значно вищих температур спостерігається ослаблення танденції до агломерації жирових кульок, яке негативно впливає на ефективність відділення вершків, а забивання сепаратора, за таких умов пов'язане з осадженням білків. Це може скоротити робочий інтервал між циклами очищення. Для сепарування теплого молока спеціально розроблені конструкції сепараторів, які експлуатуються в інтервалі температур 50-55°C.

За нижчих температур в'язкість вершків і інші фактори та характеристики негативно позначаються на ефективності процесу. Проте необхідно враховувати основні причини сепарування холодного молока за низької температурі 4 ... 10°C: виробництво спеціальних типів сирів з використанням непастеризованого молока; виробництво високоякісних вершків; попередня стандартизація молока під час формування змішаної партії молока з метою уникнення його подвійного нагрівання.

Необхідно зазначити, що висока в'язкість і щільність вершків за низьких температур вимагають застосування герметично ущільнених барабанів для сепарування холодного молока. Причина цього пов'язана не зі значною зміною параметрів продукту, оскільки різниця густин відноситься до твердих частинок, які повинні бути видалені, а з поліпшенням характеристик агломерації дрібних частинок жиру, що призводить до більшої об'ємної щільності і в'язкості.

Крім зниження швидкості осадження, низька температура також зумовлює зниження плинності вершків. Зниження температури призводить до закривання окремих каналів. Навіть за 20 - 25°C вміст жиру у вершках повинен бути на рівні 15%. Таким чином, нерационально, наприклад, проводити сепарування холодного молока за 15 - 25°C за нормальних умов, оскільки оптимальна температура руйнування жирів 25°C, а утворення вільних жирних кислот 15°C. З іншого боку, температуру 4 - 12°C можна використовувати без будь-яких ускладнень у спеціально сконструйованих сепараторах для холодного молока.

Тому основний режим роботи сепаратора для холодного молока встановлюють залежно від витрат вершків, що досягають регулюванням тиску в живильному патрубку. Завдяки такому регулюванню холодні 40% вершки можна розвантажувати з центральної частини барабана сепаратора під тиском, незважаючи на дуже високу в'язкість. Такий ефект можна отримати тільки у випадку герметичних ліній подачі продукту і вивантаження вершків. Також при аналізі швидкості осадження в сепараторі для холодного молока, було виявлено, що на неї впливає зростаюча динамічна в'язкість, а характеристики вершків погіршуються, і, таким чином, ефективність сепарування буде істотно нижчою в порівнянні з теплим молоком.

УДК 621

Кочерга В.І., Назар М.І.

*Національний університет харчових технологій*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ**

Борошняні кондитерські вироби посідають вагомe місце у виробництві та реалізації харчових продуктів, які здавна користуються підвищеним попитом у населення. Споживання борошняних кондитерських виробів зростає, як продуктів, що забезпечують різноманітні смаки та потреби дітей та дорослого населення. Це призводить до надмірного вживання вуглеводів та недостатнього надходження до організму харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин. Тому необхідно розробляти і впроваджувати у виробництво нові види кондитерських виробів.

Перевагу слід надати виробам, які мають оздоровчу спрямованість, містять функціональні інгредієнти, які підсилюють фізіологічні функції організму людини, зміцнюють його імунну систему, сприяють зниженню негативного впливу факторів навколишнього середовища на здоров'я людини. Цього можна досягнути при наданні виробам бажаних функціональних властивостей шляхом використання природних добавок, що містять біологічно активні речовини. Які спрямовані на покращення якісних характеристик виробів, їх збагачення мікро- і макронутрієнтами, вітамінами, харчовими волокнами і тощо.

Одним із джерел біологічно-активних речовин може бути запропонований вітамінно-мінеральний комплекс, у вигляді фітокомпозицій, розроблених Білоруським Державним Університетом «Унітехпром». Перед штучними добавками, фітокомпозиції «Жемчуг», «Арбарвіт-1», «Арбарвіт-2», та інші мають суттєві переваги перед іншими добавками, в них міститься природний комплекс біологічно активних речовин, макро- і мікроелементів, причому в найбільш доступній і в засвоюваній формі.

Висока харчова цінність композицій обумовлена вдалим співвідношенням багатьох важливих біологічно активних речовин в тому числі: вітамінів групи В і С, фолієвої кислоти, вуглеводів в першу чергу глюкози, фруктози, і інших.

На даний час проводиться комплекс досліджень в напрямку моделювання та розроблення технології нової борошняної кондитерської продукції, вивчення органолептичних, фізико-хімічних властивостей та споживчих характеристик, а також встановлення оптимальних параметрів їх виробництва.



УДК 621.646

Кундас С. – ст. гр. ХО<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ СТРАВНОГО КЛАПАНА В ГІДРАВЛІЧНІЙ СИСТЕМІ ПЛЯШКОМІЙНОЇ МАШИНИ АММ-1**

Науковий керівник : к.т.н., доцент Каспрук В.Б.

Значна кількість харчових виробництв, таких як консервне, пивобезалкогольне, лікерогорілчане та інші, розфасовують готову продукцію в скляну тару, яка використовується багаторазово. Неретельне миття склотари негативно впливає на якість харчових продуктів, погіршуючи їх смак та порушуючи мікробіологічні показники. Підприємства, що використовують скляну тару, для її підготовки витрачають велику кількість тепла, природної води, миючих засобів.

Процес миття скляної тари в пляшкомийному автоматі марки АММ-1 відмочувально - шприцювального типу складається з замочування тари в теплій воді, процесу шприцювання миючим розчином, гарячим та теплим ополіскування. Для того щоб, шприцювання в пляшкомийній машині було ефективним, створюється надлишковий тиск в системі трубопроводу, який підводиться до горловин пляшок через систему форсунок.

При потраплянні в гідравлічну систему повітря, процес миття скляної тари буде погіршуватись для цього в систему пропонується поставити механізм відведення повітря з водопроводів.

Механізми, які використовують для відведення повітря з гідравлічних систем, розділяють на такі, які працюють у ручному режимі, і такі, які виконують свої функції у напіваавтоматичному і автоматичному режимах. Перші прості і надійні в експлуатації, але використовувати їх для покращення умов експлуатації водопроводів, які працюють у періодичних режимах подачі води, практично неможливо.

Загальними недоліками механізмів відведення повітря є складність конструкцій, нерівномірний режим роботи, низька пропускна здатність, неможливість пропускання повітря у прямому і зворотному напрямках, ненадійність у роботі через можливість витікання рідини при низьких тисках у трубопроводах.

Під час заповнення трубопроводу водою повітря вільно виходить з нього через отвори в опорній перфорованій перегородці і кришці. Коли вода попадає у нижню частину корпусу і заповнює пустотілу зону поплавка – клапана він піднімається.

При відсутності води у водопроводі поплавков – клапан пустотілою зоною опускається на опорну перфоровану перегородку, яка розміщена у нижній частині корпусу. До верхньої частини корпусу приєднана втулка з конічною поверхнею і закрита кришкою. Між конічною поверхнею поплавка – клапана і конічною поверхнею втулки передбачений кільцевий зазор, через який трубопровід сполучений з атмосферою.

В результаті цього конічна поверхня поплавка – клапана забезпечує герметичність з конічною поверхнею втулки і доступ води під кришку призупиняється.

Під час зменшення рівня води у водопроводі тиск у нижній частині корпусу зменшується, поплавков - клапан під дією власної ваги опускається на опорну перфоровану перегородку, і повітря через отвори у кришці, кільцевий зазор між конічною поверхнею втулки і конічною поверхнею поплавка – клапана і отвори в опорній перегородці попадає у водопровід.

Дослідження надійності роботи запропонованої конструкції механізму відведення повітря з водопроводів було проведено на випробувальному стенді при різних тисках води у системі що підтверджує їх високу надійність у роботі та довговічність.

УДК 621

Люлька О.– ст. гр. М-4-1

*Національний університет харчових технологій*

## **БАРАБАННИЙ ВОДОВІДДІЛЮВАЧ**

Науковий керівник: асистент Люлька Д.М.

В харчовій промисловості для відокремлення води та домішок від корне-, бульбоплодів використовується барабанний водовідділювач, барабан якого набрано зі звичайних прутків круглого перерізу та розміщених з зазором один від одного. Зазор виконують таким, щоб при даних потоках продукту і транспортерно-мийної води проходило повне розділення фракцій.

Недоліком цього пристрою є: травмування сировини, зменшення величини живого перерізу внаслідок забивання отворів між прутами домішками, і як наслідок втрата працездатності такого водовідділювача.

Запропонована нами модернізація дасть можливість ліквідувати вказані вище недоліки за рахунок можливості переміщення корне-, бульбоплодів одночасно у трьох площинах, що сприяє механічній взаємодії коренеплодів між собою та дозволить відділити домішки з поверхні коренеплодів, а також зменшить ймовірність забивання зазорів між прутами барабану водовідділювача.

Модернізований барабанний водовідділювач складається з ситчатого барабана, закріпленого на валу, та приводу. Ситчатий барабан набраний з прутів що в перерізі мають форму трапеції і розміщені паралельно осі барабана, причому меншою стороною трапеції звернені назовні та утворюють зовнішню поверхню барабана, по якій ковзає пластинчастий ніж, встановлений так, що ріжучою поверхнею опирається не менш ніж на 3 пруту, а сам вал встановлений на пружних опорах.

Дане технічне рішення призведе до:

- а) покращення самоочищення решітки водовідділювача за рахунок:
  - поздовжніх прутів трапецієвидного перерізу, що приварені до обичайки таким чином, що зовнішня поверхня барабану утворюється меншою стороною трапеції створює такий переріз між прутами, коли зазор між ними збільшується, що як відомо, забезпечує самоочищення решітки;
  - та встановлено барабан на валу, який може здійснювати вільні коливання під дією буряководяної суміші забезпечують його вільні хаотичні коливання, що дозволяють отряхувати ті домішки, які застрягли між прутами водовідділювача
  - у випадку, якщо зусиль при витрушуванні недостатньо для самоочищення решітки додатково встановлений пластинчастий ніж, який своєю ріжучою кромкою опирається на зовнішню поверхню барабану і зрізає домішки, які застрягли між прутами барабану.
- б) додаткове відділення домішок від буряків за рахунок інтенсивного перетирання буряків між собою та між поверхнею барабана внаслідок того, що після відділення води, буряки переміщуються до приймального бункеру всередині водовідділювального барабану по спіральній траєкторії.

Такий барабанний водовідділювач забезпечить підвищення ефективності очищення бульбо-, коренеплодів від домішок, дозволить використати ефект самоочисної решітки і вібрації для збільшення безперервної роботи водовідділювача без зупинки на здійснення очистки і профілактики фільтруючої поверхні.

На дану розробку барабанного водовідділювача отримано патент на корисну модель.

УДК 621.928.9

Мага В. – ст. гр. ХО-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЦИКЛОНІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Куц В.П.

Циклонні апарати згідно з ГОСТ12.2.043-80 входять в групу інерційного обладнання і утворюють в ній окремий вид. Видалення пилу в циклоні здійснюється в результаті використання відцентрової сили.

В харчовій промисловості циклони широко застосовуються для очистки вентиляційних і промислових викидів. Вони є найпоширенішим обладнанням для очистки повітря від пилу. Їх переваги – простота конструкції, надійність в експлуатації при порівняно невеликих капітальних і експлуатаційних затратах. Надійність циклонів обумовлена частково тим, що в їх конструкції немає складного механічного обладнання.

Капітальні і експлуатаційні затрати на пиловловлюючі установки, обладнані циклонними апаратами, значно менші, ніж відповідні затрати для установки з рукавними фільтрами, а тим більше, електрофільтрами.

Використовуються циклони в більшості випадків для грубої і середньої очистки повітря від сухого пилу, що не злипається. Фракційна ефективність їх в області фракцій пилу розміром 5-10 мкм порівняно невисока, що є їх основним недоліком.

Теорія відцентрової сепарації детально розглядається в ряді праць. Крім того, в багатьох роботах, присвячених питанням обезпилювання, викладаються теоретичні основи роботи циклона. Цінність теоретичних досліджень полягає в тому, що вони дозволяють виявити основні закономірності роботи циклонів.

В техніці обезпилювання застосовують значну кількість різних типів циклонів, які розрізняються між собою формою, співвідношенням розмірів елементів і т.д.

В залежності від способу підведення повітря до циклона розрізняють циклони з тангенціальним і спіральним підводом повітря. При інших рівних умовах циклони із спіральним підводом повітря мають вищу ефективність очистки.

Застосовують циклони праві (обертання потоку запиленого повітря за годинниковою стрілкою, якщо дивитись зверху) і ліві (обертання проти годинникової стрілки).

Циклони діляться на циклони високої продуктивності і циклони високої ефективності. Перші мають великий діаметр і забезпечують очистку значних об'ємів повітря. Ці циклони встановлюються як одиночні. Циклони другого типу порівняно невеликого діаметра (до 500-600 мм). Їх застосовують як групову установку, з'єднаних паралельно по повітрю.

В харчовій промисловості застосовуються циклони БЦ, УЦ, ОТИ, ЦОЛ, ВЦНІИОТ, СИОТ, циклони РИСИ з конусом - коагулятором, циклон, що регулюється, РЦ, циклон з перерозподілюючими лопатками, циклон з внутрішньою циркуляцією ЦВР, зокрема циклони УЦ-38 застосовуються для одиничної і батарейної установок на підприємствах крохмало-патокової промисловості, олійножирових підприємствах, які переробляють насіння бавовнику. Циклони ОТУ, ЦОЛ застосовуються на зернопереробних і харчових виробництвах, ступінь очистки до 97-98%. Циклони з конусом - коагулятором застосовуються в системах аспірації підприємств олійножирової промисловості, які переробляють насіння бавовнику, а також для вловлювання інших пилов.

Секція:

## Інформаційні технології

УДК 378.14:004

Абкадиров Ф.– ст. гр. КА-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

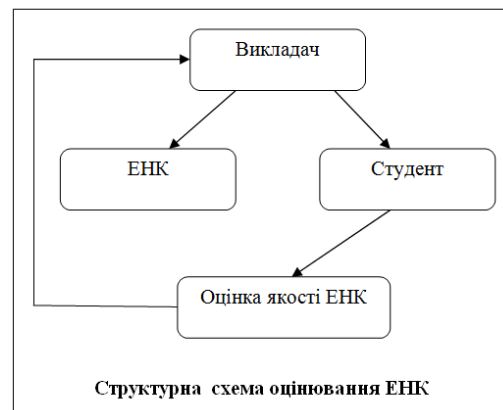
### **КОНТРОЛЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Шкодзінський О. К.

Одним із завдань Болонського процесу є створення глобального міжнародного освітнього середовища, головною перевагою якого є подання навчального матеріалу в дидактично уніфікованому й формалізованому вигляді та надання можливості його використання у будь-якому місці і у будь-який час незалежно від форми навчання студента. Сьогодні понад 60 відсотків найновіших наукових й освітніх даних у світі існує лише в електронній формі. Є всі підстави стверджувати, що сьогодні якість вищої освіти залежить від рівня впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) вищого навчального закладу.

Електронний навчальний курс (ЕНК) є одним із форм подання навчального матеріалу в електронному вигляді. Особливість електронного навчального курсу від інших електронних засобів навчання, полягає у тому, що ЕНК передбачений для оволодіння студентами навчальним матеріалом під керівництвом викладача. В процесі навчання студентів ЕНК безперервно змінюється та вдосконалюється.

В процесі зростання кількості ЕНК, зростає значущість питань якості цих курсів. Тому на базі LMS ATutor у ТНТУ був розроблений додатковий модуль, написаний на мові програмування PHP для оцінки якості електронних навчальних курсів. Цей модуль представляє собою анонімне анкетування, яке проходять студенти після отримання статусу «випускник» курсу, що свідчить про закінчення курсу. В анкетуванні використовуються два типи питань: вибір варіанту відповіді з множини відповідей та користувацький варіант відповіді, де студент може висловити свої побажання по покращенню ЕНК. Підрахунок результатів є повністю автоматизований. В результаті – викладач бачить усереднені результати по кожному питанню, може зробити висновки, і таким чином, удосконалити електронний навчальний курс.



На даному етапі модуль для оцінки якості ЕНК знаходиться в тестовому режимі. До наступного навчального року планується впровадити індекс якості курсу (ІЯК), який буде розраховуватись за результатами анкетування і який буде входити до існуючого коефіцієнту впровадження курсу (КВК). Таким чином, модуль буде готовий до повноцінного користування.

Запровадження системи оцінювання якості ЕНК дозволить:

- удосконалити електронні навчальні посібники з позицій змістовного наповнення та методики використання у навчальному процесі студентів;
- рекомендувати якісно підготовлені електронні навчальні курси до використання у навчальному процесу з грифом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту.

УДК 004.273

Андрейченко В. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ КОДУВАННЯ МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Литвиненко Я. В.

Кодування мовної інформації є актуальним завданням в інформаційних технологіях. І більш за все, воно не втратить своєї актуальності і в майбутньому. На даний момент завдання кодування мовної інформації повністю не вирішено, але їх застосування обмежене через необхідність виділення широкої смуги пропускання і неможливість роботи зі змінною швидкістю кодування.

Мовна інформація є важливим елементом будь-якої мультимедійної системи яка використовується під час передачі через телекомунікаційні канали. Тому особливу увагу привертають алгоритми цифрового оброблення мультимедійних даних, а також методом підвищення ефективності компресії та якісного відтворення мови за умов незначних втрат даних в каналі передачі інформації.

Методи кодування:

- Хвильовий метод кодування;
- Параметричне уявлення;
- Методи синтезу.

Джерелом інформаційних даних є мовний сигнал, можливою моделлю якого є нестационарний випадковий процес. При передачі мови в цифровій формі кожен тип сигналу при одній і тій же тривалості і однаковій якості вимагає різного числа біт для кодування і передачі.

Дана робота стосується перспективного методу кодування мовної інформації зі змінною швидкістю. Метою даної роботи є дослідити та запропонувати нові алгоритми роботи кодування мовних сигналів.

Проведений аналіз та дослідження алгоритмів кодування мовної інформації дали змогу встановити, що основними шляхами покращання якості алгоритму є використання:

- лінійного передбачення;
- сприйняття мовного сигналу людиною;
- маскування фрагментів, що мають незначне навантаження;
- динамічного розподілу біт під час кодування відліків;
- завадостійкого кодування найважливішої частини інформації;
- високо надмірного мовного сигналу і його стиснення.

В результаті дослідження складних алгоритмів кодування мовної інформації було виявлено незначне навантаження та динамічний розподіл біт під час кодування відліків і завадостійке кодування найважливішої частини інформації.

УДК 004.942

Погода О. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ РУСЛОВОГО СТОКУ РІЧКИ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Литвиненко Я. В.

Однією з основних галузей потенційного застосування моделей є короткотермінове прогнозування річкового стоку. Прогнози, що отримують на подібних моделях, створюють основу для прийняття рішень відносно попередження і регулювання повеней, а також регулювання річкового стоку. Надійність таких рішень і збитки та вигоди, що пов'язані з ним, визначаються достовірністю відповідних прогнозів.

Саме тому, дослідження та прогнозування процесів руслового стоку річки у реальному часі тривалий час відігравало для людей життєво важливу роль. Воно проводиться для вирішення проблем, пов'язаних із удосконаленням системи водного транспорту, що функціонував на штучно створених та природних водотоках. Також таке дослідження служить для вироблення необхідних засобів з метою захисту життя та власності населення від можливих наслідків повеней.

Завданням нашої роботи є визначення достовірності прогнозів, яке залежить головним чином від того, наскільки точно математична модель відтворює реакцію водозбірного басейну на дощові опади. А інший важливий фактор, що визначає достовірність гідрологічного прогнозування - характер наявних даних про дощові опади і поверхневий стік.

Якщо цю інформацію ми отримаємо у реальному часі, прогнозовані значення параметрів стоку можна скоригувати на будь-який момент часу по мірі отримання нової інформації.

Слід зазначити, що для прогнозування у реальному часі необхідна модель, яка має враховувати лінійність об'єкту що розглядається. Один із декількох способів настройки моделі передбачає, що ця модель працює за принципом оберненого зв'язку - вихідні сигнали на поточний момент часу вираховуються залежно від вихідних сигналів природної системи, що спостерігалися у попередні моменти часу.

Отже, у процесі дослідження було використано ряд моделей для прогнозування швидкості розповсюдження і форми хвилі паводку під час її руху по каналах, річках та водосховищах. З допомогою відповідних програмних та апаратних засобів ми одержали прогнозовані результати.

УДК 004.4

Деренівський О. – ст. гр. П-41

*Гусятинський коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## **ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНО-ОСВІТНЬОГО САЙТУ ЦИКЛОВОЇ КОМІСІЇ**

Науковий керівник: Барціховська К.І.

З кожним роком все більше сервісів публікуються у Всесвітній павутині. Не стало винятком створення дистанційних навчальних порталів, бібліотек та дистанційних програм навчання. Основною перевагою таких сервісів є охоплення величезної міжнародної аудиторії користувачів з невеликими затратами ресурсів. З розширенням доступу до мережі Інтернет в галузі освіти відповідно збільшився запит на отримання інформації науково-педагогічного та методичного змісту через глобальну мережу. Навчальні заклади впроваджують саме такі освітні сайти для покращення якості надання навчальних послуг та збільшення конкуренції.

У роботі спроектовано та створено сайт, що надає студентам навчального закладу навчально-довідкові матеріали для отримання освіти.

Розмітка сайту реалізована з допомогою тегів HTML. Єдине стильове оформлення створено каскадними таблицями стилів CSS. Оформлення сайту просте та зрозуміле, щоб зосередити роботу користувача на освітніх послугах. Візуальні ефекти реалізовані з допомогою сценаріїв JavaScript. Для збільшення швидкості обробки даних використано технологію AJAX, яка дозволяє зробити сайти більш інтерактивними.

Для реалізації проекту виділено та налаштовано web-сервер та сервер баз даних. Оскільки портал є динамічною системою то вся логіка запрограмована на мові PHP. Усі навчально-довідкові дані зберігаються у базі даних. Web-сервер надає доступ до матеріалів як у локальній мережі так і в мережі Internet.

Сайт розділений на дві частини, перша – публічна (для користувачів) надає довідково-освітні послуги, друга – адміністративна для викладачів. Публічна частина надає доступ до навчально-методичних матеріалів. Усі дисципліни поділені по циклових комісіях для пришвидшення пошуку. Дисципліна містить перелік матеріалів занять. Кожне заняття може бути представлене текстовою інформацією, PDF-файлом або презентацією, іншими медіа-матеріалами.

До адміністративної частини мають доступ викладачі навчального закладу та адміністратор порталу, передбачено авторизацію за допомогою логіну та паролю. Кожен викладач має доступ лише до своїх матеріалів, що зменшує ризики втрати чи спотворення інформації. Усі категорії керування контентом розподілені вкладками:

- Нова дисципліна – створення нової навчальної дисципліни;
- Керування дисциплінами – редагування та знищення дисциплін;
- Нове заняття – створення заняття для дисципліни;
- Додати файл до заняття – додавання PDF файлу до заняття;
- Керування заняттями – редагування та знищення занять.

Для створення та редагування текстової інформації занять на сторінці розміщено зручний візуальний текстовий редактор, який дозволяє швидко вносити зміни в текст. Для зменшення кількості помилок при внесенні реквізитів створено перевірку полів форм під час введення даних як у клієнтській так і у серверній частині.

УДК 004.422

Бойко О. – ст. гр. П – 41

*Гусятинський коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## **ЕЛЕКТРОННИЙ ЖУРНАЛ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ КОЛЕДЖУ**

Науковий керівник: Оляніна Н. В.

Освітній процес в навчальному закладі спрямований на вирішення навчально-виховних та професійних завдань, кожне з яких характеризується дидактичною завершеністю. Обов'язковим компонентом цього процесу є контроль знань, умінь та навичок, тобто перевірка його результативності.

Зазвичай, все це фіксується в паперовому журналі. Однак вже не є новинкою гідний аналог – електронний журнал успішності. Його використання полегшує доступ до інформації про поточну успішність студента, дозволяє виконувати різні статистичні запити для наступного аналізу діяльності на педагогічній раді, а також оперативно отримувати підсумкові відомості, звіти та рейтинги успішності.

«Електронний журнал» забезпечує: розподілений рівень доступу; ведення базиданих студентів; ведення базиданих викладачів; ведення гнучкої шкали оцінок у журналі; ведення звітності за результатами підсумкового контролю відповідно до робочого навчального плану.

Інформаційна система «Електронний журнал», складається з бази даних (як сервер баз даних використовується СУБД MySQL) і клієнт-серверного додатка, реалізованого мовою PHP.

Інформаційна система має три незалежних рівня доступу: адміністратор, викладач і студент. Перед тим, як увійти в систему, користувач (адміністратор чи викладач) повинен авторизуватися, увівши логін, призначений йому при реєстрації в системі, і пароль. Студент може здійснювати вхід за прізвищем та номером залікової книжки.

Журнал успішності студентів дозволяє здійснити реєстрацію й контроль відвідування, перегляд і додавання оцінок студентів з контрольних робіт, практичних занять, лабораторних робіт, заліків, іспитів, ввести проміжну атестацію й виставити підсумкові оцінки.

Дані студентів заносяться в базу даних і прикріплюються до певної групи в ієрархічному дереві, де факультети, групи й підгрупи є різними рівнями, що дозволяє виконувати вибірку по групі, спеціальності, курсу, факультету.

Для заповнення журналу викладач вибирає назву предмету, форму заняття й групу, вказує час його проведення або номер пари. Система автоматично розраховує середнюоцінку, суму балів, успішність і якість за вибраний період для кожної групи.

Важливий аспект впровадження електронних журналів – політика доступу, тобто, хто має право переглядати оцінки учнів та виставляти їх. Адміністратор може вибрати один із варіантів перелічених вище. Така структура організації системи надає вільний доступ до інформації і водночас захищає її від несанкціонованих дій чи перегляду особами, які не мають до неї ніякого відношення.

Отже, враховуючи швидкий розвиток сучасних технологій, можна сказати, що електронний журнал успішності є гідною заміною свого паперового аналога. Головною його перевагою є відкритий і швидкий доступ студентів і їх батьків до перегляду оцінок через мережу Інтернет. Однак, все це можливе при правильно продуманій схемі доступу до перегляду редагування та додавання інформації.



УДК 621.326

Потій А. – ст. гр. РТ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОСВІТЛЕНOSTІ СПОРТИВНИХ МАЙДАНЧИКІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Гладько Ю.Б.

Важливу роль на сучасному етапі розвитку комп'ютерної техніки відіграє застосування засобів автоматизованого проектування для вирішення різноманітних інженерних проблем. Однією з таких важливих задач у галузі світлотехніки є розробка програмного забезпечення для розрахунку та оптимізації схеми розміщення і направлення джерел світла при освітленні закритих приміщень. Завданням для розрахунку є нормативи освітленості різних зон (секторів) приміщення у різних режимах роботи. Метою розрахунку є створення такої освітлювальної системи з вибором кількості, місць установки та характеристик світлових джерел, якіб забезпечували вказані нормативи при найменшій вартості обладнання та споживаній потужності від електричної мережі.

Однією із найбільш актуальних проблем вважається розрахунок освітленості закритих спортивних майданчиків (спортивних залів). Характерною особливістю закритих приміщень є мала висота підвіски прожекторів, їх установка переважно на стелі приміщення, можливість їх розподілу по довжині та ширині приміщення. Режими освітленості змінюються від режиму прибирання, який не ставить особливих вимог до рівня освітленості, до режиму трансляції по телебаченню згідно вимог олімпійського комітету. Останній із вказаних режимів і є основним для формулювання вимог до якості освітлення, що характеризується такими показниками, як рівень освітленості у горизонтальній та вертикальних площинах, нерівномірність освітленості, захисний кут та освітленість у перших рядах глядачів.

Представлена робота – це спроба реалізації вищезазначених проблем у вигляді комп'ютерної програми розрахунку освітленості закритих спортивних приміщень. Програма реалізована на мові візуального програмування Delphi 6. У програмі можливо задавати розміри приміщення прямокутної форми та зони, де контролюється рівень освітленості. Місця установки прожекторів визначаються на першому етапі реалізації програми вручну, а напрямки їх оптичних осей можуть переміщатися у довільну точку. Метою програми є визначення оптимальної кількості, можливих місць установки та направлення прожекторів для досягнення прийнятних значень горизонтальної та вертикальної освітленості при забезпечення допустимої нерівномірності освітленості.

Реалізована програма – перший крок у створенні програмного забезпечення для оптимального проектування освітлювальних систем. Метою подальшої оптимізації є мінімізація кількості прожекторів, підбір декількох різновидів для одночасної роботи, оптимізація світлового потоку у різних зонах майданчика та різних режимах – трансляції, тренування, прибирання, аварійному.

Розроблена програма використовується у проектуванні освітлювальних установок для стадіонів та закритих арен на ВАТ "Ватра".

УДК 681.326.06

Ракуш Р. – ст. гр. РТ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КОМП'ЮТЕРНІ ВІРУСИ ЯК БІЗНЕС**

Науковий керівник: ас. Семенишин Г.М.

Поширення комп'ютерних вірусів стає все більш поширеним бізнесом. Причому не тільки для їх авторів, але і для тих, хто з цими вірусами бореться. Бо процвітання компаній, які випускають антивірусні програми не являється несподіванкою ні для кого "Якщо є зброя, то знайдеться і захист". Для інших- це хоббі. Хоббі- збирання вірусних колекцій і хоббі- написання вірусів. З останнього, до речі, починав видатний Ігор Данілов. Для третіх- створення вірусів просто спосіб показати свою зухвалість і незалежність, в деяких колах подібна діяльність просто необхідна для підняття свого престижу. Ще для когось віруси це вивір; зустрічаються ж лікарі по призначенню, це значить, може бути і комп'ютерний лікар по призначенню. Для деяких віруси служать приводом пофілософствувати, на теми створення і розвитку комп'ютерного життя. Для інших віруси- це також стаття кримінального кодексу. В тій же Росії, наприклад, тільки за написання вірусів засуджують до 5 років ув'язнення, правда, з моменту нововведення в дію ні одного діла по даній статті заведено не було. А для багатьох користувачів комп'ютерів віруси- це щоденна головна біль і турбота, причина збоїв в роботі комп'ютера і ворог номер один.

Ситуація з вірусами корінним чином змінилась декілька років тому. Якщо до того моменту кожний був зайнятий безпекою свого комп'ютера і своїх даних, то із збільшенням кількості машин, з появою корпоративних ліній, виходом в Internet проблема постала по-новому. Раніше віруси пробірались на робочі місця з піратського диска. Зараз з ліцензійним ПЗ. все налагоджується, і ігри на робочому місці частково заборонені, але ... Без заперечення, що WORD і EXCEL де-факто являються міжнародними стандартними документами, а макровіруси не пишуть тільки ліниві. При достатньо активному документообороті, як з західними партнерами, так і в середині держави, макровіруси можуть повністю паралізувати роботу компанії, на заході вже таке практикувалось. Друга проблема- INTERNET. Нема ніякої гарантії, що на файлових серверах вам не дадуть пару-другу вірусів.

Сучасний стан розвитку комп'ютерних технологій породив ще одну важливу проблему – захист мобільних засобів від небажаного впливу та збереження персональних даних. В світі мобільного вірусного ПЗ домінують програми, які відсилають платні СМС на короткі номери, дзвонять на платні міжнародні номери телефону, оплачують непотрібні власнику телефону мобільні послуги, іноді сумнівного змісту, крадуть персональні дані про телефонну книжку, платні сервіси, інтернет-банкінг тощо.

На кінець 2010 року зафіксовано більше 150 сімейств та 1000 модифікацій вірусного програмного забезпечення для смартфонів під різні операційні системи – Symbian, Andriod, Windows Mobile, Windows CE.

Для боротьби із вірусними перешкодами як у персональних комп'ютерах, так і у мобільних пристроях необхідно застосовувати антивірусне програмне забезпечення, нпйбільш популярне на нашій території – це Антивірус Касперського, DrWeb, Nod32, Avira, Avast та новий антивірус Майкрософт, що безплатно встановлюється на комп'ютерах з ліцензійною операційною системою Windows.

УДК 004.934.1

Гнида В. – ст. гр. КАм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОБЛЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ ЛЮДИНИ**

Науковий керівник: к.т.н. доцент Бадищук В. І.

**Розпізнавання мови** — процес перетворення мовного сигналу в текстовий потік. Часто використовується у наборі технологій, що дозволяють керувати комп'ютером, використовуючи людський голос.

Перший пристрій для розпізнавання мови з'явився в 1952 році, він міг розпізнавати вимовлені людиною цифри. В 1964 році на ярмарку комп'ютерних технологій у Нью-Йорку було представлено пристрій IBM Shoebox.

Збільшення обчислювальних потужностей мобільних пристроїв дозволило і для них створити програми з функцією розпізнавання мови. Серед таких програм варто відзначити Microsoft Voice Command, яка дозволяє працювати з багатьма прикладними програмами за допомогою голосу. Наприклад, можна включити відтворення музики в плеєрі або створити новий документ.

У комп'ютерах Apple Macintosh у налаштуваннях системи є вбудована функція Speech, що здатна аналізувати команди користувача при натисканні певної клавіші, або якщо команді користувача передують ключові слова.

Інтелектуальні мовні прикладні програми, що дозволяють автоматично синтезувати і розпізнавати людську мову, є наступним етапом розвитку інтерактивних голосових систем IVR. Використання інтерактивного телефонного програмного забезпечення в даний час є не даниною моді, а життєвою необхідністю. Зниження навантаження на операторів контакт-центрів і секретарів, скорочення витрат на оплату праці і підвищення продуктивності систем обслуговування — ось тільки деякі переваги, що доводять доцільність подібних програм.

Однак, прогрес не стоїть на місці і останнім часом у телефонних інтерактивних програмах все частіше використовують системи автоматичного розпізнавання і синтезу мови. У цьому випадку спілкування з голосовим порталом стає природнішим, оскільки вибір в ньому може бути здійснений не тільки за допомогою тонового набору, але і за допомогою голосових команд. При цьому системи розпізнавання є незалежними від дикторів, тобто розпізнають голос будь-якої людини. Основною перевагою голосових систем є доброзичливість до користувача — він позбавляється від необхідності продиратися крізь складні і запутані лабіринти голосових меню. Тепер достатньо вимовлення мети дзвінка, після чого голосова система автоматично перемістить абонента в потрібний пункт меню.

Наступним кроком технологій розпізнавання мови можна вважати розвиток так званих Silent Speech Interfaces (SSI) (Інтерфейсів Безмовного Доступу). Ці системи обробки мовлення базуються на одержанні й обробці мовних сигналів на ранній стадії артикуляції. Даний етап розвитку розпізнавання мови викликаний двома істотними вадами сучасних систем розпізнавання: надмірна чутливість до шумів, а також необхідність чіткої і ясної вимови при звертанні до системи розпізнавання. Підхід, заснований на SSI, полягає в тому, щоби використовувати нові сенсори, що не піддаються впливу шумів, як доповнення до оброблених акустичних сигналів.

Управління об'єктами за допомогою мови відкрило б широкі перспективи перед автоматизацією у багатьох галузях людської діяльності і надало б можливість спілкування з машинами.

УДК 004

Джур Н. - ст. гр КТм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВСТАНОВЛЕННЯ І ОБСЛУГОВУВАННЯ ЦИФРОВОЇ ТЕЛЕФОННОЇ СИСТЕМИ HYBREX GDS 600 У ВНУТРІШНІЙ ТЕЛЕФОННІЙ МЕРЕЖІ ТОРГОВИХ ФІРМАХ**

Науковий керівник: к.т.н. Тотосько О. В.

Система GDS-600 це сучасна ISDN цифрова гібридна телефонна система, що працює на основі програми, захистом в процесорі, і цифровим управлінням з тимчасовим поділом каналів. Система GDS-600 спеціально сконструйована для застосування в різних ділових, виробничих і житлових приміщеннях. В основу конструкції системи закладена можливість стикування з найбільшим числом різних пристроїв зв'язку. Цифрові системні телефони HYBREX дають користувачеві велику кількість зручних функцій для зв'язку з абонентами. Особливу увагу приділяється сумісності з такими пристроями, як факси, автовідповідачі, телефони з радіоподовжувача, комп'ютерні модеми та інше обладнання для дому і офісу.

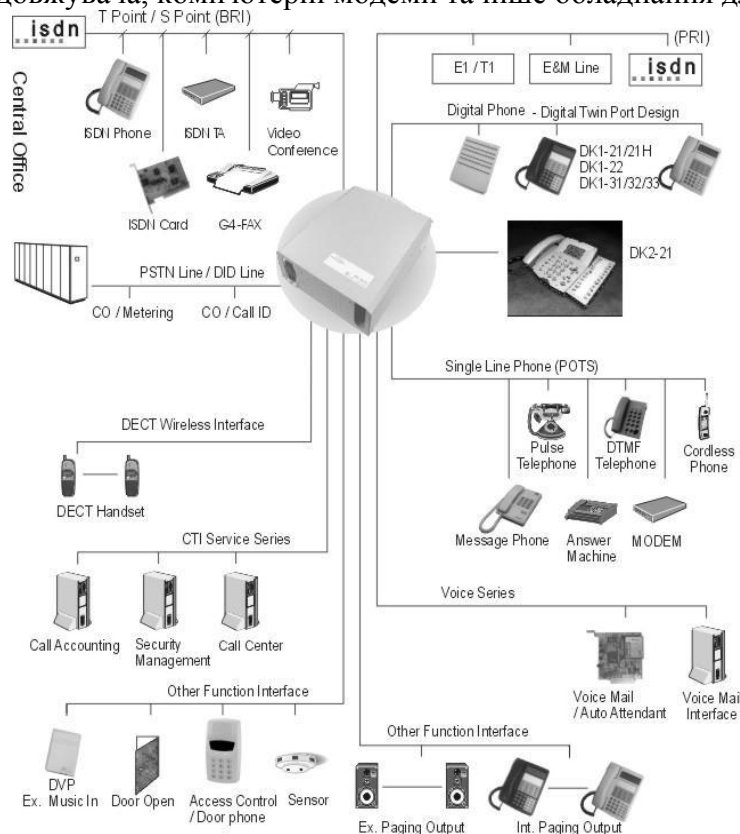


Рисунок 1 Схема сумісності цифрової станції Hybrex GDS 600 з іншими засобами зв'язку.

Цифрова телефонна станції Hybrex GDS 600 є економічно і ефективно вигідною в експлуатації так як підтримує 24 ISDN PRI каналів. Всі системи GDS-600 готові до експлуатації відразу після розпакування, що робить її простою в установці. Широкий набір наявних різних типів плат інтерфейсу, що забезпечує легкий процес модульного розширення.

### **Література.**

1. INVEX Telecom. Коммутационная система **HYBRID** «со всеми удобствами»
2. INVEX Telecom. Инструкция по инсталляции Hybrex GDS 600.

УДК 004.4

Пілат Ю. – ст. гр. ІНФ-23

*Волинський національний університет імені Лесі Українки*

## **ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРОБКА КЛАВІАТУРНОГО ТРЕНАЖЕРА "КОЛОБОК"**

Науковий керівник: старший викладач Павленко Ю.С.

Уміння людини працювати на комп'ютері багато в чому визначається її здатністю швидко і грамотно набирати тексти. Для розвитку таких умінь застосовують спеціальне програмне забезпечення навчального призначення – клавіатурні тренажери. Вони орієнтовані як на новачків, так і на досвідчених користувачів. При чому програми-тренажери враховують спеціалізацію людини (наприклад, на роботу з числами або текстом) і залежно від цього моделюють вправи.

При розробці програми клавіатурний тренажер, було досліджено основні принципи побудови і функціонування програмного забезпечення такого виду. Зокрема, визначено, що використання клавіатурних тренажерів призначене для навчання "сліпого" методу друку із залученням десяти пальців рук, збільшення швидкості набору тексту, зменшення кількості опечаток, покращення ритмічності набору (дозволяє зменшити втомлюваність при наборі).

Проектування і подальша програмна реалізація буде утворюватися на застосуванні алгоритмів опрацювання статичних і динамічних масивів. Для забезпечення можливості "сліпого" набору реалізована класична машинописна методика, яка полягає в сукупності вправ, тренувальних фраз, текстів, і дозволяє користувачу набутися, як мінімум, середню швидкість – 100-120 знаків за хвилину при нетривалому часі навчання на клавіатурному тренажері. Згідно даної методики клавіатурний тренажер "Колобок" пропонує набір вправ в такому порядку:

- окремі букви, сполучення букв, короткі слова, довгі слова, фрази, текст;
- перехід від основного ряду клавіатури до верхнього і нижнього;
- початок роботи вказівними пальцями з поступовим залученням інших, до мізинців.

Особливості розробленої програми-тренажера "Колобок":

- забезпечення персоніфікованого входу в програму за логіном і паролем;
- можливість набору тексту з зовнішнього файлу;
- можливість підсвічування робочих областей пальців на віртуальній клавіатурі;
- налаштовуваний інтерфейс;
- відображення відсоткового співвідношення позиції в тексті та кількості помилок;
- наявність рядка відображення зміни швидкості протягом уроку, годинника;
- звуковий супровід протягом уроку;
- повна підтримка юнікоду;
- запам'ятовування позиції в курсі навчання з метою продовження курсу при наступному вході в програму;
- вбудовано клавіатуру Дворака;
- відкритий код.

В подальшому можливе удосконалення роботи програми за рахунок використання нових типів вправ, роботи над помилками, ведення статистики, зміни оформлення інтерфейсу та ін.

УДК 378.14:004

Бек М.– ст. гр. КА-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

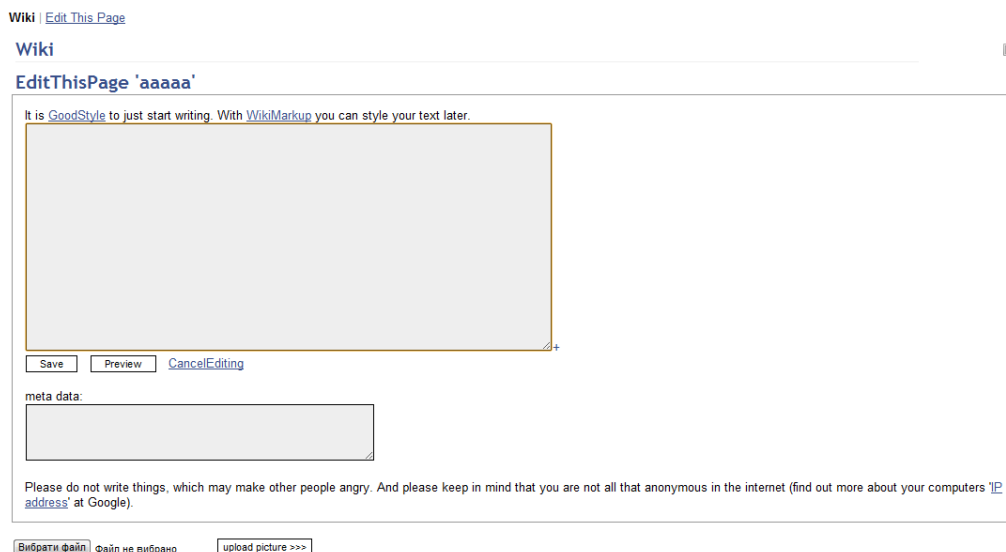
## **ВІКІ-ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Шкодзінський О. К.

Беручи до уваги, те що сьогодні дуже швидко розвиваються інформаційні технології, впроваджуються новітні методи збирання, обробки, зберігання, розповсюдження, відображення і використання інформації, вікі-технології є одним з найбільш дієвих методів досягнення цього, оскільки користувачі самі можуть додавати чи редагувати статті, і пошук потрібної інформації стає легшим через те, що потрібна інформація може бути вже кимось додана на вікі-сайт (наприклад вікіпедія).

В системах електронного навчання вікі-технології допоможуть розвинути співпрацю студентів і викладачів. Студенти зможуть брати безпосередню участь у наповненні електронного навчального курсу (ЕНК) навчальним матеріалом чи виконувати індивідуальні домашні завдання задані викладачем.

З метою впровадження таких можливостей на базі LMS ATutor у ТНТУ був розроблений вікі-модуль, який був перероблений з базового вікі-модуля доступного для завантаження з офіційного сайту LMS ATutor. Даний модуль написаний на мові програмування PHP і використовує СУБД MySQL. Користувачі зареєстровані в ЕНК можуть додавати свої статті, які доступні лише для перегляду і редагування в межах курсу, тобто користувачі, які не мають доступу до курсу не мають можливості переглядати і редагувати статті. Це дає змогу зекономити час викладачам і студентам, а також користувачі самі будуть наповнювати курс матеріалами, які на їх думку, є доцільними для використання в цілях вивчення того чи іншого предмету. Інструктори (викладачі) зможуть слідкувати за змінами матеріалу та у випадку «вандалізму» зможуть з легкістю виправити статті, які були не коректно відредаговані чи видалені недобррозуміливими студентами і з легкістю знайти тих хто зробив ці зміни.



На даний момент модуль знаходиться на завершальній стадії розробки. І найближчим часом буде запущений у тестовому режимі, для перевірки його на помилки та відлагодження.

УДК 621.396.946.2

Бендасюк Н.– ст. гр. РТ-72

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

## ПІДСИСТЕМА ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ НАНОСУПУТНИКА

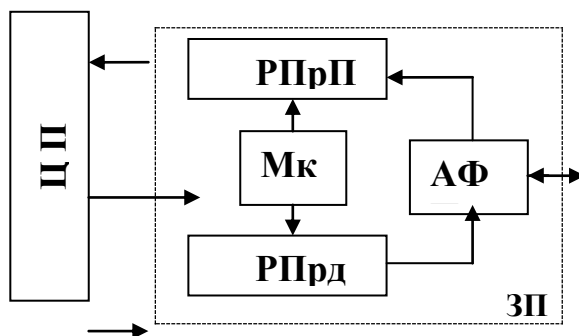
Науковий керівник: к.т.н. Рассамакін Б. М.

Наносупутник призначений для проведення наукових та прикладних досліджень в області дистанційного зондування Землі на навколоземній орбіті з орієнтацією на сонце. Запропоновані наукові, технічні та технологічні рішення забезпечують використання та впровадження нових принципів управління рухомими об'єктами, розробку новітніх чутливих елементів навігаційних систем, використання розроблених методів терморегулювання та енергозбереження, зв'язку, телекомунікації.

Підсистема зв'язку – одна з основних систем, що дає можливість керувати наносупутником на відстані та отримувати інформацію про його стан. До її складу входять приймач, передавач, антенно-фідерні пристрої приймальної та передавальної апаратури, високочастотні та з'єднувальні кабелі. Також є необхідність наявності резервних каналів зв'язку, для забезпечення безперебійної роботи платформи в цілому.

Система забезпечує прийом даних, що передаються з наземної станції управління на борт наносупутника і передачу даних на наземну станцію управління на двох діапазонах: 435 МГц та 2.4 ГГц. Вибір цих двох діапазонів обумовлений їх доступністю для використання (відведені радіоаматорам) та особливостями інформації, що передається. Передача телеметрії в напрямі борт-Земля, результати навігаційних вимірів, результати роботи підсистем платформи, команди негайного виконання – в діапазоні 435 МГц. Результати роботи підсистем корисного навантаження – в діапазоні 2.4 ГГц. Максимальна швидкість передачі інформації в даному діапазоні значно більша ніж на 435 МГц.

Структурна схема системи:



**ЗП** – зв'язкова підсистема; **ЦП** – центральний процесор; **РПрП** – приймач; **Мк** – мікроконтролер; **РПрд** – радіопередавач; **АФ** – антенно-фідерний пристрій.

Керування приймачем та передавачем, збором телеметричних даних виконується за допомогою вбудованого мікроконтролера. Сигнали на нього поступають від центрального процесорного блоку, що видно зі структурної схеми.

Для стабільності роботи системи обов'язково мають виконуватись вимоги технічного завдання, яке складається окремо.

УДК 004.052.3:004.056.3

Бігус А. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМИ РЕЗЕРВУВАННЯ ДАНИХ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Мацюк О.В.

Зростання об'ємів даних, зростання вимог до надійності зберігання та швидкодії доступу до даних роблять необхідним виділення засобів зберігання в окрему підсистему обчислювального комплексу (ОК).

Роль та важливість системи зберігання визначаються постійно зростаючою цінністю інформації у сучасному суспільстві; можливість доступу до даних і управління ними є необхідною умовою для виконання бізнес-процесів.

Втрачені обчислювальні ресурси можна відновити, а втрачені дані, за відсутності грамотно спроектованої і впровадженої системи резервування, вже не підлягають відновленню.

За даними журналу Gartner, серед компаній, які постраждали від катастроф і пережили велику незворотну втрату корпоративних даних, 43% не змогли продовжити свою діяльність.

Система зберігання даних призначена для організації надійного зберігання даних, а також відмовостійкого, високопродуктивного доступу серверів до пристроїв зберігання. Існуючі в даний час методи щодо забезпечення надійного зберігання та відмовостійкого доступу до даних - це дублювання, копіювання, резервне копіювання.

Так, для захисту від відмов окремих дисків використовуються технології RAID, які застосовують дублювання даних, що зберігаються на дисках. Для захисту від логічного руйнування даних, викликаних збоями в обладнанні, помилками в програмному забезпеченні або невірними діями обслуговуючого персоналу, застосовується резервне копіювання, яке теж є дублюванням даних. Для захисту від втрати даних внаслідок виходу з ладу пристроїв зберігання з причини техногенної або природної катастрофи, дані дублюються в резервний центр.

Відмовостійкість доступу серверів до даних досягається дублюванням шляхів доступу. Згідно даної ідеї, дублювання полягає в наступному: мережа будується як дві фізично незалежні мережі, ідентичні по функціональності і конфігурації. Відмова обладнання, зміна конфігурації або регламентні роботи на одній з мереж не впливають на роботу іншої. У дисковому масиві відмовостійкість доступу до даних забезпечується дублюванням RAID-контролерів, блоків живлення, інтерфейсів до дисків і до серверів. Для захисту від втрати даних віддзеркалюються ділянки кеш-пам'яті, що беруть участь в операції запису. Шляхи доступу серверів дублюються. Для перемикання з каналу, який вийшов з ладу, на резервний, а також для рівномірного розподілу навантаження між усіма каналами зв'язку, на серверах встановлюється спеціальне програмне забезпечення.

Необхідну продуктивність доступу серверів до даних можна забезпечити створенням виділеної високошвидкісної транспортної інфраструктури між серверами і пристроями зберігання даних. Використання сучасних дисків з достатнім об'ємом кеш-пам'яті і продуктивності, що не мають "вузьких місць", з внутрішньою архітектурою обміну інформацією між контролерами та дисками, дозволяє здійснювати швидкий доступ до даних. Оптимальне розміщення даних по дисках різного об'єму і продуктивності, з потрібним рівнем у залежності від класів додатків (СУБД, файлові сервіси і т.д.), є ще одним способом збільшення швидкості доступу до даних.



УДК 004.051

Білінська Л. – ст. гр. СН – 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДИ SEO ОПТИМІЗАЦІЇ ВЕБ-САЙТУ ДЛЯ ПОШУКОВИХ СИСТЕМ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

SEO-оптимізація (Search Engine Optimization) веб-сайту для пошукових систем – це внутрішня оптимізація HTML-коду сайту, його тексту і структури, а також зовнішні роботи, направлені на підвищення цитованості Internet-ресурсу іншими сайтами з метою підняття його рейтингу у видачі результатів роботи пошукових систем.

Методи оптимізації можна розділити на два класи, проте останні події в світі пошукових систем дають зрозуміти, що це розділення вельми умовне - будь-яка маніпуляція певними параметрами сайту може бути розцінена шукачем як вкрай небажаний вплив на його результати. Так, будь-яка спроба маніпулювання пошуковими результатами прямо заборонена в ліцензії на використання пошукової системи.

Біла оптимізація – оптимізаційна робота над ресурсом без застосування офіційно заборонених кожною пошуковою системою методів розкручування ресурсу – без впливу на пошукові алгоритми сайтів. Це включає роботу над самим сайтом, а саме над внутрішньою навігацією і вмістом, і роботу із зовнішнім середовищем сайту, тобто просуванням сайту, що оптимізується, шляхом оглядів, прес-релізів, реєстрації в соціальних закладках, партнерських програм і тому подібне, і вказуваннями посилань на сайт. Слід зазначити, що якщо який-небудь метод оптимізації не є офіційно забороненим, це не означає, що його можна застосовувати.

До сірої пошукової оптимізації можна віднести додавання великої кількості ключових слів в текст сторінки, часто в збиток читабельності для людини, наприклад: «Масло масляне, тому що в ньому є масляно-виробничі масляні жири». При цьому оптимізація полягає спочатку в підборі ключових запитів для конкретної веб-сторінки, визначенні розміру цільового «SEO-тексту» і необхідної частоти ключових слів в ньому, а потім у формулюванні пропозицій і фраз, що містять в собі ключові запити певну кількість разів в різних відмінках, єдиному і множинному числі, при різних формах дієслів. Ці параметри можуть потім коректуватися за наслідками видачі пошукових систем. При цьому завдання SEO-копірайтера – написати оригінальний текст так, щоб подібна оптимізація була як можна менш помітного «живому» читачеві (і зокрема модератору пошукової системи). Широко застосовується також включення ключового запиту в HTML-теги title, h1 і атрибут meta keywords.

Сіра оптимізація відрізняється від чорної тим, що вона офіційно не заборонена, але її використання все одно може бути розцінене як неприродне завищення популярності сайту. Деякі пошукові системи, наприклад, Google, можуть тимчасово або постійно блокувати такий сайт. Тобто кінцеве рішення про те, чи є методи просування законними чи ні, приймає фахівець - модератор пошукової системи, а не програма.

Способами чорної оптимізації є використання doogway (сторінок і ресурсів, створених спеціально для роботів пошукових систем), прийом під назвою cloaking (користувачеві віддається одна сторінка, читабельна, а пошуковому роботіві - інша, оптимізована під будь-які запити), використання прихованого тексту на сторінках сайту, використання «однопіксельних посилань».

SEO-оптимізація і розкручування сайтів є одним з найважливіших інструментів Internet-реклами по своїй дії і ефективності щодо невисокої вартості.

УДК 004.414.2

Білінська Л. – ст. гр. СН – 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОБОЧОГО МІСЦЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Мацюк О.В.

АРМ (автоматизоване робоче місце) обліку ТМЦ (товарно-матеріальні цінності) спеціального призначення – це програмно-технічний комплекс індивідуального використання, призначений для автоматизації розв’язання задач з обліку наявності та руху ТМЦ безпосередньо на робочих місцях працівників відділу обліку та планування за допомогою ПЕОМ.

При розробці АРМ повинні враховуватися наступні вимоги:

- максимальна орієнтація на кінцевого користувача, продумана схема повідомлень на екрані, вид повідомлень, паролі для входу в систему, мова діалогу;
- принцип професійної направленості, який передбачає виконання на АРМ працівниками тільки тих функцій, які притаманні для даного обліку;
- формалізація професійних знань, яка знаходить відображення в інформації та програмному забезпеченні АРМ.

Початкове налагодження АРМ проводиться безпосередньо на місці. Розробка, включає автоматизований розв’язок ряду задач: внесення ТМЦ, їх переміщення, видача звітів у розрізі класів та підкласів ТМЦ, а також за структурними підрозділами.

Запропоноване АРМ реалізує такі основні функції:

- ведення БД (бази даних);
- введення даних про ТМЦ на балансі підприємства;
- фіксування переміщення ТМЦ в організації;
- видача даних по запиту користувача;
- видача форм статистичної звітності і вихідних форм для користування;
- друк статистичних звітностей, вихідних форм та даних.

У даній системі користувач сам здійснює введення інформації з первинних документів, які надходять на протязі місяця. Введена інформація підлягає візуальному контролю, який заключається у перегляді на екрані дисплею набраної інформації і звірці її з первинними документами, а також програмному контролю, який реалізується за допомогою спеціальних програмних модулів. Ці програми перевіряють діапазон змін значення атрибуту, тип і наявність його у довіднику. При знаходженні помилки видається відповідне повідомлення і користувач здійснює редагування введеної інформації. Процес вводу супроводжується наданням допомоги вибору із довідників відповідних атрибутів, що забезпечить безпомилковий ввід. При необхідності можна знищити непотрібні записи та роздрукувати вміст масивів БД.

Таким чином, на основі вище наведеного можна назвати основні переваги автоматизації обліку, наявності та руху ТМЦ за допомогою створеного пакету ПЗ “АРМ працівника відділу обліку та планування”:

- полегшення роботи працівника. Працівник відділу обліку та планування звільняється від рутинної праці і може більше часу приділити для інших своїх функцій;
- ліквідація ймовірності появи помилок, які є при ручних розрахунках;
- перевірка інформації на коректність;
- розвинутий інтерфейс, що дає можливість працювати користувачу, який мало знайомий з ПЕОМ і спрощує його дії до мінімуму.

УДК 004.89:004.4

Булик М. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **OLAP--ТЕХНОЛОГІЯ ЯК БАЗОВА КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ БАГАТОВИМІРНОГО ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ ДАНИХ**

Науковий керівник: доцент Баран І.О.

Системи багатовимірного експрес-аналізу даних (СБЕАД), побудовані на основі OLAP – On-Line Analytical Processing (оперативний аналіз даних), дозволяють виконувати швидкий і ефективний аналіз над великими об'ємами даних. Дані зберігаються в багатовимірному вигляді, що найбільш точно відображає природний стан реальних бізнес-даних. OLAP пропонує користувачам можливість швидко і просто отримувати зведені дані. З його допомогою можна при необхідності заглиблюватись в зміст цих даних для отримання більш деталізованої інформації, або навпаки узагальнювати дані, проводити зрізи багатовимірної БД за різними вимірюваннями.

СБЕАД, на відміну від статичних систем, дозволяє користувачу динамічно оперувати даними, створювати нові звіти і проглядати їх результати. Важливо, що користувачу не потрібно володіти жодними спеціальними знаннями в області програмування. СБЕАД дозволяє легко проводити всі операції над даними: перегляд даних під різними кутами, узагальнення і деталізація даних, що відображаються. Відповідь на будь-який, навіть найскладніший, запит користувача приходить на протязі декількох секунд. Аналітик тут же може змінити свій запит і зразу ж отримати на нього відповідь. СБЕАД є могутнім засобом підтримки прийняття рішень, який дозволяє керівникам і управлінським підрозділам підприємств ухвалювати більш обгрунтовані і оперативні рішення в порівнянні із звичайними статичними засобами аналізу даних.

Для побудови оптимальної і ефективної СБЕАД необхідно вирішити ряд проблемних питань і задач:

1) вивчити концепції побудови СБЕАД, заснованих на OLAP-технологіях, а також проблеми реалізації СБЕАД в розподілених системах;

2) вирішення проблеми ефективного доступу до БД в мережі Internet. Дана проблема повинна бути вирішена на рівні концепції доступу, на рівні інтерфейсів програмування, на рівні комунікацій між процесами і на рівні мережевого протоколу;

3) повинна бути розв'язана проблема ефективної взаємодії між віддаленими процесами в мережі Internet.

4) проектування високоефективної паралельної архітектури серверів БД.

Вивчивши основоположні принципи, необхідно розробити методику аналізу і порівняння OLAP-продуктів, на підставі якої проаналізувати ряд найбільш функціональних OLAP-продуктів і вибрати продукт, який найкраще підходить для створення СБЕАД. Далі необхідно модифікувати методику проектування БД для створення багатовимірних систем зберігання даних. Наступний етап - розробка архітектури СБЕАД для аналізу стану підприємства і реалізація даної архітектури на основі вибраного раніше OLAP-продукту. Після реалізації СБЕАД для підприємства необхідно вирішити питання пов'язані з упровадженням СБЕАД в середовище WWW і використання СБЕАД в архітектурі віртуального мережевого комп'ютера.

Результати проведеної роботи дадуть чітке розуміння проблеми СБЕАД, а також приклад реалізації такої системи для аналізу підприємства. На основі даного прикладу спеціалісти зможуть створити подібні системи для підприємств різного виду діяльності.

УДК 004.415:620.91

Вальчук В. – гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ СХОВИЩА ДАНИХ**

Науковий керівник: к.т.н. Козак Р. О.

У час глобалізації, віртуалізації та хмаркових технологій одним з наріжних каменів будь-якої серйозної ІТ інфраструктури стає загальне сховище даних. Це може бути як традиційні NAS або SAN, так і спеціалізована система на кшталт Amazon Dynamo. При цьому під час проектування інфраструктури першим постає питання оцінки необхідної продуктивності сховища. Найпростіші грубі оцінки часто виявляються або занадто заниженими, або надто завищеними. У першому випадку відразу після введення системи в експлуатацію починаються нескінченні роботи з її розширення. У другому випадку виходить економічно неефективне рішення, котре, зрештою, не зрозуміло як застосовувати.

Розглянемо побудову загального дискового сховища типу SAN, на якому розташовуються образи дисків віртуальних машин. Для подібних сховищ зазвичай використовуються дві метрики: швидкість лінійного і довільного доступу. Лінійний доступ характерний для більших файлових сховищ, відео- хостингу тощо. Ця метрика досить проста: після виходу на проектну потужність всі клієнти користуються постійною смугою пропускання, яку забезпечує сховище. Тобто, якщо є 100 сервісів, кожний розрахований на віддачу контенту зі швидкістю 10 Мб/с, то сховище повинно надавати швидкість  $100 * 10 = 1000$  Мб/с. Складніше ситуація з довільним доступом, що характерний для баз даних, систем пошуку, хостингу з безліччю дрібних файлів тощо. Такий доступ дуже неоднорідний і носить випадковий характер. Одиницею виміру швидкості довільного доступу є кількість операцій вводу-виводу в секунду (I/O per second або iops). Найпростіша оцінка зверху полягає в тім, щоб взяти максимально можливу швидкість для клієнта й помножити її на кількість таких клієнтів (за умови, що клієнти приблизно однакові). Нехай є всі ті ж 100 сервісів, кожний з яких на піках споживає 500 iops (неважливо на читання або на запис). Виходить, що потрібно сховище із пропускнуою здатністю  $100 * 500 = 50000$  iops! Це дуже багато. Це більше 270 SAS дисків, а якщо врахувати, що необхідно хоча б однократне зеркалювання даних, то більше 500 дисків. Ціна подібного сховища буде фантастичною.

Інтуїтивно ясно, що ймовірність того, що всі 100 клієнтів одночасно зажадають по 500 iops, незначна, і тому такий великий запас не потрібний. Миттєві значення споживаних iops мають випадковий характер. А будь-яка випадкова величина зі своєю густиною ймовірності, такою функцією  $f(x)$ , що показує, з якою ймовірністю споживається  $x$  iops. Зрозуміло, що сума всіх можливих  $f(x)$  дорівнює 1.

Маючи функцію густини ймовірності, фактично маємо математичну модель абстрактної навантаженої машини з MySQL. Як же на її основі спрогнозувати поведінку 100 таких машин?

Із теорії ймовірностей відомо, що якщо є випадкова величина  $x$  із густиною ймовірності  $f(x)$  і випадкова величина  $y$  із густиною ймовірності  $g(y)$ , то густина ймовірності суми  $x$  і  $y$  буде дорівнює згортку функцій  $f$  і  $g$ . У такому випадку згортку можна обчислити як 
$$h(t) = \sum_{\tau=0}^{I_{\max}} f(\tau) g(t-\tau),$$
 де  $I_{\max}$  – максимальне зафіксоване значення iops для однієї машини.

Таким чином, згорнувши нашу функцію 100 разів саму із собою, ми одержимо функцію щільності ймовірності сумарного навантаження на сховище. Обчислювати згортку можна "сходу" за вищенаведеною формулою, а можна за допомогою зворотного перетворення Фур'є, скориставшись тим фактом, що Фур'є-образ згортки дорівнює добутку Фур'є-образів функцій, що згортаються.

УДК 519.852

Гетьман М. - ст. гр. ІС-09-1

*Донбаська державна машинобудівна академія*

## **ДИСТАНЦІЙНИЙ КУРС З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ЯК ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗМІСТУ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ**

Науковий керівник: к. пед. н., доцент Власенко К.В.

Курс вищої математики є фундаментом математичної освіти сучасного інженера і має важливе значення для вивчення різних розділів спеціальних дисциплін. У програму курсу входять наступні розділи: елементи вищої алгебри і аналітичної геометрії, теорія меж, диференціальне числення, інтегральне числення, функції декількох змінних, криволінійні і кратні інтеграли, диференціальні рівняння і системи диференціальних рівнянь, ряди. Головною проблемою при розробці дистанційних курсів по вищій математики і впровадженні їх в учбовий процес являється методичне забезпечення дистанційного навчання, яке відповідає за розробку дистанційних курсів і організацію самого процесу дистанційного навчання. Основною перешкодою в розвитку і популяризації дистанційного навчання є відсутність методичних розробок по підготовці учбових матеріалів для систем дистанційного навчання. Адже розробка дистанційних курсів для дистанційного навчання - це не просто перенесення існуючих у викладача друкарських матеріалів в електронну форму для занесення в систему дистанційного навчання і забезпечення учнів необхідними учбовими матеріалами. Сам учбовий курс, призначений для системи дистанційного навчання, має бути побудований за блоково-модульним принципом (для узгодження програм дистанційного навчання з існуючими учбовими програмами, приведених до сучасних вимог і вимог Болонського процесу) у вигляді окремих тем, таких, що утворюють логічно структуровану ієрархію, пристосовану для організації пошукової системи.

В результаті аналізу комп'ютерних учбових програм (КУП) по вищій математиці, проведеного автором було виявлено, що усі вони спрямовані взагалі на скорочений опис теоретичного матеріалу, тобто не відповідають основним вимогам, які пред'являються до таких курсів.

Тому було прийнято рішення про розробку власної серії комп'ютерних підручників із вищої математики. Авторами на підставі свого власного досвіду і досвіду інших розробників була сформована концепція побудови КУП по вищій математиці, застосовних для дистанційної технології навчання.

Розроблений нами електронний курс вищої математики містить великий об'єм теоретичного матеріалу, який містить усі основні пропозиції традиційного курсу з використанням унікальних можливостей сучасних інформаційних технологій, і складається з окремих структурних одиниць - модулів. Зміст кожної структурної одиниці систематизований: наростаюча складність викладу наукових понять; цілісність; взаємозв'язок між структурними одиницями; зв'язаність теоретичного матеріалу з пакетом практичних, індивідуальних робіт, тестів. Зміст учбового матеріалу відповідає вимогам освітнього стандарту, зберігає фундаментальність і цілісність змісту, забезпечує необхідний рівень знань, умінь, передбачених стандартом освіти. Електронний курс вищої математики може бути використаний з методичною, повчальною, контролюючою, виховною, ознайомлювальною метою, викладачами, студентами дистанційної, очної і заочної форм навчання, усіма охочими, як при дистанційному навчанні, так і на традиційних уроках.

УДК 519.6

Гонц С. - ст.гр.ПЗАСзмсм-52

Тернопільський національний економічний університет

Самбірський факультет прикладного програмного забезпечення

## **WEB-ПОРТАЛ ДЛЯ ДОСТУПУ ДО РОЗПОДІЛЕНОЇ БАЗИ ДАНИХ РЕСУРСІВ КОМЕРЦІЙНОЇ УСТАНОВИ**

Науковий керівник: к.т.н. Співак І.Я.

Розподіл пріоритетів між розділами і сторінками сайту, зробить їх основними точками входу на сайт, що дозволить потенційному споживачеві швидко знайти необхідну йому інформацію про шукані товари/послуги і підвищить успішність бізнесу в цілому.

Архітектура інтернет - сайту є простою та інтуїтивно зручною. І складається з: - Клієнтської частини; - Програмної частини; - Адміністративної частини як показано на рисунку 1.

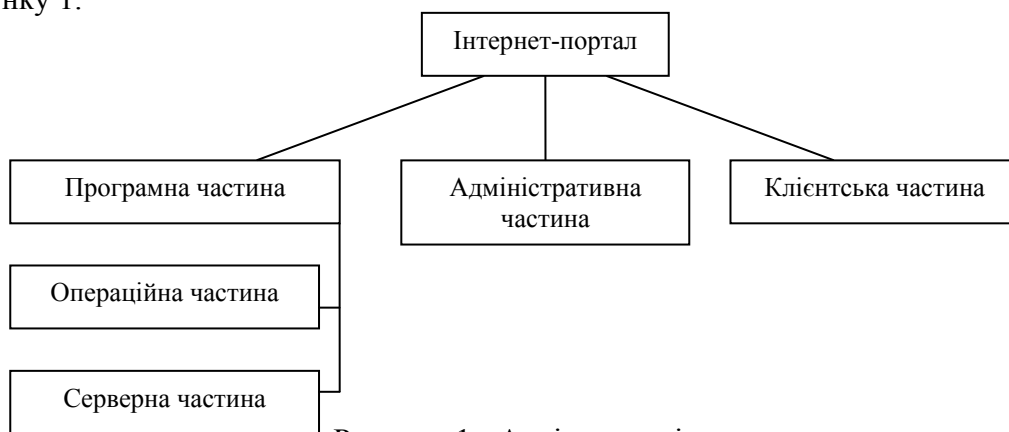


Рисунок 1 - Архітектура інтернет –порталу

УДК 550.386<<52>>:519.216

Гуменюк І. – ст. гр. СНм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ГІСТОГРАМНИЙ АНАЛІЗ ПЕРІОДИЧНИХ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

В задачах дослідження випадкових процесів, явищ одне із центральних місць посідають статистичні методи. В їх основі лежать граничні теореми і припущення про ергодичність відповідних процесів. Самі ж методи дослідження в основному розроблені для стаціонарних випадкових процесів і послідовностей. Широке застосування серед статистичних методів дослідження посідає також *гістограмний аналіз*, основною задачею якого є оцінка одновимірної щільності розподілу стаціонарного процесу (послідовності). Та в останній час все більшу увагу привертають випадкові процеси, відмінні від стаціонарних – це стохастично періодичні сигнали (явища, системи). Яскравими прикладами ритмічних сигналів є навантаження енергосистем; вхідні потоки систем масового обслуговування; атмосферний тиск.

Конкретним прикладом стохастично періодичних сигналів є атмосферний тиск Землі. Більш інтенсивний атмосферний тиск характерний для нічних годин, мінімальні значення атмосферного тиску в основному приймають на денні години. Для прикладних досліджень атмосферний тиск вимірюють в мм.рт.ст.

*Гістограмою вибірки називається функція*

$$P_n(\xi) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \frac{n_i(\xi)}{\Delta_i}, \quad (1)$$

Гістограма являє собою асимптотичну незміщену і слушну оцінку теоретичної щільності ймовірностей  $p(\xi)$ , яка характеризує генеральну сукупність.

Результати гістограмного аналізу атмосферного тиску за лютий місяць 2010 року наведені на рисунку 1.

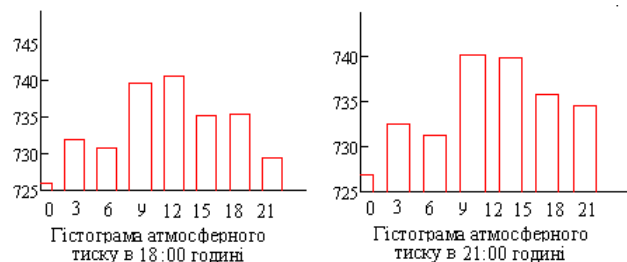


Рисунок 1 – Результати гістограмного аналізу атмосферного тиску за місяць лютий 2010 року для 18:00 та 21:00 години

В загальному випадку для згладжування гістограм може бути використаний підхід, запропонований Пірсоном. Згідно цього підходу тип згладжуючої кривої вибирається із системи функцій, яку утворюють розв'язки диференціального рівняння

$$\frac{df(\xi)}{f(\xi)} = - \frac{a + x}{c_0 + c_1 x + c_2 x^2} dx,$$

коефіцієнти якого  $a, c_0, c_1, c_2$  виражаються через перші чотири моментні функції розкладу. Система кривих Пірсона розбита на 12 класів, або як говорять, налічує 12 типів. В кожному конкретному випадку тип згладжуючої кривої визначається значеннями моментів розподілу.

УДК 004.77: 004.491

Дацер С. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ МЕРЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ СКАНУЮЧИХ ПРОГРАМ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

За допомогою скануючої програми зловмисник може визначити структуру захищеної програми: IP-адреси (комп'ютерні системи), користувачів і служби.

Аналіз мереж і комп'ютерних систем.

Існує декілька типів скануючих програм для збору інформації про систему, що є потенційними цілями для майбутніх атак. Скануюче програмне забезпечення використовується для пошуку потенційно слабких місць в системах безпеки систем:

- Комп'ютерні системи. Аналізуються активні IP-адреси (наприклад, за допомогою команди ping). Зловмисник розсилає команди ping на всі IP-адреси в певному діапазоні. В мережах класу C це означає, що команда ping відсилається на IP - адреси в діапазоні від A.B.C.1 до A.B.C.254. З отриманих відповідей, зловмисник визначає, яка IP-адреса відповідає підключеній комп'ютерній системі.

- Активні користувачі. За допомогою команди finger зловмисник може визначити, які користувачі активні в комп'ютерній системі в заданий час, чи прочитали вони вже отриману пошту і так далі.

- Активні служби. Адресуючись до окремих портів, зловмисник може аналізувати, які служби встановлені у відповідній комп'ютерній системі.

Аналіз уразливості окремих комп'ютерних систем.

За допомогою додаткових засобів аналізу, таких як пакети ISS або SATAN, зловмисники можуть провести цільовий аналіз уразливості. Цей аналіз включає перевірку можливості атаки на комп'ютерну систему, наприклад, внаслідок помилок налаштування процесів-демонів активних служб за рахунок використання старих версій програмного забезпечення, що містять помилки.

Використання виявлених вузьких місць.

Наступною дією, виконаною зловмисником, є використання виявлених ним вузьких місць.

Як допомагає брандмауер-система?

Оскільки брандмауер контролює обмін даними по мережі, він теж може бути підданий перевіркам скануючого програмного забезпечення. Більшість брандмауерів розпізнає операції сканування і автоматично блокує будь-який доступ до мережі для джерела сканування. Це блокування ускладнює зловмисникові виявлення вузьких місць. Існують технології, такі як NAT і прикладні проксі-агенти, що дозволяють надавати зловмисникові помилкову інформацію.

Якщо працює брандмауер-система, що приховує структуру внутрішньої мережі, можливості аналізу захищеної мережі зменшуються. Зловмисник може аналізувати тільки IP-адресу брандмауер-системи і визначати, які служби проходять через брандмауер-систему після аутентифікації.

В цьому випадку визначення кількості комп'ютерних систем, підключених до захищеної мережі (1, 10, 100 або 1000), і активізованих служб на цих комп'ютерних системах сильно ускладнюється. Сповільнюється процес збору інформації, що, у свою чергу, надає більше можливостей для адекватної реакції на активність зловмисника.



УДК 004.4

Дерень А. – ст. гр. СІ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ЗАСТОСУВАННЯ SQFD МЕТОДУ ДЛЯ ЗАДАЧ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

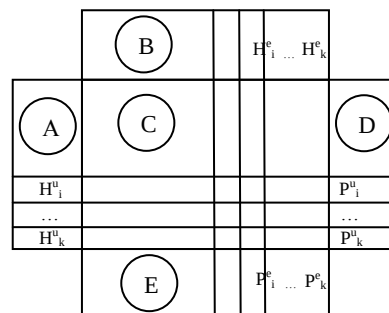
Науковий керівник: асист. В.В. Яцишин

Сьогодні процес проектування, розробки та функціонування програмного забезпечення значно еволюціонував в порівнянні із попередніми десятиліттями і характеризується застосуванням широкого спектру технологій візуального програмування та графічних мов моделювання. Спостерігаються значні тенденції щодо переходу програмних продуктів у середовище world wide web. Вимогами до інформаційних web-систем є не тільки вимоги функціональності, але й вимоги до продуктивності, надійності, зручності використання, зрозумілості. Це зумовлено зростанням вимог користувачів до якості програмного забезпечення, яка повинна задовільняти як функціональні так і нефункціональні вимоги.

Забезпечення та підтримка належного рівня якості програмних систем на ранніх стадіях життєвого циклу є необхідним технологічним процесом, оскільки вимоги до програмних систем є базою для наступних етапів виконання проекту. При цьому необхідно забезпечити комунікацію вимог на наступні стадії життєвого циклу. Для цього можна використати метод комунікації вимог, запропонований в [1].

Суть методу, наведеного в [1], базується на каскадній процедурі [2] побудови моделей якості стандарту ISO/IEC 25010, а комунікація вимог забезпечується на основі методу Software Quality Function Deployment (SQFD). SQFD – це методика структурованого перетворення потреб користувачів у вимоги якості до програмного забезпечення. Даний метод базується на концепції перетворення очікувань користувачів у детальні технічні параметри системи та цілі проектування. Перетворення виконується з допомогою матриць, що відомі як «будинки якості».

A – Вимоги якості у використанні  
B – Вимоги зовнішньої якості  
C – Матриця кореляцій



D – Пріоритети вимог якості у використанні  
E – Пріоритети вимог зовнішньої якості

Рис. 1 Модель «будинку якості»

Оскільки, процедури побудови «будинків якості» для комунікації вимог, які представлено моделлю якості у використанні, моделями зовнішньої та внутрішньої якості є досить трудомісткими, то запропоновано програмну реалізацію у вигляді окремого модуля, який дозволяє автоматизувати процес визначення пріоритетів вимог та відповідно їх комунікації на наступних стадіях життєвого циклу.

Література

1. Харченко О. Розробка та керування вимогами до програмного забезпечення на основі моделі якості / О. Харченко, В. Яцишин – Вісник ТДТУ – 2009. Том 14. №1. – с. 201-207
2. Харченко О. CASE-технологія розроблення вимог до програмного продукту та оцінювання його якості. / О. Харченко, В. Яцишин – Науковий вісник НЛТУ України – Вип.20.2 – 2010 – С. 277 – 285.

УДК 621.3.012.1

Добровольський С.– ст.гр. РТ-51

Карп'юк І.– ст.гр. РТ-51

Гайдук В. – ст.гр. РТ-51

Бурак М. – ст.гр. РТ-51

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

## НЕПРЯМИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ДІАГРАМИ ВИПРОМІНЮВАННЯ АНТЕНИ З НЕВІДОМИМ ПАРАБОЛОЇДНИМ ПРОФІЛЕМ

Науковий керівник старший викладач каф. РТ Химич Г. П.

Антенa є основною складовою всіх радіотехнічних систем та комплексів. Ефективність системи залежить від діаграми випромінювання (ДВ) та величини коефіцієнта підсилення  $G_A$ . ДВ (рис.1) у основному визначає концентрацію електромагнітної енергії випромінювання (передавальний варіант) та селективності (приймальний варіант) в головній пелюстці.

Крім цього великий інтерес представляє коефіцієнт розсіювання поза межами головної пелюстки, який визначає коефіцієнт направленої дії антени та відсоток розсіювальної потужності поза головним робочим сектором.

Комплексна діаграма випромінювання це:

$$F = |F(\theta, \varphi)| \exp[j\phi(\theta, \varphi)]$$

$|F(\theta, \varphi)|$  – амплітудна діаграма випромінювання

аргумент  $\phi(\theta, \varphi)$  – фазова діаграма випромінювання.

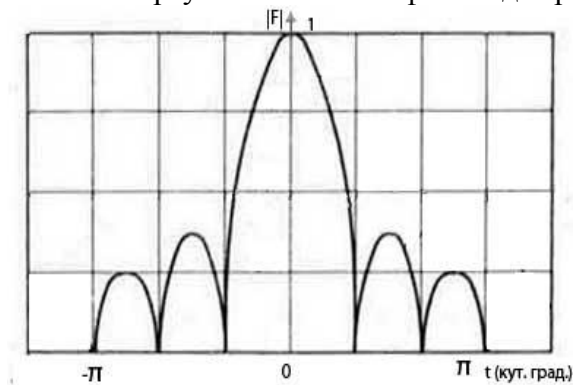


Рис. 1. Класична діаграма випромінювання в декартових координатах.

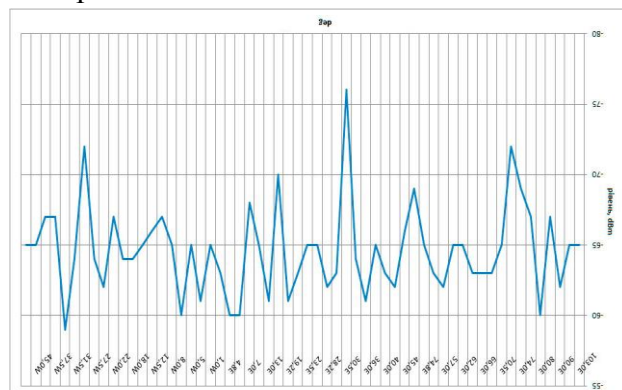


Рис.2. Виміряна умовна ДВ досліджуваної антени.

В нашому випадку розглядається натурний метод визначення амплітудної діаграми випромінювання. Існує багато класичних (типових) методів вимірювання діаграми випромінювання у зоні Фраунгофера (дальня зона), де кутовий розділ поля випромінювання на крузі деякого радіусу не залежить від довжини цього радіусу. Отже поле повністю зфороване, зфазоване і має плоский фронт.

До таких методів відносять:

- метод вишки;
- облітний метод;
- вимірювання по шумовому радіовипромінюванню космічних об'єктів.

Існують варіанти, коли антену неможливо виміряти класичним методом. Один із таких методів запропонований в статті, коли антена наведена на один із штучних супутників Землі, зорієнтована на середину видимої частини геостаціонарної орбіти, без переміщення опорно-поворотного пристрою по координатах, щоб в азимутальній площині зліва і справа виміряти рівні окремих транспондерів від різних супутників (рис.3), які працюють в однакових частотних діапазонах.

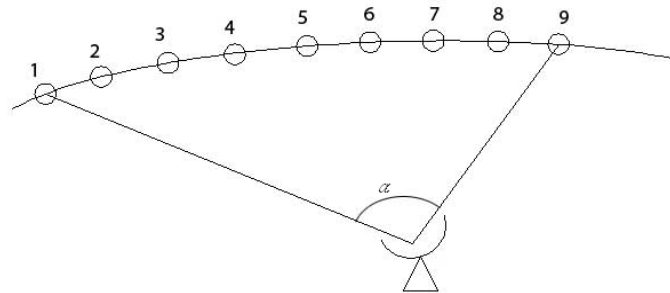


Рис. 3. Схематичне зображення ШСЗ.

де, 1...9 – штучні супутники Землі (ШСЗ), які знаходяться на геостаціонарній орбіті

$\alpha$ – видимий сектор геостаціонарної орбіти з умовної точки на земній поверхні.

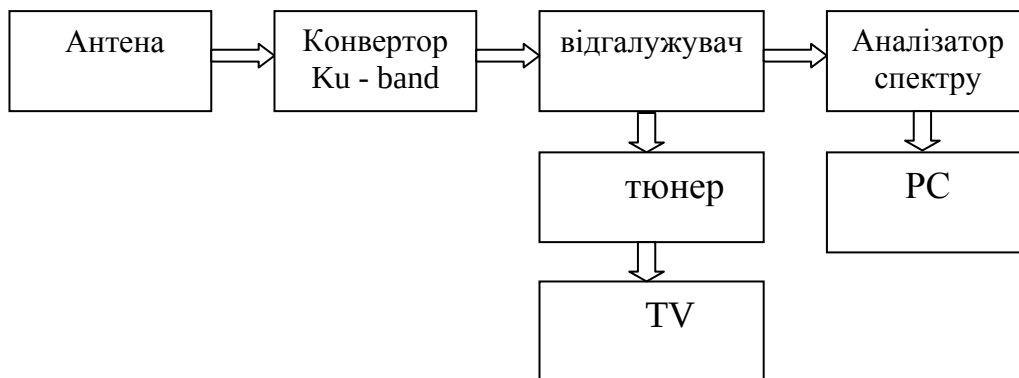


Рис. 4. Структурна схема вимірювання та аналізу ДВ.

Дослідна частина.

Дослідження в діапазоні Ku (10,7...12,75) GHz проводилось на 29 ШСЗ в секторі 148 кут. градусів.

Реальна картина динамічної амплітудної характеристики досліджуваної антени показана на рис. 2.

Максимум ДВ антени був наведений на супутник Arabsat 2B (30,5E).

Контроль динамічного рівня сигналу проводився за допомогою аналізатору спектру GSP 827 та телевізійного цифрового тюнера.

Даний метод дає можливість в першому приближенні визначити характер діаграми випромінювання невідомої антени. Кути нахилу геостаціонарної орбіти для корегування бокових складових ДВ в даній роботі не враховувались.

УДК 681.518.3+617.7.-07

Дутка О. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ВИКЛИКАНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ МОЗКУ**

Науковий керівник к.т.н., доцент Фриз М.Є.

Викликані потенціали – біоелектричні коливання, що виникають в нервових центрах у відповідь на зовнішнє подразнення і знаходяться у відносно строгих тимчасових зв'язках з ними. Амплітуда таких потенціалів досить низька у порівнянні з основною ритмікою ЕЕГ. Наприклад, якщо середній амплітудний рівень ЕЕГ становить 50 мкВ, то зоровий викликаний потенціал має амплітуду до 10 мкВ, сомато-сенсорний при стимуляції нервів – 2 мкВ.

Викликані потенціали (ВП) відображають процеси обробки інформації на всіх етапах її впливу на мозок людини. Використання цього методу дає можливість вивчити певну просторово-часову структуру мозкових механізмів обробки інформації. Цим електрофізичним явищем мозкові структури відповідають на надходження певної інформації і аналіз його розкриває суть мозкових процесів, які відображаються у хвилях ВП.

Для виділення сигналів ВП застосовують багатократне пред'явлення стимулів із подальшим когерентним усередненням фрагментів ЕЕГ, синхронних із моментом початку їх дії.

На рис. 1 наведено графік викликаного потенціалу після усереднення.

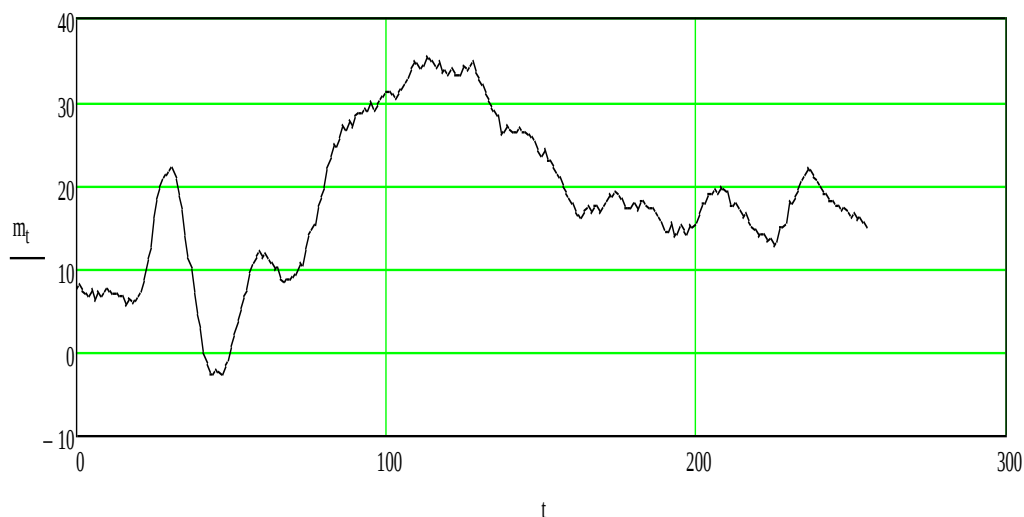


Рис. 1. Викликаний потенціал після усереднення

Для виявлення інформативних ознак здійсненні діагностики за ВП пропонується використовувати метод ортогональних перетворень. У доповіді буде розглянуто результат ідентифікації діагностичних ознак з використанням базису дискретних експоненціальних функцій.

УДК 004.772; 004.738; 004.72

Карнаухов А. – ст. гр. СНп-42

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МАРШРУТИЗАЦІЯ ЯК ЗАСІБ КЕРУВАННЯ ТРАФІКОМ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Маршрутизація – процес визначення маршруту прямування інформації між мережами. Маршрутизатор приймає рішення, що базується на IP-адресі отримувача пакету. Для того, щоб переслати пакет далі, всі пристрої на шляху слідування використовують IP-адресу отримувача. Для прийняття правильного рішення маршрутизатор має знати напрямки і маршрути до віддалених мереж. Є два типи маршрутизації:

- Статична маршрутизація – маршрути задаються вручну адміністратором.
- Динамічна маршрутизація – маршрути обчислюються автоматично за допомогою протоколів динамічної маршрутизації.

Оскільки статичні маршрути конфігуруються вручну, будь-які зміни мережевої топології вимагають участі адміністратора для додавання і видалення статичних маршрутів відповідно до змін. Статична маршрутизація не має можливості масштабування, яку має динамічна маршрутизація через додаткові вимоги до налаштування і втручання адміністратора. Але і у великих мережах часто конфігуруються статичні маршрути для спеціальних цілей у комбінації з протоколами динамічної маршрутизації, оскільки статична маршрутизація є більш стабільною і вимагає мінімум апаратних ресурсів маршрутизатора для обслуговування таблиці.

Динамічні маршрути виставляються іншим чином. Після того, як адміністратор активізував і налаштував динамічну маршрутизацію за одним з протоколів, інформація про маршрути оновлюється автоматично в процесі маршрутизації після кожного отримання з мережі нової інформації про маршрути.

Маршрутизатор використовується для об'єднання двох або більше мереж та керування процесом маршрутизації. Часто маршрутизатор не обмежується простою пересилкою даних між інтерфейсами, а також виконує і інші функції: захищає локальну мережу від зовнішніх загроз, обмежує доступ користувачів локальної мережі до зовнішніх ресурсів, роздає IP-адреси, шифрує трафік тощо.

Маршрутизатори працюють на мережному рівні моделі OSI: можуть пересилати пакети з одної мережі до іншої. Для того, щоб послати пакети в потрібному напрямку, маршрутизатор використовує таблицю маршрутизації.

Таблиця маршрутизації – електронна таблиця, що зберігається на маршрутизаторі або мережевому комп'ютері, і описує відповідність між адресами призначення та інтерфейсами, через які слід відправити пакет даних до наступного маршрутизатора.

Маршрутизатори допомагають зменшити завантаження мережі, завдяки її розділенню на домени колізій і ширококомвні домени, а також завдяки фільтрації пакетів. В основному їх застосовують для об'єднання мереж різних типів, часто несумісних за архітектурою і протоколами, наприклад для об'єднання локальних мереж Ethernet і WAN-з'єднань, що використовують протоколи xDSL, PPP, ATM, Frame Relay тощо. Нерідко маршрутизатор використовується для забезпечення доступу з локальної мережі в глобальну мережу Інтернет, здійснюючи функції трансляції адрес і міжмережевого екрану.

УДК 004.932.2, 004.93'12

Керенцева О. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРИНЦИПИ ТЕКСТУРНОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Незважаючи на багаторічні дослідження і значні досягнення у галузі комп'ютерного розпізнавання зображень, проблема побудови повноцінної системи для розв'язання цієї задачі, здатної надійно і в потрібному темпі працювати в реальних умовах, залишається і досі актуальною. Дуже важливим завданням при моделюванні такої системи є робота з текстурними зображеннями.

Текстура – це широко розповсюджене явище, яке легко розпізнати, але якому важко дати визначення. Ефект відноситься або не відноситься до текстури в залежності від масштабу, при якому він розглядається. Листок, що займає майже все зображення – це об'єкт, але листя дерева – це текстура.

Задачі текстуризації:

- Сегментація текстури – це завдання, яке полягає в розбитті зображення на ділянки з постійною текстурою. Сегментація текстури включає в себе як уявлення текстури, так і обчислення базису, в якому будуть визначатися межі сегментів.

- Синтез текстури – служить для створення великих текстурних зображень з маленьких елементів. Це робиться за допомогою пробних зображень, за якими будуються імовірнісні моделі текстури, а потім ці моделі застосовуються для створення зображень з текстурою.

- Визначення форми за текстурою – полягає у відновленні орієнтації поверхні або її форми за текстурою зображення. При цьому припускається, що текстура “виглядає однаково” в різних точках поверхні, тобто зміна структури від однієї точки до іншої може бути ключем до поверхні.

Текстурна сегментація – це процес розділення вихідного зображення на однорідні рівномірні області, що відповідають певним структурам в зображенні. Об'єднання пікселів вихідного зображення в окремі однорідні регіони здійснюється на основі деяких специфічних властивостей пікселів, що належать одній і тій же текстурі.

Етапи текстурної сегментації:

- Етап формування з вихідного зображення набору особливостей (характерних ознак), що утворюють багатовимірний простір ознак зображення, кожен вектор якого характеризує особливості певної текстури.

- Етап класифікації, на якому кожна точка зображення співвідноситься з певним класом, на основі оцінки вектора ознак, що відповідає цій точці в просторі ознак.

- Етап сегментації вихідного зображення, заснований на інформації отриманої після класифікації.

Основні підходи при сегментації – це виділення границь областей і виділення самих областей. При першому підході реалізується пошук пікселів, що є границями шуканих областей згідно певного критерію. Зокрема, методи для знаходження пікселів, відповідних границям між областями з різною яскравістю, градієнтні методи, методи з техніки графів для відбору пікселів для отримання оптимальних меж.

Сегментація зображень до цих пір залишається актуальним завданням, оскільки використовується при пошуку і розпізнаванні об'єктів, складанні дескрипторів і підписів зображень для великих баз даних, редагування зображень і т.п.

УДК 004.38:004.717

Кривень А. – ст. гр. СНм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **КАТЕГОРІЇ СЕРВЕРІВ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Компанія Sun класифікує сервери відповідно до кількості підтримуваних клієнтів. Інші виробники серверів засновують свої оцінки, виходячи з кількості процесорів в сервері. Але в реальному житті все буває набагато складніше. Так, наприклад, сервер класу 1U — це ряд блоків, щільно «упакованих» на стійці, або 16, або 20 комірчастих серверів, поміщених в серверній шафі. Тому компанія Sun виробила свій підхід до класифікації серверів, що дозволяє уникнути неоднозначності.

– *Сервери початкового рівня.* Сервер початкового рівня – це одно-двопроцесорна система, яка призначена для надання мережеских послуг, як мінімум для одного клієнта/користувача, а як максимум — для робочої групи. Більшість серверів початкового рівня використовуються в горизонтально розгорнутих застосуваннях.

– *Сервери середнього класу.* Сервер середнього класу розглядається як сервер на рівні підрозділів або сервер, який може надати мережескі послуги від 10 до 25 клієнтам/користувачам, що звертаються до великих застосувань. У випадку представлення простіших мережеских послуг, таких як служба DNS, сервер такого класу може обслужити декілька тисяч користувачів.

– *Сервер рівня підприємства.* Сервер, реалізований на основі ПК, потужність якого еквівалентна потужності мейнфрейму. Сервери Sun, що відносяться до цього класу, включають сотні процесорів і використовуються для виконання таких застосувань, як бази даних, які краще всього масштабуються вертикально.

– *Блейд-сервери.* Сервери цього класу є системними платами, які були модифіковані таким чином, що можуть вбудовуватися в шасі, а також допускають "гарячу" заміну. Лінійка серверів Sun Galaxy, представлена у вересні 2005 року, надає блейд-сервери, починаючи з середини 2006 року.

– *Базові сервери.* Це спеціалізовані сервери, що вимагають невеликого технічного обслуговування і (або) управління. Компанія Sun випустила лінійку пристроїв, що містить буферні сервери, брандмауери, невеликі файл-сервери, веб-сервери, а також невеликі універсальні сервери для робочих груп.

– *Сервери операторського класу.* Ця лінійка серверів пропонує рішення NEBS Level 3 (network equipment building system — система побудови мережевого устаткування), промисловий стандарт, призначений для телекомунікаційної промисловості, а також для відділів обробки документації.

– *Сервери зберігання даних.* Компанія Sun — основний постачальник дискових масивів, стрічкових накопичувачів і програм, призначених для зберігання даних (сімейство програм StorEdge). Незважаючи на те, що основну частину продукції компанії Sun складають сервери, досить великий сегмент займають пристрої, що грають роль управління в мережах зберігання даних (SAN).

УДК 004.75

Кукурудзяк В. – ст. гр. СНм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПАРАЛЕЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Загородна Н. В.

Науково – технічний прогрес ставить перед дослідниками щоразу більше завдань, що вимагають для свого рішення застосування потужних обчислювальних ресурсів. Це пов'язано з тим, що відбулися фундаментальні зміни безпосередньо в самій організації наукових досліджень. Внаслідок широкого впровадження обчислювальної техніки значно посилюється напрямок імітаційного моделювання та чисельного експерименту.

В наш час, завдяки високому співвідношенню продуктивності/вартість, особливої популярності набули паралельні обчислювальні системи. Вони дозволяють зменшити час необхідний для виконання завдань і в той же час не вимагають значних фінансових затрат. Вузлами паралельних обчислювальних систем можуть виступати звичайні робочі станції.

В Україні існує декілька потужних паралельних обчислювальних систем, проте вони використовуються не в повній мірі. Це спричинено тим, що на даний час немає необхідної кількості розробників, які могли б розпаралелити задачу. Більшість людей віддає перевагу повільним, проте інтуїтивно зрозумілим послідовним алгоритмам.

Тому, актуальною проблемою є розробка паралельних алгоритмів для розв'язання багатьох громіздких задач та дослідження ефективності їх роботи. Згідно закону Амдала ми можемо визначити максимально можливе теоретичне прискорення паралельного алгоритму, що дає нам змогу спрогнозувати її на етапі розробки паралельного алгоритму.



Рисунок 1 - Приклад залежності швидкодії системи від кількості її вузлів

На практиці ефективність алгоритмів оцінюють шляхом визначення прискорення, отриманого в результаті розпаралелювання задачі. Одним із параметрів оцінки ефективності паралельного алгоритму може виступати показник його швидкодії в залежності від кількості вузлів кластера. На рис.1 подано схематичне зображення прикладу залежності швидкодії від кількості вузлів системи, очевидно що вона не є лінійною. Максимальне прискорення буде досягатись в тому випадку, коли час необхідний для обміну даними між вузлами

кластера та час необхідний для виконання вузлом поставленої задачі будуть однаковими.

Максимальне прискорення та оптимальна кількість вузлів кластера залежать від особливостей алгоритму та параметрів мережі передачі даних між вузлами, чим швидший канал зв'язку тим більше вузлів необхідно для досягнення оптимальної швидкодії.

Отже, важливим етапом у підвищенні ефективності роботи паралельного алгоритму є пошук оптимальної кількості вузлів, необхідних для розв'язання поставленої задачі, адже це дозволить в повній мірі використовувати наявні ресурси.



УДК 004.75

Куриляк Т. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО СКЛАДУ РЕОСИГНАЛІВ**

Науковий керівник: к.т.н доц. Млинко Б.Б.

Метод реографії завдяки відносно високій інформативності, безпеці і доступності, в останні роки набув широкого поширення в клінічній практиці, а завдяки своїй простоті доступний не лише діагностичним центрам, а і звичайним поліклінікам.

Реографією (грец. rheos потік + graphō писати, зображати) або імпедансною плетизмографією називається безкровний (неінвазивний) метод дослідження загального або органного кровообігу, що ґрунтується на реєстрації коливань електричного опору ділянки біологічної тканини при пульсуючому руху крові в артеріях і венах при пропусканні через них електричного струму [1].

Сучасний стан розвитку засобів цифрової обробки сигналів та комп'ютерної техніки, зробили реальним і доцільним широке впровадження цифрових методів в реографічну діагностику з метою підвищення точності, завадостійкості та інформативності процесу контролю, автоматизації та скорочення часу опрацювання реограм і визначення фізіологічних параметрів. Тому актуальною є розробка методів і алгоритмів цифрової обробки реосигналів для підвищення ефективності і достовірності діагностики на основі імпедансної плетизмографії.

У зв'язку з тим, що на сьогодні даний метод є не цілком автоматизованим, так як процес аналізу реограми робить лікар та за отриманими результатами дає висновок про стан кровообігу органу або всього організму, тому метою роботи було розробка та вдосконалення алгоритмів цифрової обробки сигналів імпедансної плетизмографії.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати наступні задачі:

- провести критичний аналіз методів дослідження та обробки імпедансної плетизмографії;
- розробити алгоритми цифрової обробки сигналів імпедансної плетизмографії;
- розробити програмне забезпечення з метою обробки реосигналів;
- протестувати розроблене програмне забезпечення.

У результаті проведеного дослідження реосигналів було встановлено, що одним із перспективних методів є використання методів ортогонального розкладу [2]. Було здійснено розклад реосигналів у базисах: дискретних експоненційних функцій (ДЕФ), Кравчук та Чебишева дискретного аргумента.

Встановлено, що оптимальним з точки зору енергетичної теореми є базис ДЕФ. Знайдені коефіцієнти розкладу можуть бути використані в якості діагностичних ознак.

Розроблені методи дослідження реографічних сигналів для потреб статистичних реоплетизмодіагностик у майбутньому можуть бути використані у діагностичних системах з метою підвищення точності діагностики та ефективності лікування.

### **Література.**

1. Полищук В.И. и Терехова Л.Г. Техника и методика реографии и реоплетизмографии, М., 1983. 176 с.
2. Ахмед Н., Рао К.Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов / Пер. с англ. – М.: Связь, 1980. 258 с.

УДК 004.78

Кушнір М. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Березовська І.Б.

Актуальність даної роботи полягає в тому, що сучасна АСУТП є багаторівневою людино-машинною системою керування. Створення АСУ складними технологічними процесами здійснюється з використанням автоматичних інформаційних систем збору даних і обчислювальних комплексів, які звичайно постійно удосконалюються у міру еволюції технічних засобів і програмного забезпечення. Не викликає сумнівів, що АСУТП (автоматизована система управління технологічним процесом) в більшості випадків є організаційно-технічними системами, що означає наявність функцій, які виконує людина (оператор). Декілька десятків років тому ці функції в основному полягали в спостереженні за контрольно-вимірювальними приборами і без посереднього ручному управлінні технологічним процесом. Після того, як хвилі комп'ютеризації досягли виробничого сектора, на робочих столах операторів стали з'являтися комп'ютери, де взаємодія між оператором і технологічним процесом здійснюється за допомогою програмного забезпечення.

Диспетчер в багаторівневій автоматизованій системі управління технологічними процесами одержує інформацію з монітора ЕОМ або з електронної системи відображення інформації і впливає на об'єкти, які знаходяться від нього на значній відстані за допомогою телекомунікаційних систем, контролерів, інтелектуальних виконавчих механізмів.

Для забезпечення реальної і ефективної автоматизації виробничих і технологічних процесів в електроенергетиці необхідно створення єдиної інформаційної системи, яка б пов'язувала всі підрозділи підприємства в єдиний механізм, що дозволяє отримувати точну, достовірну інформацію. Доступ з будь-якого комп'ютера підприємства до інформації, яка надходить від технологічного процесу, від будь-якої підсистеми є насуцною необхідністю. Одним з основних компонентів АСУТП здатним надавати технологічну інформацію, є додаток SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition – система збору даних та оперативного диспетчерського управління). Таким чином, сама логіка розвитку сучасного бізнесу в частині розробки програмного забезпечення для кінцевих систем управління вимагає використання все більш розвинутих інструментальних засобів типу SCADA-систем.

SCADA-системи – це спеціалізоване програмне забезпечення, орієнтоване на забезпечення інтерфейсу між диспетчером і системою управління, а також комунікацію із зовнішнім світом.

Застосування SCADA-технологій дозволяє досягти високого рівня автоматизації в рішенні завдань розробки систем управління, збору, обробки, передачі, зберігання і відображення інформації.

УДК 004.4:378.145

Луцків Н. – ст. гр. СН-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **TDD – ПРОСТО І ЕФЕКТИВНО**

Науковий керівник: к.т.н., ст. в. Козак Р.О.

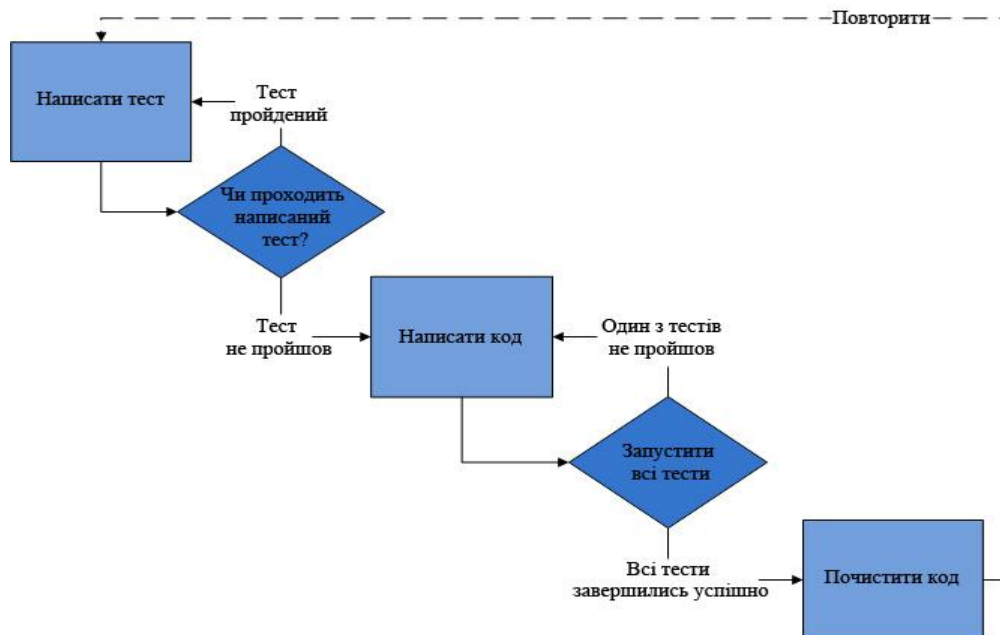
TDD (скор. від англ. *test-driven development* — «розробка через тестування») — це спеціальна методика розробки ПО, яка базується на коротких циклах роботи, де спочатку створюється тест, а потім функціонал.

### Для чого це потрібно?

- **Підвищення кваліфікації.** Без глибоких знань ООП і шаблонів проектування створювати тести буде доволі проблематично. Якщо ви плануєте використовувати TDD, то заодно покращите знання в ООП, шаблонах проектування і рефакторингу.
- **Дисципліна.** TDD систематизує вашу роботу. Ви привикаєте до чіткої системи, виконуєте завдання швидше і якісніше. Мінімізується кількість багів і підвищується читабельність коду.
- **Якість коду.** Також важливим плюсом буде те, що код автоматично піддається юніт-тестуванню, володіє інверсією контролю, а його підтримка буде дешевшою і легшою.

### Алгоритм

Вам потрібно поділити роботу на дрібні завдання, після цього для кожного завдання виконувати цикл з наступних кроків: спроектувати виконання задачі, написати тест для коду, який буде виконувати потрібну задачу, протестувати неіснуючий код, написати код, спроектувати його, якщо є помилки, то виправити і протестувати, зробити рефакторинг коду, протестувати кінцевий код.



Для юніт-тестування є широкий вибір інструментів для будь-якої мови програмування.

### Висновок

Методологія розробки ПО «TDD» буде корисна кожному розробнику в будь-якому випадку. У зв'язку з цим на даний час вона набуває широкої популярності.

УДК 004.4: 378.145

Луцків М. – ст. гр. КАм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **НОВІ МОЖЛИВОСТІ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ATUTOR 2.0.2**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Шкодзінський О.К.

Стабільна версія 2.0.2 системи дистанційного навчання (системи управління навчальним матеріалом) ATutor вийшла в другій половині грудня 2010 року. Вона відрізняється від попередніх версій якісними змінами.

Перш за все слід відзначити підтримку мобільних платформ. Додано спеціальну тему для мобільних пристроїв які працюють на наступних платформах: iPhone OS, Blackberry, Android.

У версії 2.0.2 доступний новий інструмент роботи з малюнками та світлинами – інтегрована фотогалерея. Фотогалерея дозволяє користувачам створювати свої власні альбоми, ділитися ними з іншими, створювати альбом персонального профілю для збору малюнків і фотографій з соціальної мережі ATutor. Фотоальбоми також можуть бути використані щоб ділитись студентам і викладачам фотографіями і малюнками з іншими в межах курсів.

Доступні нові функції роботи з медіа (FlowPlayer, Vimeo, YouTube, ітд). Також мультимедіа програвач FlowPlayer тепер доступний як стандартний модуль. Додавання відео кліпів в контент тепер спростилося до завантаження їх на сервер і натискання кнопки "Вставити". Flowplayer тепер є медіа плеєром по замовчуванню, який використовується з допомогою тегів [media][[/media] в редакторі матеріалу.

Варто зазначити що у версії 2.0.2 велику увагу приділено IMS/ISO AccessForAll сумісному контенту , який адаптовуваний для людей із вадами слуху , зору , ітд (наприклад людина з вадами слуху може включити субтитри у навчальному відео).

Більш гнучкий дизайн. Можливість редагувати навігацію по матеріалу прямо. Нові каталоги та сторінки матеріалу можуть бути додані прямо з навігаційного меню. Бокси меню можуть бути розгорнені або згорнені, надаючи можливість налаштовувати те, які інструменти будуть відображатись. Обновлено домашню сторінку курсу, тепер вона значно гнучкіша.

Додано конвертацію пакунків та резервних копій. Старі пакунки та резервні копії автоматично конвертуються в новий формат при імпорті або відновленні.

Введено нову можливість встановлювати попередні тести для матеріалу. Тільки пройшовши ці тести, студенти зможуть отримати доступ до сторінок матеріалу.

Покращено підтримку LaTeX. LaTeX працює тепер скрізь, можна писати формули в оголошеннях, форумах, тестах, внутрішній пошті, ітд.

Було зроблено редизайн значної частини редактора матеріалу, він став дружніший для початківців. Інструменти було перерозподілено, додано нову панель інструментів редактора матеріалу. Тепер інструктори зможуть додавати малюнки в матеріал використовуючи простий візуальний інструмент.

Слід зазначити що було українізовано нову версію. Мову як аддон розміщено на сайті системи управління навчальним матеріалом ATutor [1] під ліцензією BSD.

1. <http://atutor.ca> - ATutor Learning Management System
2. <http://sourceforge.net/projects/atutor/> - ATutor (Learning Management System) software for free at SourceForge.net.

УДК 004

Ляшук Я. - ст.гр.ПЗАСзмсм-52

*Тернопільський національний економічний університет*

*Самбірський факультет прикладного програмного забезпечення*

## **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПОРТАЛ ІНТЕРНЕТ-БІБЛІОТЕКИ (НА ПРИКЛАДІ САМБІРСЬКОГО ФАКУЛЬТЕТУ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ)**

Науковий керівник: к.т.н. Співак І.Я.

Електронна бібліотека має бути значно кращою і зручнішою, ніж існуюча бібліотека. Розвиток бібліотеки слід здійснювати за наступними трьома напрямками:

- функціональність – додати нові можливості для користувача;
- спрощення роботи з даними - відсутність підвищених вимог до кваліфікації користувача;
- можливість віддаленого доступу до довідника через інтернет або локальну мережу.

Виходячи з цього, пропонується наступний сценарій роботи системи.

База даних встановлюється на сервері бібліотеки. Дані редагуються оператором за допомогою ідентифікації користувача, тобто введення логіну та паролю. Програма здійснює захист інформації від несанкціонованого доступу. Програма також має розвинені засоби пошуку, що не вимагають, проте, спеціальної кваліфікації від оператора.

Доступ до даних також здійснюється через Інтернет-сервер. Для цього розробляються програмні засоби, що дозволяють здійснювати доступ бібліотеки і пошук інформації через WEB-браузер. Редагувати дані віддалений користувач можливості не має. Засоби пошуку - розвинені і прості у використанні.

Розробку додатку необхідно почати з аналізу предметної області і постановки завдання.

Щоб добре спроектувати систему, необхідно чітко уявляти собі вирішувану задачу. Для цього, в першу чергу, треба скласти набір вимог, що пред'являється до кінцевого продукту. Набір вимог складається виходячи з того, що хоче замовник, і що йому насправді потрібно.

Розглянемо визначення вимог інформаційної системи Бібліотеки ВНЗ. Ця система призначеної для абстрактного замовника, тому набір вимог до неї складається, виходячи з власного уявлення про завдання автоматизації роботи бібліотеки внз.

Система повинна вирішувати наступні функції:

1. Формування каталогу книг.
2. Складання картки читача.
  - 2.1. Запис нового читача.
3. Введення даних про читачів боржників.
  - 3.1 Отримання звітів про поточних боржників.
4. Пошук книги.
  - 4.1 Отримання звітів про результат пошуку.
5. Вихід з програми.
6. Довідка.

Спроектований інформаційний портал дозволить більш ефективно використовувати наявну інформацію, методичне забезпечення, поширюючи її серед студентів факультету.

УДК 004

Мазяр О. – ст. гр. КТм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

Науковий керівник: к.т.н., доцент, Чихіра І.В.

У зв'язку з мініатюризацією вузлів для бездротових сенсорних мереж, накладається все більше обмеження на габаритні розміри джерела живлення. Метою даної роботи є визначення засобів зменшення енергоспоживання бездротової сенсорної мережі, що працює в місцях, позбавлених безперервного енергоспоживання, таких як протяжні лісові масиви, лісостеп і так далі.

**Таблиця 1.** Усереднені параметри інфокомунікаційних послуг.

| № з/п | Назва послуги     | $L_{зан}$ ,<br>Кбайт | $L_{відп}$ ,<br>Кбайт | $T^{зан}$ ,<br>с | $T^{відп}$ ,<br>с |
|-------|-------------------|----------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| 1     | Веб-доступ        | 0,5                  | 100                   | 0,4              | 5                 |
| 2     | Електронна пошта  | 7,5                  | 7,5                   | 2                | 2                 |
| 3     | IP телефонія      | —                    | —                     | 300              | 300               |
| 4     | Доступ до IP TV   | —                    | —                     | 3 600            | 3 600             |
| 5     | Відео конференції | —                    | —                     | 600              | 600               |

Одним з головних споживачів енергії в автономних вузлах є радіо-передавальний пристрій, тому завдання пошуку напрямів зменшення енергоспоживання передавача можна вважати одним з пріоритетних напрямів дослідження в даній області.

У стандарті IEEE 802.11s воно реалізовано способом, наведеним у рис. 1.

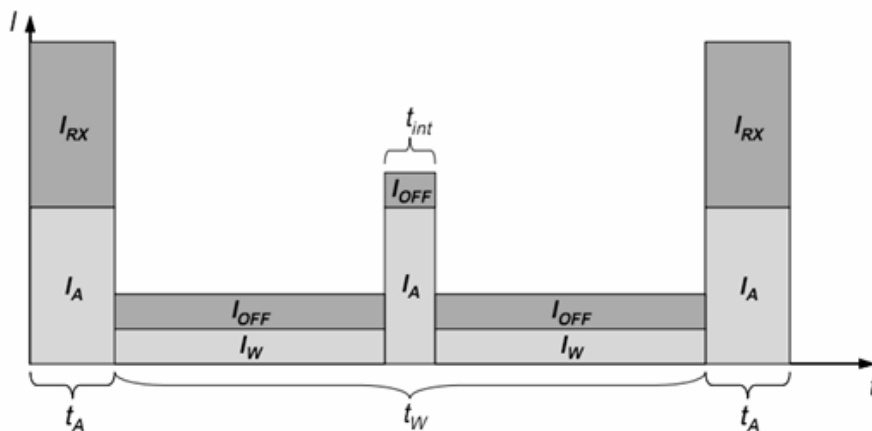


Рис. 1. Робота вузла у режимі енергозбереження

$I_{RX}$  – струм передавача/приймача у активній фазі,  $I_{OFF}$  – струм передавача/приймача у фазі сна,  $I_A$  – струм процесора у активній фазі,  $I_W$  – струм процесора у фазі сна,  $t_A$  – час активної фази,  $t_W$  – час фази сна,  $t_{int}$  – час обробки переривання.

УДК 004.056.5

Малярська Г. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ УСТАНОВИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Фриз М.Є.

У наш час інформаційні технології є одним з найважливіших факторів, що складають вплив на формування сучасного суспільства. Вони стають усе більш важливим стимулом розвитку всіх галузей економіки. Тому впровадження сучасних інформаційних технологій у повсякденній митній практиці стало насущною потребою сучасності.

Протягом останніх 3-ох років на Україні здійснюється впровадження єдиної для європейської спільноти системи «Електрона митниці». Створення багатофункціональної комплексної системи «Електронна митниця» відбувається на базі Єдиної автоматизованої інформаційної системи як одного з механізмів для забезпечення митної безпеки України.

Інформаційні ресурси ЄАІС Держмитслужби, митних органів, спеціалізованих митних установ, організацій, вимагають захисту від різноманітних за своєю сутністю впливів, які можуть призвести до несанкціонованих: знищення, пошкодження або модифікації, порушення конфіденційності, а також зниження цінності даних.

Забезпечення безпеки інформації митних органів досягається за рахунок комплексного використання таких засобів захисту інформації як:

- технічні засоби захисту інформації від іноземних технічних розвідок і від її витоку по технічних каналах;
- засоби захисту інформації від несанкціонованого доступу для робочих станцій, серверів і мережного телекомунікаційного встаткування;
- засоби криптографічного захисту інформації;
- засоби аналізу захищеності, виявлення атак і активного аудита;
- засоби антивірусного захисту інформації.

Для покращення інформаційної безпеки ЄАІС ДМСУ нам потрібно оцінити ризик, пов'язаний з порушенням безпеки, а також прийняти рішення про доцільність впровадження нових заходів щодо забезпечення безпеки, їх складу та направленості. Для цього використовуємо метод аналізу ієрархій.

Метод аналізу ієрархій (МАІ) - математичний інструмент системного підходу до складних проблем прийняття рішень. МАІ дозволяє зрозумілим і раціональним чином структурувати складну проблему прийняття рішень у вигляді ієрархії, порівняти і виконати кількісну оцінку альтернативних варіантів рішення. Аналіз проблеми прийняття рішень в МАІ починається з побудови ієрархічної структури, яка включає мету, критерії, альтернативи і інші розглядаються фактори, що впливають на вибір. Наступним етапом аналізу є визначення пріоритетів, що представляють відносну важливість або перевагу елементів побудованої ієрархічної структури, за допомогою процедури парних порівнянь. Безрозмірні пріоритети дозволяють обґрунтовано порівнювати різноманітні фактори, що є особливістю МАІ. На заключному етапі аналізу виконується синтез (лінійна згортка) пріоритетів на ієрархії, в результаті якої обчислюються пріоритети альтернативних рішень щодо головної мети. Кращою вважається альтернатива з максимальним значенням пріоритету.

УДК 004.738.2

Мельник Т. – ст. гр. КАм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОЛІТИКИ ЧЕРГ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ**

Науковий керівник: асистент Федорів П.С.

Найбільш поширеним механізмом обслуговування політики черг у маршрутизаторах і комутаторах сучасної мережі Internet є традиційний механізм “першим прийшов, першим пішов” (англ. *first-in, first-out, FIFO*). Незважаючи на простоту реалізації, для механізму FIFO характерні декілька фундаментальних проблем, що ускладнюють виконання функцій якості обслуговування. Так, механізм FIFO не передбачає пріоритетної обробки чутливого до затримки трафіку шляхом його переміщення на початок черги.

Весь трафік обробляється однаково, без урахування належності потоків до різних класів з різними вимогами до обслуговування. Мінімальна вимога, що пред'являється до підтримуючого функції Quality of Service (QoS) алгоритму обслуговування черг, - здатність диференціювати і визначати вимоги до обробки різних пакетів.

*Priority Queuing (PQ)* забезпечує безумовний пріоритет одних пакетів над іншими. Всього є чотири черги: high, medium, normal і low. Обробка ведеться послідовно (від high до low), починаючи з найпріоритетнішої черги, і до її повного очищення не переходячи до менш пріоритетних черг. Таким чином, можлива монополізація каналу високопріоритетними чергами. Трафік, пріоритет якого не вказаний, потрапляє в чергу за замовчуванням.

*Weighted Fair Queuing (WFQ)* автоматично розбиває трафік на потоки. Якщо потоків більше ніж черг, то в одну чергу поміщається кілька потоків. Належність пакету до потоку визначається на основі Terms of Service (ToS), IP-адрес і портів відправника та одержувача. Кожен потік використовує окрему чергу. Оброблювач WFQ забезпечує рівномірний поділ смуги між існуючими потоками. Для цього доступна смуга ділиться на кількість потоків, і кожен отримує рівну частину. У результаті WFQ автоматично розподіляє доступну пропускну здатність, додатково враховуючи ToS.

Так, якщо канал зі швидкістю  $R$  використовується для  $N$  потоків, то швидкість обробки кожного з них буде  $R/N$  при використанні оброблювача. Оброблювач з пріоритетними коефіцієнтами дозволяє регулювати частку кожного потоку. Якщо є  $N$  активних потоків, з пріоритетами  $w_1, w_2, \dots, w_N$ , то  $i$ -ий потік буде мати швидкість

$$\frac{Rw_i}{(w_1 + w_2 + \dots + w_N)}.$$

Потоки з однаковими IP-пріоритетами отримують рівні частки смуги пропускання, потоки з великим IP-пріоритетом - велику частку смуги. У разі перевантажень ненавантажені високопріоритетні потоки функціонують без змін, а навантажені низькопріоритетні - обмежуються.



УДК 004.92

Мельничук Ю. – ст. гр. Інф-23

*Волинський національний університет імені Лесі Українки*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ФРАКТАЛІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ НАЙПРОСТІШИХ ОБ'ЄКТІВ**

Науковий керівник: ст. викл., Павленко Ю.С.

Фрактал (лат. fractus — подрібнений, дробовий) — нерегулярна, самоподібна структура. В широкому розумінні фрактал означає фігуру, малі частини якої в довільному збільшенні є подібними до неї самої.

За мету було поставлено дати різносторонній опис особливостей фрактальної графіки, а також створити програмний продукт, який дозволить генерувати фрактальні об'єкти.

У процесі дослідження було розроблено програмний продукт «GenFracral», який дозволяє створювати двовимірні фрактальні зображення.

Генерація зображень здійснюється на основі закладених в пакеті формул для побудови фракталів, а система підготовки зображення багаторівнева і включає детальне налаштування кольорів, можливість простих трансформацій елементів, що генеруються.

У програмі реалізовані можливості побудови відомих фракталів, таких, як трикутник Серпінського, килим Серпінського, множини Жуліа і Мандельброта, дракон Хартера-Хейтуея, крива Леві, а також оригінальні зображення. [2]

Для програмної реалізації були використані відомі методи та алгоритми, такі, як:

- алгоритм, що базується на методі простої заміни і реалізується шляхом нескінченного повторення декількох простих операцій – заміною одного елемента деякою комбінацією інших, йому подібних; [1]

- алгоритм, основою є Метод Систем Ітераційних функцій – СІФ (Iterated Function System – IFS), який з'явився середині 80-х років як простий засіб здобуття фрактальних структур; [1]

- алгоритм, що реалізується на використанні комплексних відображень, що зіставляють одному комплексному числу інше комплексне число за деяким ітераційним правилом; [1]

- алгоритм, що базується на методі рекурентних співвідношень. [1]

При удосконаленні програми передбачається розширити її можливості за рахунок побудови тривимірних фрактальних об'єктів.

### **Література**

1. Фракталы и мультифракталы. [Електронний ресурс] / С.В. Божокин, Д.А. Паршин. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 128 с. – Режим доступа: [http://files.tnu.in.ua/orig\\_study\\_files435903259023405/9ee5cee7ae7fb42f9d7c83825d8605e2/357817-book.rar](http://files.tnu.in.ua/orig_study_files435903259023405/9ee5cee7ae7fb42f9d7c83825d8605e2/357817-book.rar)
2. Фрактальная геометрия природы. [Електронний ресурс] / Б. Мандельброт. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2002, 656 с. – Режим доступа: [http://files.tnu.in.ua/orig\\_study\\_files435903259023405/270814e35a4708bd9fa30907a4aa2b13/358050-book.rar](http://files.tnu.in.ua/orig_study_files435903259023405/270814e35a4708bd9fa30907a4aa2b13/358050-book.rar)

УДК 621.396.94

Мельнічук О.– ст.гр. РТ-51

Добровольський С.– ст.гр. РТ-51

Швед В.– ст.гр. РТ-51

Приймак О.– ст.гр. РТ-51

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

## **МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОГРАФІЧНИХ КООРДИНАТ В НАВІГАЦІЙНІЙ СУПУТНИКОВІЙ СИСТЕМІ GPS**

Науковий керівник старший викладач каф. РТ Химич Г. П.

У сучасних умовах для повноцінного функціонування систем зв'язку, особливо з рухомими об'єктами, необхідно мати точну інформацію про місцезнаходження (географічні координати) об'єкту. Для вирішення даної задачі всі рухомі одиниці, що входять у систему зв'язку, оснащуються навігаційними засобами, здатними безперервно і надійно визначати положення на місцевості (довгота, широта, рівень над площиною моря, точний час) у різних метеоумовах.

Радіонавігаційні системи є як наземного: (LORAN-C,D (США/Англія), ТРОПІК – 2,2П, ЧАЙКА(Росія), АЛЬФА (Росія/США) так і супутникового базування: (GPS (США), ГЛОНАС (Росія), GALILEO (Європа), COMPASS (Китай), REIDOU(Китай), IRNSS (Індія), GAGAN (Індія/США), QZSS (Японія), Циклон (Росія), Цикада (Росія, морського призначення) КОСПАС-САРСАТ(міжнародна).

Супутникові навігаційні системи у основному працюють (передають інформацію наземним споживачем) в L- частотному діапазоні (1200...1600)МГц.

Вони включають кілька частотних каналів, які використовуються як для цивільного так і для військового призначення. Точність визначення координатним місцеположення (східна довгота та північна широта) для загального використання знаходиться в межах від 3м до 10м (GPS-система).

Запропонований метод дає можливість підвищити точність географічних координат при використанні навігатора загального користування.

На рис.1 зображено основну ідею дослідження та розрахунку координат.

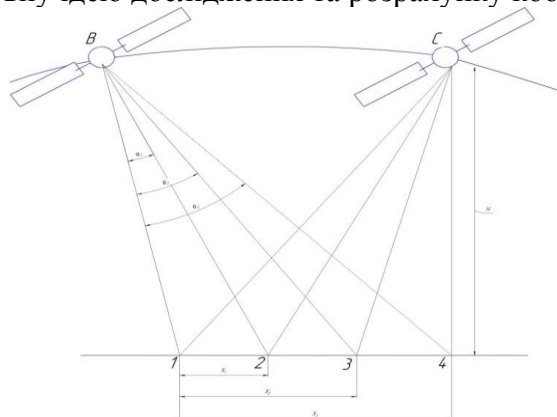


Рис.1. Схематичне зображення супутникового та наземного сегменту навігаційної системи GPS.

де,  $H = 20180$ км, відстань від орбіти, на якій знаходяться штучні супутники Землі навігаційної системи GPS.

Для дослідження використовувалось обладнання та програмне забезпечення фірми «TRIMBLE» (США).

Вимірювання географічних координат проводились в 4 точках, рознесених одна від одної на певну відстань.

Дані значення (A1, A2, A3, A4) в двох географічних координатах (довгота, широта) вимірювались 10 разів і значення усереднювались.

$$A1 = \frac{A1' + \dots + A10'}{10}$$

...

$$A4 = \frac{A1 + \dots + A10}{10}$$

З другого боку знаючи величину H та  $X_1 \dots X_4$ , визначались кути  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ , приймаючи трикутники 1B2, 1B3, 1B4, як прямокутні.

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{X_1}{H}$$

$$\alpha_1 = \arctg \frac{X_1}{H}$$

Наступним етапом було порівняння та визначення абсолютної та відносної похибок кутів географічних координат, отриманих від навігаційного приймача (рис.2) та методом розрахунків.

Східна довгота (longitude, L)

$$\Delta L_1 = (\alpha_1 - \Delta 1)$$

...

$$\Delta L_4 = (\alpha_4 - \Delta 4)$$

$$\delta L_1 = \frac{\Delta L_1}{L_1}$$

...

$$\delta L_4 = \frac{\Delta L_4}{L_4}$$

Північна широта (latitude)

$$\Delta NL_1 = (\alpha_{1N} - \Delta_{1N})$$

...

$$\Delta NL_4 = (\alpha_{4N} - \Delta_{4N})$$

$$\delta NL_1 = \frac{\Delta NL_1}{NL_1}$$

...

$$\delta NL_4 = \frac{\Delta NL_4}{NL_4}$$

На основі даного методу, визначивши похибки вимірів, можна провести корегування точності навігаційної системи і закласти в програму похибки значень координат, як системну похідну.

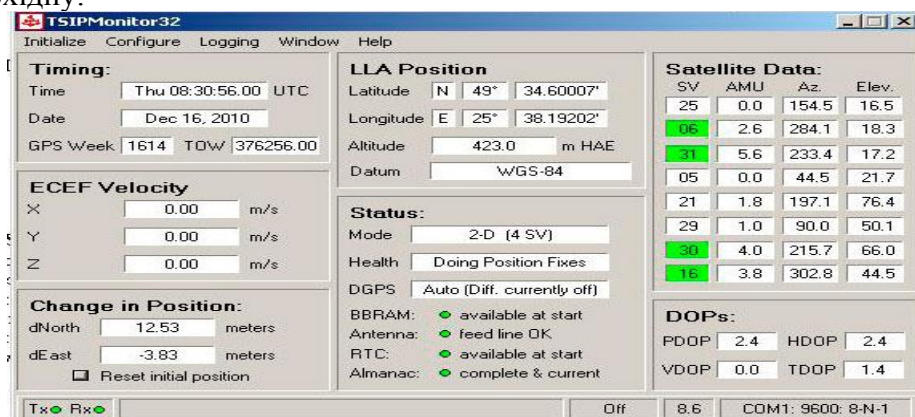


Рис.2 Вікно програми дослідження при використанні приймача GPS фірми «TRIMBLE».

УДК 004.05

Мисько В. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ НАВЧАЛЬНОГО WEB-РЕСУРСУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Фриз М.Є.

Web-простір широко використовується в таких прикладних сферах людської діяльності як наука та навчання. Це привело до значного розширення web-простору і суттєвого збільшення кількості web-сайтів та зростання їх структурної складності. Однак якість більшості web-сайтів є досить низькою, що породжено відсутністю достатньо простих, чітко виражених та загальноприйнятих підходів а також ефективних технологій оцінювання їх якості.

Вимоги до структури та формату учбових курсів формуються на підставі міжнародних стандартів дистанційних курсів SCORM (Sharable Courseware Object Reference Model).

Роботи по оцінюванню якості web-сайтів ведуться досить давно і їх результати представлені в численних публікаціях. Більшість цих публікацій присвячені оцінюванню надійності web-сайтів по двох показниках – щільність розподілу помилок та ймовірність відмов. Ці напрямки досліджень залишаються пріоритетними, але основним їх недоліком є те, що в них досліджувались лише декілька аспектів якості і при цьому використовувались не уніфіковані характеристики якості, що приводило до непорозумінь та конфліктів. І тільки з введенням в дію стандарту з якості ISO/IEC 9126 були запропоновані моделі якості оцінювання якості web-сайтів, які не мали зазначених вище недоліків, також було визначено повний набір характеристик та метрик якості.

Виходячи з етапів процесу оцінювання якості web-сайтів, в якому враховано аспекти теоретичного (процес проектування) та прикладного (процес реалізації) спрямування, можна виділити чотири основних фази:

- визначення та специфікація вимог якості;
- локальне оцінювання;
- комплексне оцінювання;
- висновки та рекомендації.

Маючи локальні, частинні та комплексні результати з оцінювання якості web-сайтів можна надати рекомендації щодо покращення якості web-ресурсу.

Отже, мета роботи полягає у розробленні методології, яка б визначала способи адекватного відображення міри якості web-сайтів призначених для їх використання як навчальних ресурсів. Для web-ресурсів важливими показниками якості є практично усі характеристики, які наведено у стандарті ISO 9126.

УДК 519.6

Михайленко О. - ст.гр.ПЗАСзм-51

*Тернопільський національний економічний університет*

## **ОГРАНІЗАЦІЯ ВІДДАЛЕНОГО ДОСТУПУ ДО ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ РЕСУРСІВ СЕРЕДОВИЩА МОДЕЛЮВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н. Співак І.Я.

Створення програм, що дозволяють представляти матеріали у вигляді одновимірних або двовимірних графіків, поверхонь, кольорних карт, анімованих графіків представляє особливий інтерес для проведення додаткового візуального аналізу процесів, що відбуваються на підприємстві.

Для створення ефективних демонстраційних матеріалів потрібне програмне забезпечення, що дозволяє використовувати сучасні можливості, які надаються мережею інтернет - гіпертекст, інтерактивність, мультимедіа. Використання мережі інтернет в деяких випадках істотно знижує вимоги до ресурсів комп'ютера на стороні користувача, що також є важливою перевагою.

Віртуальний доступ віддаленому користувачеві до проблемно-орієнтованого програмного забезпечення і високопродуктивної обчислювальної системи забезпечує простий доступ до ПЗ без встановлення його на комп'ютері користувача. У цій роботі використовуються технології: додатки на основі MatLab web-server, що дозволяє досліджувати широкий клас моделей.

Компонент MatLab web-server (MWS) призначений для створення додатків MatLab, що використовує інтерфейс WWW для посилення запитів в MatLab, з наступним виведенням результатів в web-браузері. Тобто, користувач заходить на спеціально підготовлену сторінку в інтернеті і вводить дані поставленого завдання. Вони поступають в програму MatLab, яка, виходячи з введених даних, проводить необхідні обчислення, відправляє результат, який візуалізується безпосередньо на сторінці web-браузера. Таким чином, користувач, маючи web-браузер, використовує цей компонент для можливості побудови доступної, універсальної і зручної системи рішення математичних завдань, яка не накладатиме на користувача ніяких апаратних і програмних обмежень, оскільки усі необхідні операції виконуватимуться на сервері.

Незважаючи на свою назву, MatLab web-server (MWS) не є web-сервером. MWS — це сервіс взаємодії MatLab з web-сервером.

Інтерактивні демонстраційні версії в основному складаються з двох документів HTML і одного М. MatLab файл. Перший документ HTML потрібний для збору даних від користувача з використанням форм HTML. Потім дані посилаються серверу, де витягаються з документів HTML і передаються програмі MatLab (М. файл), який виконує усі необхідні числові обчислення. Документ HTML, що містить результати у вигляді тексту або зображення, формується web-сервером MatLab і посилається назад користувачеві, де відображається в його web-браузері.

Кожна демонстрація складається з програми, написаної в середовищі MatLab, результатом виконання якої можуть бути чисельні або графічні матеріали, які MatLab web-server вставляє в html-файл і відправляє його на комп'ютер користувача. Для передачі вхідних даних також використовується html-форма, дані з якої витягаються сервером і передаються в програму. Таким чином, користувач може багаторазово використовувати демонстраційну програму, задаючи різні вхідні дані і спостерігаючи за результатом. При цьому наявність встановленого пакету MatLab на комп'ютері користувача не потрібна. Необхідний звичайний браузер, наприклад, Internet explorer.

УДК 621.326

Михайлович І.– ст. гр. СН-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОГЛЯД МЕТОДИК АНАЛІЗУ СТАЦІОНАРНОСТІ ВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

Науковий керівник: к.т.н. Загородна Н. В.

Як відомо, методи статистичного аналізу часових рядів зорієнтовані на використання для їх опису стаціонарних послідовностей. Стаціонарними вважають послідовності, характеристики яких не змінюються з часом. Розповсюдженим підходом до аналізу загалом нестаціонарних процесів є їх зведення до кусково-стаціонарних. Проте, існують певні труднощі в застосуванні даного методу, зокрема виявлення моментів зміни ймовірнісних характеристик послідовності. До задачі виявлення стрибкоподібної зміни властивостей часового ряду, що стається в невідомий момент часу зводиться значна частина практичних завдань контролю виробництва, технічної та медичної діагностики, гідроакустики, геофізики.

Розладка – це зміна ймовірнісних характеристик випадкової послідовності.

Для прикладу, в геофізиці за заданою вибіркою даних сейсмоприймачів можна якомога точніше визначити момент появи сейсмічних хвиль та їх фаз, що допомагає точніше визначити епіцентр землетрусу. В промисловості за заданою вибіркою визначити момент виходу з ладу ланок виробничої лінії для точного виділення бракованої продукції. Зважаючи на широкий спектр використання кусково-стаціонарних процесів, задача визначення моментів розладки є актуальною науково-технічною задачею.

Огляд літературних джерел показав, що існує ряд методик для визначення моментів розладки. Зокрема в цьому напрямі працювали Л.Тельксніс, Н.І.Клігене, А.-М. М. Монтвілас, Е.С.Пейдж та ін.

Для знаходження моменту розладки зручно використати метод Д.Хінклі.

$$x_t = \frac{1}{t-1} \sum_{i=1}^{t-1} x_i$$

- оцінка максимальної правдоподібності досліджуваного параметру до моменту  $t$ ,

$$x_t^* = \frac{1}{N-t+1} \sum_{i=t}^N x_i$$

- оцінка максимальної правдоподібності досліджуваного параметру після моменту  $t$ .

Важливою перевагою даного методу є те, що його можна застосовувати для випадків коли початкові та кінцеві параметри відомі, коли вони невідомі або коли відомі тільки початкові або кінцеві параметри.

Список використаної літератури:

1. Hinkley D. V. Inference about the intersection in two-phase regression.-Biometrika,1969,56 N 3,p.494-504.
2. Hinkley D. V. Inference about the change-point a sequence of a random variables.- Biometrika,1970,57,N 1,p.1-17.
3. Никифоров И.В. Последовательное обнаружение свойств временных рядов. М.:Наука,1983 ,с.34-37.

УДК 004.2:004.9

Мотиль Г. – ст. гр. СНм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОДІЇ ВІДЕОКАРТИ ПРИ ВИКОНАННІ МАТЕМАТИЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Березовська І.Б.

Сучасні графічні процесори дуже ефективно обробляють і відтворюють комп'ютерну графіку, завдяки спеціалізованій конвеєрній архітектурі вони набагато ефективніші в обробці графічної інформації, ніж типовий центральний процесор.

Робота графічного процесора відносно проста. Один з методів полягає у прийнятті групи полігонів з одного боку і генерації групи пікселів з іншого. Полігони і пікселі незалежні один від одного, тому їх можна обробляти паралельно.

Паралельні обчислення, на сьогоднішній день, являються одною із найактуальніших і пріоритетних тем для дослідження. Це пов'язане із стрімким ростом об'ємів даних, що потребують обробки, та характером цієї обробки, яку часто можна розділити на незалежні процеси. Спектр досліджуваних задач надзвичайно широкий. Сюди відносяться обробка векторних та матричних даних, прогнозування різноманітних процесів, фінансові розрахунки, електромагнітні розрахунки, нейронні мережі, і ін.

В результаті, з'явився такий напрямок як GPGPU (General-Purpose computing on Graphics Processing Units), яку можна перекласти як обчислення загального призначення з допомогою графічного процесора. Основна ідея - використання потужностей GPU для виконання різноманітних ресурсоємних розрахунків.

Основними рисами даного напрямку є:

- Використання графічного процесора для вирішення неграфічних задач (не пов'язаних з обробкою зображень).
- Вся робота з GPU іде через API (OpenGL, D3D)
- Програми використовують відразу 2 мови: одну традиційну (C++) і одну шейдерну - програма, що використовується в тривимірній графіці для визначення остаточних параметрів об'єкта чи зображення.

Для дослідження швидкодії відеокарти при виконанні математичних обчислень було використано технологію CUDA.

Технологія CUDA — це середовище розробки на мові C, яке дозволяє програмістам і розробникам писати програмне забезпечення для вирішення складних обчислювальних завдань за менший час завдяки багатоядерній архітектурі графічних процесорів.

Одним з прикладів тестування була задача транспонування матриці на CUDA.

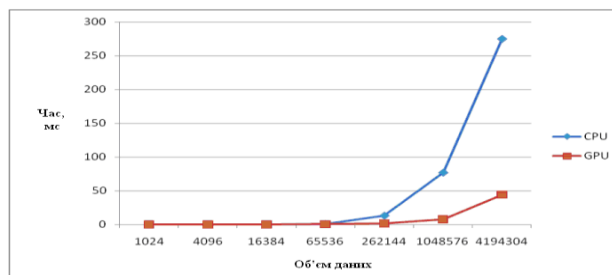


Рис. 1 – Порівняльний графік ефективності алгоритмів транспонування матриці

З графіка видно, що реалізація задачі з допомогою графічного процесора зменшує час виконання до 6 разів.



УДК 003.26.09:004.032.24:519.852.67

Напованець Р.– ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ КРИПТОАНАЛІЗУ АЛГОРИТМУ RSA**

Науковий керівник: к.т.н. Луцків А.М.

Актуальність криптоаналізу асиметричних криптоалгоритмів полягає в тому, що вони використовуються для захисту каналів передачі даних у багатьох сферах життєдіяльності людини: шифрування сеансових ключів, шифрування даних, генерування цифрових електронних підписів та ін. Щоб вчасно попередити, що певний алгоритм чи деяка множина його ключів є нестійкою, для подальшого використання необхідно здійснювати дослідження його криптостійкості.

Методи криптоаналізу напряду залежать від криптоалгоритму і інформації, яку відомо про саму систему, ключі, повідомлення. Асиметричні алгоритми використовують різні ключі для шифрування та розшифрування даних, від кількості інформації, яку дано про ці ключі залежить метод атаки, який треба використовувати для криптоаналізу алгоритму. Найпоширенішими атаками на асиметричні алгоритми шифрування є: пряма атака, циклічна атака, атака методом осліплення, атака Хастада, атака по частково відомій секретній експоненті, атака Франкліна - Рейтара.

Здійснення криптоаналізу сучасних асиметричних алгоритмів шифрування є можливим за умови використання апаратних та програмних засобів високопродуктивних обчислень. Найпоширенішими за критеріями ціни, масштабовності та функціональності сьогодні є комп'ютерні системи на основі кластерних архітектур, тобто системи з розподіленою пам'яттю. Для того, щоб використовувати методи криптоаналізу на паралельних і розподілених комп'ютерних системах потрібно створювати спеціалізоване програмне забезпечення. Існує безліч технологій, які дозволяють розпаралелювати обчислення між вузлами обчислювальної системи. Для кластерних архітектур найпоширенішою парадигмою програмування є парадигма на базі обміну повідомленнями, а відповідно її реалізації: MPI (MPICH, OpenMPI) та PVM. Розробка програмного забезпечення здійснюється мовою С. Щоб спростити процес розробки криптоаналітичного програмного забезпечення доцільно скористатися вже готовими криптографічними бібліотеками. Таких бібліотек є досить багато, одна із найпоширеніших — OpenSSL.

OpenSSL — криптографічний пакет з вільним вихідним кодом, що дає можливість легко використовувати вже готові функції і методи. Оскільки більшість мережових протоколів, які використовуються в Інтернеті, наприклад, IMAP, POP, SQL, SMTP, HTTP, FTP, LDAP, забезпечують підтримку шифрування інформації по протоколу SSL, а OpenSSL підтримує протоколи SSL v2/v3 (Secure Sockets Layer) і TLS v1 (Transport Layer Security), то використання OpenSSL є багатофункціональним. OpenSSL одночасно зручний і практичний в роботі із всіма включеними в нього алгоритмами шифрування, тому повністю задовольняє всі вимоги роботи із асиметричними криптоалгоритмами.

В ході даного дослідження здійснюється реалізація розподіленої системи криптоаналізу асиметричного алгоритму методом прямої атаки з використанням мови С, бібліотек і засобів паралельного програмування OpenMPI та криптографічної бібліотеки OpenSSL.



УДК 519.25

Олійник І. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ І ПРОГНОЗУ ГАЗОСПОЖИВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Мацюк О.В.

До найважливіших галузей народного господарства України відноситься газова промисловість. Значними її проблемами є безконтрольність при транспортуванні та споживанні газу. Разом з тим недостатньо уваги приділяється технічним засобам обліку газу, недосконалими є статистичні методи аналізу і прогнозу газоспоживання, транспортування газу, практично відсутні ефективні інформаційні технології, які б враховували специфіку, особливості газової промисловості.

Враховуючи ситуацію, що склалася, важливою на сьогоднішній день державною проблемою є підвищення ефективності управління в газовій промисловості.

Дана робота стосується інформаційної системи аналізу і прогнозу газоспоживання.

Можна виділити два основні шляхи підвищення достовірності обліку та аналізу газоспоживання. Це розробка більш точних, багатофункціональних, багатотарифних лічильників газу, з погодинним його обліком, як це, наприклад, успішно використовується в електроенергетиці. Другий шлях – це створення різноманітних баз даних і розробка інформаційних технологій аналізу і прогнозу газоспоживання.

Науково-технічна проблема підвищення ефективності та оптимізації управління в газопромисловому комплексі, пов'язана з обліком та контролем за використанням газу. В основному вирішення цієї проблеми проводиться за двома напрямками. Перший напрямок – це розробка і впровадження різних лічильників газу з підвищеними метрологічними характеристиками та різними функціональними можливостями. Другий напрямок – вдосконалення методів статистичного аналізу графіків газоспоживання, в першу чергу, оцінка їх зв'язку з впливючими на газоспоживання факторами, зокрема, метеофакторами. Якщо питання лічильників має в основному технічне спрямування, то для вдосконалення методів статистичної обробки, підвищення їх точності, достовірності, зручності в користуванні широко впроваджуються сучасні інформаційні технології із залученням засобів комп'ютерної техніки. Основну увагу приділяють методам статистичного аналізу газонавантажень, які дають можливість врахувати їх стохастичну періодичність.

Відомо, що на сьогоднішній день для оцінки газоспоживання в основному використовуються інтегральні показники, які висвітлюють газоспоживання за певні проміжки часу – день, тиждень, сезон, рік тощо. Однак зрозуміло, що для підвищення ефективності функціонування газотранспортної галузі, її надійності, необхідна більш різностороння інформація, а саме динамічні показники газоспоживання. Такими показниками є статистичні значення максимального та мінімального газоспоживання, їх зміни на протязі певних проміжках часу і нерегулярність в ті чи інші фіксовані моменти часу.

Розроблена інформаційна система аналізу і прогнозу газоспоживання дозволяє отримувати статистичну інформацію газоспоживання, яка може бути використана для подальших кроків прогнозування.

УДК 004.056

Паньків Т. – ст. гр. СН – 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОБЛЕМА БЕЗПЕКИ СУЧАСНИХ CMS**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Мацюк О.В.

Сучасні вимоги до веб-вузлів зобов'язують використовувати новий підхід до розробки. Інформація, яка розміщується на веб-вузлах, повинна швидко оновлюватися. Для вирішення цього завдання створюються системи керування вмістом (CMS), які дозволяють легко змінювати наповнення сайту через інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. "Система управління контентом", або CMS - останнім часом один з найпоширеніших способів адміністрування веб-порталу. Все більше число студій веб-дизайну пропонують створення сайтів на різних CMS.

Всі існуючі CMS не гарантують безпеку веб-сервера навіть для масштабів середнього бізнесу. Кожна компанія має проблеми з безпекою корпоративного сайту, і перш за все ці проблеми пов'язані з уразливістю системи управління вмістом. Для підтримки системи управління потрібний системний адміністратор, що значно збільшує витрати на експлуатацію та не гарантує повної безпеки. Величезне значення має людський фактор.

Для розробки концепції захищеної системи управління необхідно також розглянути переваги та недоліки більшості систем управління.

Основна перевага CMS - це зручність редагування і додавання на сайт нового вмісту. Крім того, системи управління сайтом дозволяють швидко і зручно редагувати сторінки новин, гостьові книги, форуми, блоги та багато іншого. Дуже зручний у використанні візуальний редактор, що зустрічається у багатьох CMS.

Недоліком більшості CMS є динамічна адресація. Приклад: стандартна адресація в CMS Joomla дозволяє атакуючому легко змінювати значення переданих змінних, що ставить під загрозу всю систему безпеки. Також використання динамічної адресації є небажаним для реєстрації сайту пошуковими системами. Майже у всіх CMS для вирішення цієї проблеми використовується функція `mod_rewrite`, проте не завжди підтримується компаніями, що надають послуги хостингу. У результаті роботи `mod_rewrite` відбувається підміна адреси запиту, на адресу, що не містить імен змінних. Проте використання функції `mod_rewrite` не дозволяє захистити CMS від передачі видозмінених змінних. У цьому випадку вся обробка та виявлення атак лягає на систему управління. Це допускає можливість використання досить широкого спектру атак, що таким способом реалізують SQL-injection.

Будь-яка система управління містить вразливості, це може служити причиною взлому сайту і сервера. Оновлення системи управління є досить складною процедурою. Більшість систем управління не дозволяють здійснити оновлення повністю автоматично, тому цим займаються адміністратори. Цю проблему можна вирішити тільки за допомогою системи активних оновлень. Тобто оновлення здійснюється автоматично. У більшості систем керування автоматичні оновлення здійснюються частково за запитом адміністратора з системи управління.

Більшість CMS здійснюють неповний аналіз переданих параметрів. Саме на цьому рівні можна захистити систему управління від атак SQL-injection і PHP-including.

УДК 004.051

Паньків Т. – ст. гр. СН – 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **SEO – ОПТИМІЗАЦІЯ ТА SEO – КОПІРАЙТИНГ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Пошукова оптимізація сайту або ж SEO (*search engine optimization*) — процес коректування текстового наповнення з метою підняття позиції сайту в результатах пошуку користувачів. Розрізняють білу, чорну, сіру та помаранчеву оптимізацію. Біла оптимізація - це написання текстів належної та високої якості, оптимізованих для пошукових систем. Чорна оптимізація - створення сторінок з нескладним, але високо оптимізованим текстом, насиченим ключовими словами, які подаються «роботам» пошукових систем замість справжніх сторінок сайту. До сірої пошукової оптимізації можна віднести додавання великої кількості ключових слів в текст сторінки.

SEO-копірайтинг (англ. *SEO copywriting*) – це написання унікальних текстів, оптимізованих під ключові запити пошукових систем, таких як Google, Яндекс та інших, і використовуються для наповнення сайтів. Метою SEO-копірайтингу є підняття рейтингу сайту в пошукових системах, і підвищення таким чином його відвідуваності. Такі тексти повинні відповідати трьом вимогам: оптимізація для пошукових систем, зручність сприйняття для відвідувачів сайту, спонукання до активності користувачів, але головною вимогою являється унікальний цікавий контент, який повідомляє пошукову машину про те, що на сайті присутня корисна інформація, при чому подібної їй немає на інших сайтах.

Основні цілі та завдання SEO-копірайтингу полягають у: підвищенні позиції документу (і сайту) в результатах пошуку, у швидкому і повному донесенні потрібної інформації до читача, у перетворенні потенційних покупців в активних замовників.

Корисність SEO-копірайтингу для будь-якого сайту не обмежується цими важливими завданнями. У деяких випадках результатом може бути не наповнення розділів сайту, а тематичні статті для розміщення на інших веб-ресурсах. Одним з важливих факторів ранжирування сайту в пошукових системах є посилальне ранжирування. Написання статей, в яких стоять текстові посилання з певних ключових слів на розділи сайту, і розміщення їх на сайтах аналогічної тематики буде благотворно впливати на індекс цитування сайту і на посилальне ранжирування. Ті ж самі ефекти можна використовувати і в межах одного сайту. До того ж, збільшення контенту на сайті і регулярне додавання нових матеріалів теж позитивно сприймається пошуковими системами.

SEO-копірайтер – людина, яка пише тексти для сайтів, на вході він має завдання, а на виході надає готовий текст заданого обсягу у вигляді HTML документу. Є дев'ять технічних етапів роботи SEO-копірайтера: знайомство із вмістом і темою оптимізації сайту, складання семантичного ядра для тексту, пошук інформації по заданій тематиці, складання плану статті, написання тексту, вичитування, перевірка і контроль входжень ключових слів, верстка в HTML, виділення ключових слів в тексті, остаточна перевірка сторінки та валідація HTML коду.

Підсумовуючи, вкажемо, що SEO-копірайтинг – це певна техніка створення і редагування текстів для веб-сайтів таким чином, щоб, по-перше, користувач міг легко прочитати й розуміти текст, і по-друге, щоб при цьому текст містив необхідні для пошукового просування ключові слова в потрібних місцях і необхідних пропорціях. Отже SEO-копірайтинг – це не від'ємна частина створення сайту.

УДК 519.6

Петрущак А. - ст. гр. ПЗАСзмсм-52

Тернопільський національний економічний університет

Самбірський факультет прикладного програмного забезпечення

## **ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛІНІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ**

Науковий керівник: к.т.н. Співак І.Я.

Принципи побудови методу параметричної ідентифікації моделей лінійних динамічних систем у випадку адитивних та обмежених за амплітудою похибок в каналах вимірювань базуються на властивостях множини допускових оцінок параметрів цих моделей. Реалізація методу передбачає два етапи: знаходження початкового наближення  $\vec{g}_0$ ; покращення початкового наближення до забезпечення умови  $\vec{g} = \vec{g}_{dop} \in \Omega_{dop}$ .

Початкове наближення  $\vec{g}_0$  до допустимого розв'язку  $\vec{g}_{dop}$  обчислюється, виходячи із наближеного представлення множини допустимих оцінок параметрів, як розв'язок довільно вибраних  $m$ -рівнянь ІСЛАР

$$\begin{cases} x_{1k+1}^- \leq \vec{g}_1^T \cdot [\vec{x}_k^-; \vec{x}_k^+] + \vec{q}^T \cdot \vec{u}_k \leq x_{1k+1}^+ \\ \vdots \\ x_{ik+1}^- \leq \vec{g}_i^T \cdot [\vec{x}_k^-; \vec{x}_k^+] + \vec{q}^T \cdot \vec{u}_k \leq x_{ik+1}^+ \\ \vdots \\ x_{mk+1}^- \leq \vec{g}_m^T \cdot [\vec{x}_k^-; \vec{x}_k^+] + \vec{q}^T \cdot \vec{u}_k \leq x_{mk+1}^+ \end{cases}, \quad k = 0, \dots, N-1.$$

із заміною інтервалів  $[x_{i,k}^-, x_{i,k}^+]$ ,  $\forall i = 1, \dots, m, \quad \forall k = 0, \dots, m-1$  на їх точкові значення  $x_{i,k}^+, \forall i = 1, \dots, m, \quad \forall k = 0, \dots, m-1$ . Як показав аналіз властивостей допускової області параметрів, в цьому випадку розв'язок кожної нерівності сформованої у такий спосіб ІСЛАР в просторі оцінок параметрів  $\vec{g}$  задає «гіперсмугу»  $\overline{\Omega}_p$ . Натомість перетин  $m$  таких «гіперсмуг» утворює множину  $\Omega_m$ , яка в просторі параметрів є  $m$ -вимірним паралелепіпедом. При цьому справедливим є таке включення  $\vec{g}_{dop} \in \Omega_{dop} \subset \Omega_m$ . Тоді за початкове наближення  $\vec{g}_0$  доцільно вибрати центр симетрії  $m$ -вимірного паралелепіпеда.

Задача параметричної ідентифікації моделі динаміки передбачає визначення невідомих елементів інтервальних систем лінійних алгебраїчних рівнянь (які складені відповідно до інтервальних даних по трьох об'єктах). Дана модель має один «вхід» ( $u_k$ ) – інтенсивність вхідного показника та три «виходи» ( $x_{1,k+1}, x_{2,k+1}, x_{3,k+1}$ ) – значення результуючих показників за певний період відповідно по трьох об'єктах. У процесі створення математичної моделі доводиться свідомо йти на спрощення наявних подань про реальні явища, що дає можливість описати їх і представити взаємодію між компонентами системи. Однак, при спрощенні реальної системи й виборі параметрів, що відбивають властивості окремих компонентів моделі, дослідник повинен постійно стежити за тим, щоб отримана модель у заданих межах відповідала об'єкту.

УДК 004

Писаренко С.– ст. гр. КА-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КНИГОВИДАЧІ В НТБ ТНТУ НА БАЗІ АБІС КОНА**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Шкодзінський О. К.

З розвитком нових інформаційних технологій в бібліотеках, появою нових носіїв і нових технологій розповсюдження інформації традиційні бібліотечні процеси, фонди бібліотек, технологічні вимоги до умов зберігання, використання фондів і систем обслуговування стали потребувати істотних змін. В НТБ ТНТУ активно проводиться підготовка до автоматизації технологічних процесів книговидачі. Так, вже створена електронна база літератури з можливістю пошуку по електронному каталогу. Проведено штрих-кодування.

Наступним кроком є впровадження автоматизованої бібліотечної інформаційної системи (АБІС). На основі аналізу ринку програмного забезпечення за базу було вибрано систему з двох АБІС: «Коґа» та «УФД Бібліотека». Оскільки в першій зручний користувацький WEB інтерфейс, та інтерфейс бібліотекаря, який забезпечує всі вимоги по пошуку, опрацюванню та видачі літератури, а в другій ширші можливості ведення внутрішнього документообігу.

Бібліографічний опис літератури вноситься в базу УФД Бібліотеки звідки за допомогою розроблених скриптів автоматично з заданою періодичністю конвертується в базу даних Коґа.

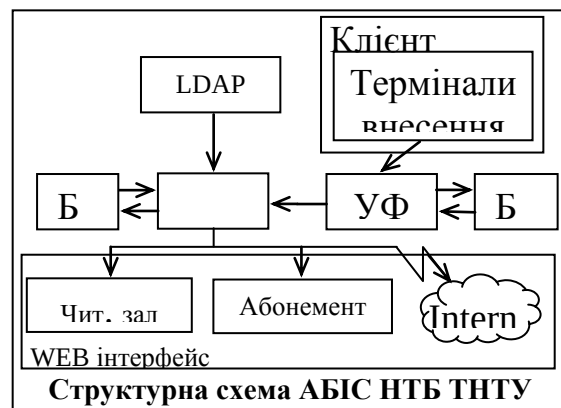
Людина, яка бажає отримати книгу, чи іншу літературу, повинна бути зареєстрованою в системі. Для студентів, які поступили на навчання в ТНТУ, реєстрація проходить електронну форму на WEB сторінці у адміністратора бібліотеки, чи паперову, в пункті запису.

Основні можливості програмного забезпечення АБІС Коґа:

- простий, зручний інтерфейс для бібліотекарів та читачів;
- пошук, що гнучко налаштовується;
- обіг та керування позичальниками;
- повна система надходжень, зокрема бюджетні витрати та цінові дані;
- здатність працювати з будь-якою кількістю підрозділів, відвідувачів, категорій відвідувачів, примірників, категорій примірників, валют та інших даних;
- система періодики для журналів або ж газет;
- списки прочитаного для відвідувачів.

На даний момент АБІС НТБ ТНТУ працює в тестовому режимі і в найближчий час система стане доступною для користування.

Використання АБІС приведе до формування електронної документації по книгообміну, відсутності помилок в записах, пришвидшення процесу книговидачі, що є дуже актуальною проблемою при великій кількості відвідувачів.



УДК 004.934.2

Пйонтко Н. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИНТАКСИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЧЕНЬ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Однією з найважливіших задач математичної лінгвістики є синтаксичний аналіз речень мови. Він є невід'ємною складовою таких задач, як: комп'ютерний переклад, синтез мови, перевірка правопису, розстановка розділових знаків, а також є одним із початкових етапів на шляху до розпізнавання мови.

Комп'ютерний синтаксичний аналіз є давно досліджуваною задачею, яка є до певної міри розв'язаною для різних мов. Однак незважаючи на тривале дослідження цієї проблеми спроектовані системи ще далекі від ідеалу, тим паче дуже мало хороших наробок (як теоретичних, так і, що найголовніше, практичних) для української мови і більшість з них є комерційними таємницями.

Задача синтаксичного аналізу розв'язується в декілька етапів: графемний аналіз, морфологічний аналіз і безпосередньо синтаксичний аналіз.

Графемний аналіз – це початковий етап аналізу, отримана інформація на якому використовується в морфологічному і синтаксичному аналізах. Задачею графемного аналізу є виділення у вхідному тексті: слів, розділювачів, збір слів написаних окремо, фразеологізмів, ППІ, електронних адресів, імен файлів, чисел та інше. Поставлені задачі вирішуються за допомогою використання регулярних виразів, словників фразеологізмів і власних назв, а також не складних алгоритмів перевірки приналежності слова або декількох слів певному шаблону.

Морфологічний аналіз – це етап на якому кожному слову приписується ряд атрибутів, які визначають, до якої частини мови воно належить, які ознаки має в середині цієї частини мови (наприклад, іменник чоловічого роду, знахідний відмінок, однина). Найбільш точним і надійним методом розв'язку задачі морфологічного аналізу є використання словника слів. Оскільки словники містять зазвичай велику кількість слів, використовуються спеціальні структури даних і алгоритми пошуку, щоб якомога зменшити час пошуку і об'єм затраченої пам'яті. Якщо організувати слова у вигляді масиву і відсортувавши їх в порядку зростання, можна використати інтерполяційний і бінарний пошуки, які мають складність  $O(\log_2 \log_2 N)$  і  $O(\log_2 N)$  відповідно, де  $N$  – кількість слів в словнику. Важливою особливістю морфологічного аналізу є визначення атрибутів слів, яких немає в словнику. Оскільки основним методом творення слів в українській мові є флективний, то ми можемо не знайденому слову надати атрибути слова, яке максимально співпало з шуканим із сторони закінчення (кількість букв співпадіння не менше 4).

Синтаксичний аналіз останній і найскладніший етап. Для кожної мови створені свої підходи, які безперервно розвиваються і змінюються. Перш ніж здійснити синтаксичний аналіз, необхідно провести його фрагментацію – виділити прості речення, які входять в складні. Це здійснюється методом розбиття речення на сегменти, що містяться між розділовими знаками і застосуванням до отриманих сегментів спеціальних правил, що дозволяють отримати перелік простих речень.

При проведенні синтаксичного аналізу вводять поняття – синтаксична група – сукупність двох залежних слів, груп, або слова і групи, в якій виділений головний елемент. Застосовуючи спеціальні синтаксичні правила, здійснюється формування синтаксичних груп з подальшим їх укрупненням.

УДК 004.77; 004.71

Плетюк І. – ст. гр. СНс-43

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ В ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Знання основ захисту інформації, вміння оперативно запобігти витоку інформації особливо цінні в даний час з огляду на те, що на ринку відчувається гостра нестача кваліфікованих фахівців у цій галузі. Для протидії зовнішнім атакам необхідно не тільки мати засоби захисту інформації, а й розуміти принципи їх функціонування, вміти правильно їх налаштувати, розуміти слабкі місця операційних систем.

Міжмережевий екран (firewall) - це пристрій (або програма) контролю доступу в мережу, призначений для блокування всього трафіку, за винятком дозволених даних. Сенс МЕ в тому, що він контролює всі дані, отримувані комп'ютером з мережі або відправлені ним в мережу. При цьому він здатний розпізнавати потенційно небезпечні дані і блокувати їх. Бувають програмні і апаратні МЕ.

Антивірусна програма (антивірус) - програма для виявлення і, можливо, лікування програм, що заражені комп'ютерним вірусом, а також для запобігання зараження файла вірусом.

Захист даних в комп'ютерних мережах стає однією із найбільш відкритих проблем в сучасних інформаційно-обчислювальних системах. Сформовано базові принципи інформаційної безпеки, задачею яких є забезпечення:

- цілісності даних - захист від збоїв, що ведуть до втрати інформації або її знищення;
- конфіденційності інформації;
- доступності інформації для авторизованих користувачів.

Порушення роботи в мережі викликали необхідність створення різних видів захисту інформації. Захисні засоби умовно можна розділити на три класи:

- засоби фізичного захисту;
- програмні засоби (антивірусні програми, системи розмежування повноважень, програмні засоби контролю доступу);
- адміністративні заходи захисту (доступ в приміщення, розробка стратегій безпеки фірми і т.д.).

Для боротьби з комп'ютерними вірусами найбільш часто застосовуються антивірусні програми, рідше – апаратні засоби захисту. Останнім часом спостерігається тенденція до поєднання програмних і апаратних методів захисту. Серед апаратних пристроїв використовується спеціальна антивірусна плата, встановлена в стандартні слоти розширення комп'ютера. Окрім антивірусних програм, проблема захисту інформації в комп'ютерних мережах розв'язується введенням контролю доступу і розмежуванням повноважень користувачів. Для цього використовуються вбудовані засоби мережових операційних систем. Для виключення неавторизованого проникнення в комп'ютерну мережу використовується комбінований підхід – пароль + ідентифікація користувача по персональному "ключу".

УДК 004.457

Поволоцький В. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМА ШИФРУВАННЯ BITLOCKER**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Втрата конфіденційних даних часто відбувається після того, як злоумисник отримав доступ до інформації на жорсткому диску. Для недопущення подібного, присутній інструмент BitLocker, який дозволяє шифрувати весь диск. Цей інструмент реалізований тільки у версіях Microsoft Windows Vista Ultimate, Windows Vista Enterprise, Windows 7 Ultimate, Windows 7 Enterprise та Windows Server 2008.

Технологія шифрування даних BitLocker застосовується до будь-яких файлів системного диска.

BitLocker використовує багаторівневе шифрування – одночасне задіювання декількох видів захисту, включаючи апаратний і програмний метод. Комбінації способів захисту даних дозволяють отримати декілька різних режимів роботи системи шифрування BitLocker. Кожен з них має свої переваги, а також забезпечує свій рівень безпеки:

- режим з використанням довіреного платформеного модуля;
- режим з використанням довіреного платформеного модуля і USB-пристрою;
- режим з використанням довіреного платформеного модуля і персонального ідентифікаційного номера (ПІН-коду);
- режим з використанням USB-пристрою, що містить ключ.

Довірений платформений модуль - це спеціальний криптографічний чіп, який дозволяє виконувати ідентифікацію. Така мікросхема може бути інтегрована, наприклад, в деяких моделях ноутбуків, настільних ПК, різних мобільних пристроях та ін.

Технологія BitLocker дає можливість застосовувати алгоритм шифрування до дисків з даними, на яких використовуються файлові системи exFAT, FAT16, FAT32 або NTFS. Метод шифрування, який використовує технологія BitLocker, заснований на стійкому алгоритмі AES із 128-бітовим ключем.

Існує три механізми перевірки достовірності, які можна використовувати для реалізації Bitlocker шифрування:

– *Прозорий режим роботи:* Цей режим використовує можливості апаратного забезпечення Trusted Platform Module (TPM) для надання прозорості роботи користувачів. Користувачі включають і входять на комп'ютер з операційною системою Windows, як завжди. Ключ, використовуваний для шифрування диска закодований в чіп TPM і він може бути виданий тільки в коді завантажувача. Цей режим вразливий для нападу при холодному завантаженні.

– *Режим перевірки достовірності користувача:* Цей режим припускає, що користувач пройшов деяку аутентифікацію в пред-завантажувальному середовищі у вигляді попереднього вводу PIN-коду. Цей режим уразливий при використанні буткіт-атак.

– *Режим USB-ключа:* Користувач повинен вставити пристрій USB в комп'ютер, який містить ключ запуску, щоб мати можливість завантаження в захищену операційну систему. Цей режим також вразливий до буткіт-атак.



УДК 004.057.4

Поливаний І.М.– ст.гр. КТм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДИНАМІЧНИХ ПРОТОКОЛІВ РЕЗЕРВУВАННЯ В МЕРЕЖАХ З КОМУТАЦІЄЮ ПАКЕТІВ

Науковий керівник: к.т.н., доцент, Чихіра І.В.

STP (Spanning tree protocol) протокол який працює на 2 рівні OSI моделі. Основною задачею цього протоколу є приведення мережі Ethernet з великою кількістю зв'язків до деревоподібного вигляду, який буде виключати можливість утворення петель у мережах.

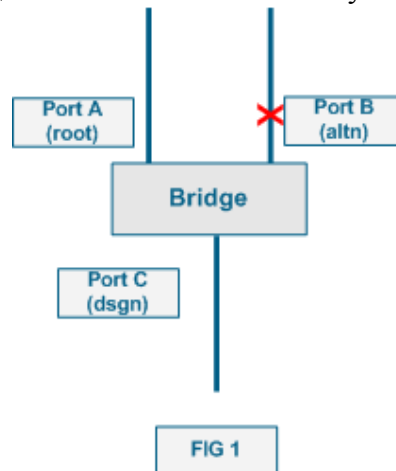


Рис.1 Загальний вигляд сегмента топології при роботі STP

Одним з головних принципів функціонування цього протоколу є виключення утворення петель та якнайменший час збіжності мережі, тобто приведення її до робочого стану. Одним із пріоритетних напрямків дослідження у цій області є порівняння роботи різних STP протоколів, таких як RSTP, PVST та MSTP.

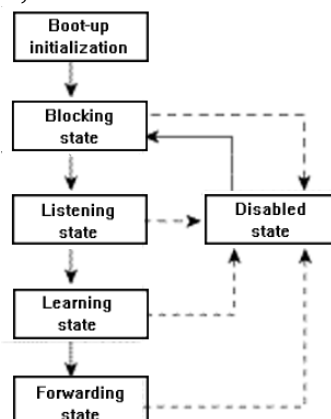


Рис.2 Алгоритм роботи STP протоколу

Після вімкнення комутаторів в мережу, за замовчуванням кожен комутатор вважає себе кореневим (root), потім комутатор починає посилати по всіх портах конфігураційні Hello BPDU пакети раз на 2 секунди, виходячи з даних Hello BPDU пакетів, той чи інший комутатор набуває статусу root, тобто кореневого, після цього всі порти крім root port і designated port блокуються, відбувається посилка Hello-пакетів раз на 2 секунди, з метою перешкоджання нових появи петель в мережі.

УДК 004.021; 004.9

Пріян Н. – ст. гр. СНс-43

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Литвиненко Я.В.

Одним із пріоритетних напрямків реформування освіти на сучасному етапі є розробка і впровадження інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ) у навчальний процес та в управління освітою. Високий рівень розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій викликав радикальні зміни концепції і технології комунікації та обробки інформації, що мають значний вплив на усі сфери суспільного життя, у тому числі й на освіту.

Автоматизоване робоче місце заступника директора школи з навчально-виховної роботи повинне забезпечувати автоматизоване виконання основних завдань завуча школи, а саме:

- оперативне отримання і узагальнення інформації про навчальний процес для прийняття управлінських рішень;
- створення і підтримка шкільного документообігу;
- створення автоматизованої бази даних для оперативних звітів;
- моніторинг руху учнівського контингенту;
- ведення алфавітних книг, особових справ співробітників та учнів;
- моніторинг динаміки успішності учнів.
- конструювання власних звітів педагогічних працівників та адміністрації.

Використання у школах автоматизованих програм дозволить:

- підвищити ефективність процесу керування за рахунок оперативності в одержанні більш достовірної інформації про стан об'єктів керування і скорочення часу реакції керівництва (прийняття рішення, постановки задач, контролю виконання);
- звільнити органи керування всіх рівнів від малопродуктивної рутинної праці по збору інформації і складанню різних звітів, створивши умови для творчої праці.

Оскільки використання баз даних є одним з наріжних каменів, на яких побудовано існування різних організацій, пильну увагу розробників додатків баз даних викликають інструменти, за допомогою яких такі додатки можна було б створювати. Вимоги, що висуваються до них, в загальному можна сформулювати як: «швидкість, простота, ефективність, надійність».

Середовища розробки Delphi, як ніяка інша система програмування, задовільняє викладеним вище вимогам. Середовище програмування Borland Delphi володіє широким набором можливостей, починаючи від проектувальника форм і закінчуючи підтримкою всіх форматів популярних баз даних.

Актуальність використання інформаційно-комунікаційних технологій у професійній діяльності адміністрації навчального закладу є нагальною необхідністю, оскільки ці заклади є першою базовою ланкою у ланцюгу підпорядкувань галузі Управління системи освіти.

Виходячи з цього, застосування інформаційно-комунікаційних технологій в галузі освіти і безпосередньо в навчальній діяльності та управлінні навчальним закладом освіти стало вже загальною необхідністю в діяльності освітніх навчальних закладів.

УДК 004.414.3

Прошина М. – ст. гр. СН-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **БАЗА ДАНИХ ДЛЯ “КОРПОРАЦІЯ ВАТРА”**

Науковий керівник: асистент Шимчук Г.В.

Програма “База даних для “Корпорація Ватра” призначена для створення та керування базою даних матеріально-технічними ресурсами. Структура бази даних, що розробляється така:

1. Професія (ID професії, назва професії, ставка, доплати, кількість деталей за розроблюваний час).
2. Виріб (ID виробу, назва виробу, ID техпроцесу).
3. Вузол (ID вузла, назва вузла, ID виробу, ID техпроцесу).
4. Матеріал (ID матеріалу, назва матеріалу, ціна).
5. Обладнання (ID обладнання, назва обладнання, марка).
6. Деталь (ID деталі, назва деталі, ID вузла, ID виробу, ID матеріалу, норми витрат, маса, кількість працівників, ID техпроцесу).
7. Цех (ID цеху, назва цеху).
8. Дільниця (ID дільниці, назва дільниці, ID цеху, ID обладнання, ID професії).
9. Техпроцес (ID техпроцесу, шифр техпроцесу).
10. Операції (ID операції, назва операції, ID дільниці, ID техпроцесу, тривалість операції, дата).

Область застосування програми: матеріально-технічний облік для “Корпорація Ватра”. Оскільки підприємство оперує великою кількістю матеріальних, технічних, трудових ресурсів, тому дана програма призначена для ведення їх обліку. На підприємстві функціонує застаріла база даних, яка працює лише під операційною системою DOS, що призводить до значних незручностей у користуванні і переміщення інформаційного ресурсу. Тому моїм завданням є розробка удосконаленої версії бази даних, яка працюватиме під операційною системою Windows.

Програма надає зручний, інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс для керування вмістом бази даних.

Програма забезпечує можливість виконання таких функцій:

- Введення даних.
- Можливість пошуку (фільтрації) по базі даних інформації про потрібні ресурси опираючись на їх особистий номер.
- Фіксація усіх ресурсів, які поступили на підприємство, а також тих, які були використані в процесі виготовлення продукції.

Дана програма дозволить за мінімум часу виконати достатньо важкий відрізок роботи, що позитивно відзначиться на роботі усього підприємства.

### **Література:**

1. Інформатика: Комп’ютерна техніка. Комп’ютерні технології. Посіб./ За ред. О.І. Пушкаря – К.: Видавничий центр "Академія", 2001. – 696 с.
2. Жалдак М.І., Рамський Ю.С. Інформатика. – К.: "Вища школа", 1991. – 400 с.

УДК 621.326

Пшоняк П. – ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМА ОБЛІКУ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Осухівська Г. М.

В зв'язку з переходом до ринкової економіки, виникла необхідність підвищити ефективність управління енергоспоживанням, оскільки це відповідає економічним інтересам постачальників і споживачів електроенергії. Одним з напрямів рішення даної задачі є точний контроль і облік електроенергії. Саме цей напрям повинен забезпечити значну частину загального енергозбереження, потенціал якого складає більше 1/3 всього нинішнього об'єму енергоспоживання.

Одним з найважливіших компонентів ринку електроенергії є його інструментальне забезпечення, яке є сукупністю систем, приладів, пристроїв, каналів зв'язку, алгоритмів і т.д. для контролю і управління параметрами енергоспоживання. Базою формування і розвитку інструментального забезпечення є автоматизовані системи контролю і обліку споживання електроенергії.

Впровадження автоматизованих систем контролю і обліку в енергосистемах дозволяє підвищити точність, оперативність і достовірність обліку витрати електроенергії і потужності, виконувати оперативний контроль за режимами електроспоживання, зокрема контроль договірних величин електроенергії і потужності, оперативно пред'являти санкції електроспоживачам за перевищення договірних і дозволених величин потужності.

Тому розробка автоматизованої системи обліку витрат електроенергії є досить актуальною в наш час, і дасть не тільки економічний ефект, але і підвищить відповідальність споживачів за використання енергії, а також буде спонукати їх проводити енергозберігаючі заходи з метою скорочення енергоспоживання.

Система складається з трьох основних частин: дистанційної системи обліку, системи управління абонентами і потенційної системи надання додаткових оплачуваних послуг. Як комунікаційне середовище для передачі інформації використовується розподільна мережа низької напруги (PLC-технологія), а також телекомунікаційна мережа загального користування.

Електронний лічильник об'єднує в собі функції приладу обліку, пристрою зв'язку з каналом розподільної мережі (DLC). Лічильник вимірює активну і реактивну енергію, розроблений з врахуванням міжнародних стандартів (CEN 61036, CEN 61268).

Концентратор, встановлений майже на кожній трансформаторній підстанції 20;10/0,4 кВ, здатний керувати передачею інформації як в центральну систему, так і в електронні лічильники.

Модеми, встановлені на трансформаторних підстанціях, передають дані, зібрані концентратором, в центральну систему по телекомунікаційній мережі (GSM, ISDN і т.д.) з використанням протоколу TCP/IP.

УДК 004.77; 004.71

Рак В. – ст. гр. СНс-43

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВИДИ АТАК В ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

З розвитком інформаційних технологій і проникненням їх в усі сфери сучасного життя росте число зловмисників, які активно ці технології використовують. Інформація з'являється на основі подій навколишнього світу. Інформація результат двох речей – сприйнятих подій (даних) і команд, необхідних для інтерпретації даних і зв'язування з ними значень. В даний час під словосполученням «атака» розуміється «замах на систему безпеки». Атака в широкому сенсі слова (початковий зміст) - мозковий штурм, спрямований на знаходження шляху вирішення складних завдань. В результаті мозкового штурму можуть бути придумані нетрадиційні методи вирішення проблеми або внесені оптимізуючі коригування у вже існуючі методи. Атака на інформацію – це навмисне порушення правил роботи з інформацією. Атаки настільки ж різноманітні, як різноманітні системи, проти яких вони спрямовані.

Методи атак:

- *Атака листами.* Вважається найстарішим методом атак, хоча суть її проста й примітивна: велика кількість листів унеможливають роботу з поштовими скриньками, а іноді і з цілими поштовими серверами. Цій атаці складно запобігти, тому що провайдер може обмежити кількість листів від одного відправника.

- *Rootkit та інші спеціальні програми.* Наступний вид атак є більш витонченим методом отримання доступу до закритої інформації - це використання спеціальних програм для ведення роботи на комп'ютері жертви, а також подальшого поширення (це віруси і черв'яки).

- *Сніффінг пакетів.* Також досить поширений вид атак, в основу якого покладено роботу мережевої карти в режимі promiscuous mode, а також monitor mode для мереж Wi-Fi. У такому режимі всі пакети, отримані мережевою картою, пересилаються на обробку спеціальним додатком, який називається сніффером. У результаті зловмисник може отримати велику кількість службової інформації: хто звідки куди передавав пакети, через які адреси ці пакети проходили.

- *IP-спуфінг.* Також поширений вид атак в недостатньо захищених мережах, коли зловмисник видає себе за санкціонованого користувача, перебуваючи у самій організації, або за її межами. Така атака можлива, якщо система безпеки дозволяє ідентифікацію користувача тільки за IP-адресою і не вимагає додаткових підтверджень.

- *Man-in-the-Middle.* З англ. «Людина посередині». Коли зловмисник перехоплює канал зв'язку між двома системами, і отримує доступ до всієї передаваної інформації. Мета такої атаки - крадіжка або фальсифікація переданої інформації, або ж отримання доступу до ресурсів мережі. Тому в чисто технічному плані убезпечити себе можна лише шляхом криптошифрування переданих даних.

УДК 681.5.07

Савчук О. – ст. гр. КА-22

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СЕНСОРНИЙ ЕКРАН: НАЗАД У МАЙБУТНЄ**

Науковий керівник: к.е.н. Винник Т.М.

Сьогодні, в епоху тотальної інформатизації та автоматизації, вести мову про ручне керування неактуально, однак управління сучасними технічними засобами здійснюється власне за допомогою ручних маніпуляторів – вказівних пристроїв вводу – клавіатури, миші, джойстика, кулькового маніпулятора, трекпоінта, трекбола, сенсорного екрану.

Найбільшою популярністю нині користується сенсорний екран (англ. - touch screen) – координатний пристрій, який використовується для переміщення вказівника по екрану монітора за допомогою дотику (пальця, стилуса тощо) [2]. Такий тип вказівного пристрою вводу найбільш придатний для організації гнучкого інтерфейсу [3], оскільки використання клавіатури – масового та універсального інструменту, – за певних умов, є обмеженим (наприклад, через габарити мобільних телефонів), що знижує швидкість передачі і отримання інформації. Щоправда, винайдений у США ще в другій половині 60-х років минулого століття сенсорний екран до 90-х років застосовувався виключно у медичному та промисловому обладнанні для заміни традиційних пристроїв вводу, використання яких унеможлиблювалось труднощами експлуатації, а вже у 1998 році запропоновано перший надолонник із сенсорним екраном і системою вводу та розпізнавання рукописного тексту Apple Newton Message Pad, пізніше – комунікатори з тачскрінами та смартфони [1, с. 52]. З 2007 року, коли на ринку з'явився Apple iPhone, бере свій початок сенсорний бум – з дисплеями такого типу виготовляються принтери, електронні книги, комп'ютери [1, с. 52], інтерактивні кіоски, мультимедійні термінали [4].

Інноваційним трендом сенсорних екранів є технологія мультитач управління (англ. multitouch или multi-touch) [5], яка відслідковує декілька точок натискання та дає змогу декільком користувачам працювати з пристроєм одночасно. Завдяки інтуїтивному управлінню, високій швидкості та простоті введення інформації, мультитач-технологія суттєво спрощує роботу із файлами та папками, дає змогу максимально переглядати зображення, інтернет-сторінки та відео, змінювати масштаб, працювати в парі тощо. Зауважимо, ефективне застосування даної технології керування передбачає використання операційної системи Windows 7, яка є адаптованою для роботи із сенсорними екранами [1, с. 55].

Загалом функціонування системи сенсорного типу базується на фізичних принципах та передбачає наступні види дисплеїв [1, с.53; 3]: резистивний, ємнісний, акустичний та інфрачервоний, кожен з яких має свої недоліки та переваги, разом з тим, кожен з яких гарантує користувачу високу продуктивність та оперативність виконання операції, мобільність, портативність.

### **Список використаних джерел:**

1. А. Перекалин. Пожалуйста, трогайте! // CHIP. – 2010. – №3. – с. 52-55;
2. <http://www.windows.microsoft.com>;
3. <http://www.reeed.ru>;
4. <http://www.bankone.com>;
5. <http://ru.wikipedia.org>.

УДК 004.65

Савчук Х. – ст. групи БЕп-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЯК ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Науковий керівник: к.пед.н., доцент Кареліна О. В.

Розвиток інформатизації, комп'ютеризації дозволяє автоматизувати багато процесів з накопичення, аналізу, розподілу та пошуку інформації, що підвищує ефективність управлінської діяльності. Наявність великої кількості автоматизованих інформаційних систем, які не співпрацюють між собою, не допомагає в роботі, а інколи і не дає можливості правильно оцінити ситуацію та прийняти управлінське рішення. Досягнення високої ефективності роботи неможливе без створення інтегрованих інформаційних систем. Як відзначає А. Мінченко, "це повинна бути єдина державна інформаційна система, а не розрізнені острівці з автоматизованих систем, які концептуально протистоять один одному"[1, 173]. Цілий ряд вчених підтримують необхідність впровадження нових інформаційних технологій: "основними заходами підвищення ефективності діяльності органів управління соціальними системами в цілому є подальше удосконалення їх організації, починаючи з низових ланок: перебудова методів і методик планування та контролю за діяльністю органів та підрозділів, впровадження нових інформаційних технологічних процесів підтримки та прийняття управлінських рішень"[2].

Говорячи про необхідність існування інтегрованої єдиної державної інформаційної системи, ми визначаємо необхідність таких її основних складових, які необхідні для повноцінного проведення аналізу даних: автоматизовані банки даних, що дають можливість накопичення і подальшого пошуку та використання інформації (картотеки МВС, бази даних реєстрації автотранспорту, автоматизовані інформаційні системи ДПС з обліку платників податків та з сплати податків, бази даних державних органів з реєстрації суб'єктів господарювання, земельний кадастр та багато інших); автоматизовані системи документообігу; системи нормативного підтримання діяльності державних органів, суб'єктів господарювання та загальні правові інформаційні системи; автоматизовані системи підтримки управлінських рішень; програми пошуку інформації; забезпечення обміну інформацією. Інтеграція інформаційних систем різних органів державної влади багато в чому залежить і від можливості комунікаційних систем. На практиці досить часто ми зустрічаємося з тим, що на паперових носіях роздруковуються електронні форми, які заповнюються та передаються до центрального офісу, оснащеного необхідною комп'ютерною технікою, де проходить повторне введення інформації в електронному вигляді.

При забезпеченні інформатизації та комп'ютеризації різними відомствами та міністерствами використовувались різні програми, до інформаційних систем ставились різні вимоги, і це значно ускладнює інтеграцію. Багато інформації дублюється різними органами (наприклад, при державній реєстрації суб'єкта господарювання, далі при реєстрації платника податків в ДПС, у Пенсійному фонді, в Фонді соціального страхування і т.д.). Об'єднання інформаційних систем в одну державну дало б змогу зекономити час як держслужбовців, так і суб'єктів господарювання, посилити контроль, підвищити ефективність відбору необхідної інформації, її аналіз та прийняття управлінського рішення.

1. Використання інформаційного ресурсу для прийняття управлінського рішення / В. Я. Мацюк [та ін.] ; Донецький юридичний ін-т Луганського держ. ун-ту внутрішніх справ. - Донецьк, 2006. - 208 с.

2. Кузминский Ю. Исполнение рекомендаций ФАТФ. Создание единой государственной информационной системы / Юридический журнал. – № 4. – 2003. – С. 84–85.

УДК 519.25

Семчина В. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ ВІДДІЛУ МАРКЕТИНГУ КОМПАНІЇ "КОМСЕРВІС"**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Литвиненко Я. В.

На сьогоднішній день більшість підприємств стараються створити таку систему, щоб вона найкращим чином була налаштована під діяльність компанії, щоб для її функціонування було потрібно як найменше працівників та доступність потрібної інформації.

Враховуючи ситуацію, що склалася, важливою на сьогоднішній день підприємницькою проблемою є підвищення ефективності управління в маркетинговій справі.

Дана робота стосується інформаційної системи керування роботою відділу маркетингу компанії «Комсервіс».

Можна виділити два основні шляхи підвищення достовірності обліку та аналізу продаж на підприємстві. Це розробка більш нового програмного забезпечення. Другий шлях – це створення різноманітних баз даних і розробка інформаційних технологій аналізу і прогнозу вже існуючого програмного забезпечення.

Науково-технічна проблема підвищення ефективності та оптимізації управління відділу маркетингу, пов'язана з обліком та контролем продаж на підприємстві.

Розроблена інформаційна система керування роботою відділу маркетингу компанії «Комсервіс» дозволяє:

1. Отримувати статистичну інформацію, та графіки продаж, які можуть бути використані для подальших кроків прогнозування;
2. можливість використання системи через інтернет практично з тими самими можливостями, що безпосередньо на локальній машині;
3. система автоматично робить роботу людини, яка повинна б була займатися внесенням товару на баланс підприємства.
4. система повній мірі матиме можливість формувати бухгалтерські документи;
5. дозволяє вести облік користувачів з можливістю індивідуальних налаштувань кожного;
6. можливість автоматичної розсилки без використання додаткового програмного забезпечення;
7. дозволить керівникам формувати різні звіти в будь який момент часу, та порівнювати їх з прогнозами.

Інформаційна система дасть можливість працівникам зменшити обсяг роботи, а керівникам контролювати та робити успішні прогнози для подальшого процвітання компанії.



УДК 681.3

Сидій О. – ст. гр. ЕМ-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВИНИКНЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ВІРУСІВ ТА НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНІ ВІРУСИ НА СЬОГОДНІ**

Науковий керівник: доцент, к.т.н. Гашин Н. Б.

Важко дати загальне і всеохоплююче визначення поняття "комп'ютерний вірус". У деякому наближенні можна вважати, що комп'ютерні віруси - це програми - "паразити", які можуть включати себе до інших програм та файлів ("заражати" їх). Саме ця обставина і дає можливість вірусам розмножуватися і поширюватися. Людина, яка використовує заражену програму або файл, може й гадки не мати, що ця програма містить вірус.

Як і будь-які інші програми, віруси створюються людьми-програмістами. Мотиви для написання вірусів можуть бути найрізноманітнішими: від бажання перевірити свої сили в програмуванні до прагнення нашкодити людству. Законодавство більшості країн передбачає за створення вірусів адміністративну, цивільну і кримінальну відповідальність. Звичайно, якщо автор вірусів не афішує свою діяльність, виявити його дуже важко. Здебільшого автори вірусів залишаються анонімними. Втім, встановити особу автора вірусу та притягти його до відповідальності все-таки вдається.

Автором ідеї, завдяки якій значно пізніше виникла технологія створення програмних вірусів, прийнято вважати американського програміста Боба Томаса. В 1971 році він створив програму, яку назвав «Повзун». Вона могла самостійно копіювати себе з одного комп'ютера на інший, переміщаючись у такий спосіб по мережі, і виводити на екран кожного термінала наступне повідомлення: «Я - Повзун! Якщо зможеш, піймай мене!».

Взагалі в останніх 3 роки найбільшим джерелом комп'ютерних вірусів є саме глобальна мережа Інтернет. З неї до користувачів потрапляють мінімум 95% всіх шкідливих програм.

Рейтинг шкідливих програм, які були зафіксовані «Лабораторією Касперського» за лютий 2011. У таблиці зафіксовані ті шкідливі і потенційно небажані програми, які були замічені і знешкоджувалися на комп'ютерах користувачів при першому зверненні до них.

Опис вірусу Net-Worm.Win32.Kido:

1. Його дії.
2. Симптоми зараження.
3. Способи видалення.

Процес розвитку вірусів і антивірусів - це постійна війна технологій. Регулярно у вірусах реалізуються оригінальні ідеї, що вимагає адекватних дій від розробників антивірусного ПО. Тому рядовому користувачеві рекомендується стежити за новинами на сайтах антивірусних компаній і прислухатися до порад фахівців з інформаційної безпеки про необхідність оновлення програмного забезпечення (не тільки антивірусного) або виконання специфічних дій з поліпшення захищеності ПК.

| Позиція | Зміна позиції | Шкідливі програми                 |
|---------|---------------|-----------------------------------|
| 1       | 0             | Net-Worm.Win32.Kido.ir            |
| 2       | 0             | Virus.Win32.Sality.aa             |
| 3       | 6             | HackTool.Win32.Kiser.zv           |
| 4       | -1            | Net-Worm.Win32.Kido.ih            |
| 5       | 2             | Virus.Win32.Sality.bh             |
| 6       | -2            | Hoax.Win32.Screensaver.b          |
| 7       | -2            | AdWare.Win32.HotBar.dh            |
| 8       | 0             | Virus.Win32.Virut.ce              |
| 9       | -3            | Trojan.JS.Agent.bhr               |
| 10      | 1             | HackTool.Win32.Kiser.il           |
| 11      | -1            | Packed.Win32.Katusha.o            |
| 12      | 0             | Worm.Win32.FlyStudio.cu           |
| 13      | 2             | Trojan-Downloader.Win32.VB.eql    |
| 14      | 2             | Worm.Win32.Mabezat.b              |
| 15      | 3             | Packed.Win32.Klone.bq             |
| 16      | -2            | Trojan-Downloader.Win32.Geral.cnh |
| 17      | New           | Trojan.Win32.Starter.yy           |
| 18      | New           | AdWare.Win32.FunWeb.gq            |
| 19      | Returned      | Worm.Win32.Autoit.xl              |
| 20      | New           | Trojan-Downloader.HTML.Agent.sl   |

УДК 004.855.5

Симчак В. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Приймак М. В.

Завдання розпізнавання і аналізу об'єктів на зображенні зараз є актуальним завданням інформаційних технологій. І швидше за все, воно не втратить своєї актуальності і в майбутньому, так як високий темп розвитку рівня комп'ютеризації в сфері отримання графічної інформації вимагає створення різних методів їх аналізу та розпізнавання. На даний момент завдання розпізнавання зображень повністю не вирішено, а всі існуючі системи обробки показують непогані результати лише при строго обмежених параметрах.

Саме тому, сьогодні в областях комп'ютерного розпізнавання широко використовуються штучні нейронні мережі. Однією з переваг використання нейромереж є те, що всі елементи можуть функціонувати паралельно, тим самим підвищуючи ефективність рішення поставленої задачі. А також, вони є більш стійкими до зашумлених даних ніж статистичні методи розпізнавання.

Завданням нашої роботи була побудова нейромережі, яка б уміла розпізнавати рукописні цифри від 0 до 9.

Оскільки для поставленого завдання досить важко скласти формалізований алгоритм, для розпізнавання був використаний багатошаровий персептрон, який навчали методом зворотнього поширення похибки. Цей метод можна застосовувати для навчання одно- та багатошарових нейронних мереж.

Слід зазначити, що якість розпізнавання залежить не тільки від алгоритмів, але і від того, як саме навчалася нейронна мережа. На якість навчання нейронної мережі впливають наступні чинники:

- Параметри бази з навчальними растрами. Розмір, спосіб відбору растрів, порядок растрів у базі, наявність брудних символів і помилок у розмітці.
- Вибір критерію, оптимізується при навчанні нейронної мережі. На різних етапах навчання можливе використання різних критеріїв.
- Крок зміни коефіцієнтів мережі.
- Використання регуляризації мережі.
- Історія навчання мережі.
- Використання додаткового шуму і спотворень символів.
- Момент зупинки навчання. Бажано уникати як недостатнього навчання мережі, так і перенавчання.
- Розмір кешу поганих растрів і відносна частота вибору растрів з навчальної бази даних і з кешу поганих символів.

У процесі роботи з нейромережами експериментально з'ясовано, що якість розпізнавання різних символів може бути різною. В нашому випадку символи "4", "7" мають високу якість розпізнавання, а символи "1", "3", "6", "8", "9" – низьку.

УДК 519.711.3

Стадник М. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА СИСТЕМИ БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ЗА ГОЛОСОМ**

Науковий керівник: к. т. н. Загородна Н. В.

Голос кожної людини володіє індивідуальними особливостями, що формуються у результаті впливу ряду факторів у процесі навчання мови (говоріння), а також фізіологічної будови артикулярного апарату. Внаслідок цього, голос користувача може бути використаний як біометричний об'єкт у системі ідентифікації.

У зв'язку із збільшенням об'єктів і потоків інформації, яку необхідно захищати від несанкціонованого доступу, все більш актуальними стають системи, що використовують мовні технології. Інтерес до систем біометричної ідентифікації (СБІ) обумовлено широкою сферою застосування: криміналістичною експертизою, перевіркою прав доступу до каналу зв'язку, бази даних, банківського рахунку, а також запити про стан рахунку по телефону, автоматична оплата послуг та товарів. На сьогоднішній час такі фірми, як AT&T, Spirit corp., Persay, Стел, VOCORD, розробили надійні системи для ідентифікації користувачів за голосом. Проте ці системи мають високу вартість, труднощі із застосування для української мови. З огляду на це, розробка системи біометричної ідентифікації україномовних користувачів за голосом є актуальною науковою задачею.

При розробці СБІ за голосом постають такі задачі: обробка сигналу, виділення індивідуальних ознак із мовного сигналу, створення бази даних еталонів, опрацювання алгоритму порівняння вхідного сигналу із еталоном, а також прийняття рішення щодо ідентифікації.

Враховуючи випадкову природу формування мовного сигналу, для його опису можна використати нестационарний випадковий процес та застосувати стохастичний підхід до його аналізу. В роботі запропоновано здійснити вейвлет-перетворення математичного сподівання, яке буде виступати в ролі еталону для порівняння. Базисні функції перетворення дозволяють виявляти частотні і часові особливості сигналу, тобто врахувати його частотно-часову локалізацію.

Для очистки мовного сигналу від шуму використовують метод видалення високо частотних складових із спектру сигналу. При застосуванні вейвлетів рівень деталізуючих коефіцієнтів обмежується деяким пороговим значенням. Було виявлено, що найкращу фільтрацію можна досягти при використанні гнучкого інверсного порогу для вейвлета Добеші при 8-ми рівнях розкладу.

Для виділення ознак із очищеного мовного сигналу перш за все виконують сегментацію сигналу. Сегментація – це поділ сигналу на квазістационарні частини, що відповідають голосним та шиплячим фонемам. В такому випадку задача сегментації буде полягати у знаходженні міжфонемних переходів. При цьому пошук міжфонемних переходів зводять до пошуку моментів збільшення вейвлет-коефіцієнтів на значній кількості рівнів. Коефіцієнти деталізації ортогонального вейвлет-перетворення кожного із сегментів виступатимуть індивідуальними ознаками для ідентифікації користувача.

Завершальним етапом дослідження сигналу є прийняття рішення щодо відповідності даних у сегментах мовного сигналу і еталону фонем для бази користувачів. Для такої системи ідентифікацію можна вважати успішною лише за умови одночасної відповідності даних з кожного сегменту і сегменту еталону.

УДК 004.043

Стандрет Т. – ст. гр. СІ-52

*Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя*

## **РЕІНЖИНІРИНГ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВИКЛАДАЧА З КОРЕКЦІЄЮ АПАРАТНОЇ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**

Науковий керівник: асист. В. В. Яцишин

Реінжиніринг (reengineering) — комплексна процедура, яка передбачає розробку нових процесів у фірмі або підприємстві шляхом радикального перепроєктування (реінжинірингу) існуючих процесів, зазвичай на основі інтенсивного використання у нових процесах новітніх електронних систем, зміни умов розробки та експлуатації, що у свою чергу дає можливість отримання додаткових конкурентних переваг, таких як вартість, якість, швидкість функціонування.

Реінжиніринг АСУ — передбачає повний перегляд робочої моделі, перепроєктування структури бази даних, пошук та реалізація нових рішень щодо технології впровадження системи, а також покращення функціоналу та швидкодії АСУ шляхом використання новітніх середовищ розробки.

Реінжиніринг застосовується в трьох основних випадках:

1. В умовах, коли проект потребує надто високий рівень витрат, аніж інші конкурентні проекти, відповідно його ціна сприятиме масовій відмові споживачів від продукту і т. д.
2. Коли поточний стан проекту може бути визнаний задовільним, однак прогнози його діяльності не є благополучними. Розробник стикається з небажаними для себе тенденціями в частині конкурентоспроможності, дохідності, рівні попиту.

3. Бурхливий розвиток комп'ютерної техніки й інформаційних технологій послужив поштовхом до модернізації. Тоді завдання полягає в покращенні ціни та конкурентоспроможності, а в якості з АСУ також і надійності, якості зв'язку, швидкодії та функціоналу, проекту. Застосування реінжинірингу в цій ситуації є найкращим варіантом.

*Проблема реінжинірингу системи.* Реінжиніринг системи автоматизованого формування навчального навантаження викладача з корекцією апаратної структури інформаційної системи ставить перед собою мету, удосконалення функціональних можливостей, швидкодії та надійності вже існуючої АСУ, а також модернізація її кросплатформеності шляхом перетворення прикладної програми у web-інтерфейс..

*Засоби реалізації.* Для реінжинірингу бази даних використано систему керування реляційними базами даних Microsoft SQL Server. Дана система володіє високою функціональністю, надійністю, швидкістю та захищеністю.

Клієнтська частина системи розроблена в інтегрованому середовищі розробки програмного забезпечення Microsoft Visual Studio, з використанням технології клієнт-сервер. Даний продукт задовольняє всі вимоги поставлені до питання реінжинірингу системи автоматизованого формування навчального навантаження викладача.

*Висновки.* Оскільки, автоматизовані системи управління відіграють досить вагому роль в управлінській та обліковій діяльності будь-якого ВУЗу, то необхідно та доцільно виконувати їх модернізацію.

УДК 519.22:519.23:519,257

Стодола В. – ст. гр. СНм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЗБУРЕНЬ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Під час сонячних спалахів виникає потік заражених частинок. Через певний час (12-24 год.) потік цих частинок досягає орбіти Землі. Відбувається проникнення цих частинок в магнітосферу, що призводить до сильного її збурення, яке проявляється в збільшенні напруженості магнітного поля Землі. Такого роду збурення магнітосфери називають магнітними бурями. Показник магнітного поля вимірюють в балах, і його ще називають К-індексом або К<sub>p</sub>-індексом.

На рисунку 1 наведена оцінка математичного сподівання магнітних збурень за чотири дні в січні 2010 року з періодом  $T=24$  год., і кроком  $\Delta t = 3$  год. Як бачимо магнітні збурення є періодичними, а так як К<sub>p</sub> є значенням випадковим то значення магнітних бур є стохастично періодичним (коли одночасно має місце випадковість і повторюваність).

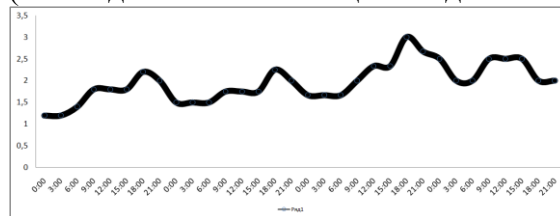


Рис. 1. Оцінка математичного сподівання магнітних збурень за 4 дні в січні 2010 року

На рисунку 2 наведена оцінка математичного сподівання магнітних збурень за січень, лютий, березень 2010 року. Можна зробити висновок, що для різних місяців оцінки математичних сподівань мають приблизно однаковий характер.

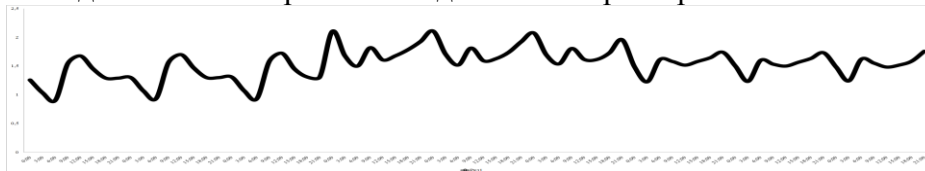


Рис.2. Оцінка математичного сподівання магнітних збурень за січень, лютий, березень 2010 року

На рисунку 3 наведенні оцінки математичних сподівань магнітних збурень за січень 2001, 2005, 2010 років. Аналіз результатів показує, що оцінки математичних сподівань магнітних збурень для різних років січня між собою суттєво не відрізняються, окрім січня 2010 року. Це пов'язано з тим, що з 2009 року почався новий Сонячний цикл.

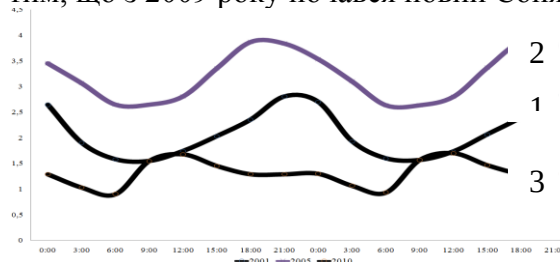


Рис. 3. Оцінки математичних сподівань магнітних збурень за січень 2001 (1), 2005 (2), 2010 (3) років

УДК 004.732

Османов Е.– ст. гр. КТм-V

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПОКРИТТЯ ПРИМІЩЕНЬ ГURTOЖИТКУ №1 БЕЗДРОВОЮ МЕРЕЖЕЮ НА БАЗІ СТАНДАРТУ IEEE 802.11**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Шкодзінський О.К.

Задачею проекту було створення нової оптимізованої бездротової мережі на базі стандарту IEEE 802.11 для гуртожитку №1 ТНТУ ім. І. Пулюя, яка б дозволила забезпечити гарантований доступ до мережі Інтернет з ноутбуків мешканців гуртожитку на гарантованій швидкості не меншій за 11 Мб/с.

На основі аналізу існуючого обладнання було вирішено використати точку доступу TL-WA701NG, функції якої задовольняють умовам організації бездротової мережі в гуртожитку.

Було досліджено варіанти розміщення точок доступу для оптимального покриття всіх жилих кімнат гуртожитку якісним сигналом. Розрахунок затухання  $F$  сигналу проводився за формулою:

$$F = (P_{Tx} - L_{TxC} + G_{TxA} - L_{FSP} + G_{RxF} - L_{RxC}) - R_s,$$

де  $P_{Tx}$  – потужність передавача,

$L_{TxC}$  – кабельні втрати передавача,

$G_{TxA}$  – підсилення антени передавача,

$L_{FSP}$  – втрати у вільному просторі,

$G_{RxF}$  – підсилення антени ресиверу,

$L_{RxC}$  – кабельні втрати ресиверу,

$R_s$  – чутливість ресиверу.

Результати зображені на рисунку 1.

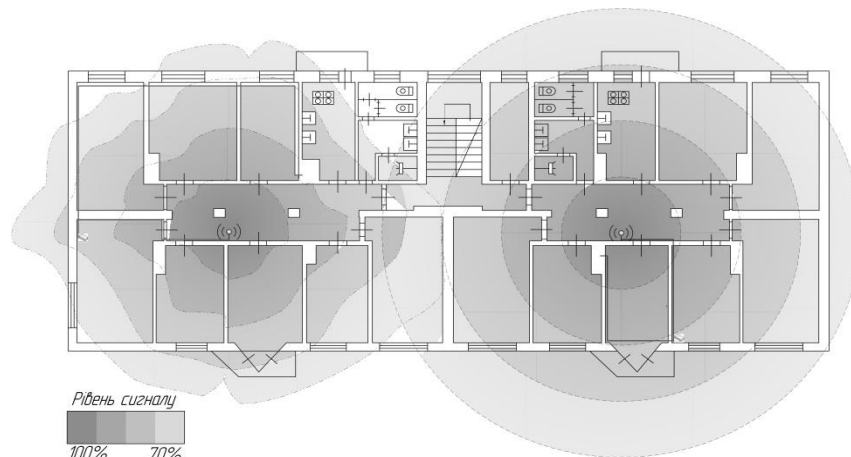


**Рис 1. Карта покриття мережі Wi-Fi. Практична (зліва) та розрахункова (справа)**

Дана система використовує бездротову мережу на базі найпоширеніших стандартів IEEE 802.11g та IEEE 802.11n. Адаптерами для даних мереж оснащено майже всі портативні комп'ютери, більшість смартфонів і комунікаторів та деякі телефони і електронні книги. Ці переваги дозволили охопити якомога більшу аудиторію користувачів, і створило умови для усіх мешканців для входу в мережу Інтернет.

УДК 371.372

Полянко О. – ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ТЕХНОЛОГІЯ WI-FI

Науковий керівник: к.т.н., доцент Осухівська Г. М.

Wi-Fi (від англ. *Wireless Fidelity*) — торгова марка, що належить Wi-Fi Alliance. Загальноновживана назва для стандарту бездротового (радіо) зв'язку передачі даних, який об'єднує декілька протоколів та ґрунтується на сімействі стандартів IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronic Engineers — міжнародна організація, що займається розробкою стандартів у сфері електронних технологій). Найвідомішим і найпоширенішим на сьогодні є протокол IEEE 802.11g, що визначає функціонування бездротових мереж.

Наявність Wi-Fi-зон (точок) дозволяє користувачу підключитися до точки доступу (наприклад, до офісної, домашньої або публічної мережі), а також підтримувати з'єднання декількох комп'ютерів між собою.

Максимальний радіус передачі сигналу у такій мережі становить 100 метрів, однак на відкритій місцевості він може досягати до 300—400 м. Радіус залежить від потужності передавача (яка в окремих моделях обладнання регулюється програмно), наявності та характеристики перешкод, типу антени.

Окрім 802.11b, ще є бездротовий стандарт 802.11a, який використовує частоту 5 ГГц та забезпечує максимальну швидкість 54 Мбіт/сек., а також 802.11g, що працює на частоті 2,4 ГГц і також забезпечує 54 Мбіт/сек.

Ядром бездротової мережі Wi-Fi є так звана точка доступу (Access Point), яка підключається до якоїсь наземної мережевої інфраструктури (каналів Інтернет-провайдера) та забезпечує передачу радіосигналу. Зазвичай, точка доступу складається із приймача, передавача, інтерфейсу для підключення до дротової мережі та програмного забезпечення для обробки даних. Навколо точки доступу формується територія радіусом 50-100 метрів (її називають хот-спотом або зоною Wi-Fi), на якій можна користуватися бездротовою мережею.

Для того, щоб підключитися до точки доступу та відчути всі переваги бездротової мережі, власнику ноутбуку або мобільного пристрою із Wi-Fi адаптером, необхідно просто потрапити в радіус її дії. Визначення пристрою та налаштування мережі більшість операційних систем комп'ютерів і мобільних пристроїв проводять автоматично. Якщо користувач одночасно потрапляє в декілька Wi-Fi зон, то підключення здійснюється до точки доступу, що забезпечує найсильніший сигнал.

Стандарт 802.11n розроблявся більше 7 років. У 2007 році була затверджена «чорнова» версія 802.11n Draft 2.0, в порівнянні з якою в остаточний варіант внесені тільки необов'язкові доповнення. Таким чином, випущені за останні два роки до стандартизації пристрої «Draft n» будуть повністю сумісні з фінальною версією. Нове устаткування зможе працювати також з пристроями попередніх поколінь 802.11a/b/g. Максимальна швидкість передачі даних на фізичному рівні в бездротовій мережі стандарту 802.11n складає 600 Мбіт/сек, на практиці це означає швидкість в 150-200 Мбіт/сек.

Висока швидкість досягається завдяки технології багатопотокової передачі даних (MIMO — multiple-input multiple-output). Приймачі і передавачі оснащуються кількома антенами. Бездротова мережа 802.11n може працювати в двох частотних діапазонах і забезпечує розширену зону прийому в порівнянні з попередньою версією.

УДК 371.372

Владика Т. – ст. гр. СІп-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЯ ADSL**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Осухівська Г. М.

ADSL — технологія широкосмугового доступу, яка забезпечує передачу швидкісного цифрового сигналу звичайною аналоговою телефонною лінією, та дозволяє одночасно користуватися телефоном і Інтернетом.

ADSL призначена для високошвидкісного доступу до Інтернет. ADSL відноситься до класу широкосмугових технологій. Вона забезпечує швидкість передачі даних в напрямку абонента — до 24 Мбіт/сек., від абонента — до 3.5 Мбіт/сек. Висока швидкість дозволяє комфортно працювати з Web-сайтами, швидко передавати великі файли і документи, працювати з мультимедіа, повноцінно використовувати інтерактивні засоби.

Головною відмінністю при використанні ADSL є можливість одночасно працювати в Інтернет і розмовляти телефоном. Телефон залишається вільним.

ADSL модеми випускаються з двома типами інтерфейсів: USB і 10/100Base-T. Перші призначені для індивідуального підключення і зручні тим, що не потребують блока живлення. Другі більш зручні при багатьох підключеннях і, як правило мають вбудовані роутери, в т.ч. бездротові.

Передача даних за технологією ADSL реалізується через звичайну аналогову телефонну лінію за допомогою абонентського пристрою — модема ADSL та мультиплексора доступу (DSLAM), який знаходиться на тій же АТС, до якої підключається телефонна лінія користувача, причому включається DSLAM до обладнання самої АТС. DSLAM мультиплексує множину абонентських ліній DSL в одну високошвидкісну магістральну мережу. Також вони звичайно підключаються до мережі АТМ по каналах PVC (постійний віртуальний канал) до провайдерів послуг Internet та інших мереж. Слід відзначити, що два ADSL-модеми не зможуть з'єднатися одне з одним, на відміну від модемів Dial-Up.

В технології ADSL доступна смуга пропускання каналу розподілена між вихідним та вхідним трафіком несиметрично — для більшості користувачів вхідний трафік значно суттєвіший, ніж вихідний, тому використання для нього більшої частини смуги пропускання повністю виправдане (за виключенням пірінгових мереж та електронної пошти, де об'єм і швидкість вихідного трафіку є достатньо важливими). Звичайна телефонна лінія використовує для передачі голосу смугу 0,3...3,4 кГц. Щоб не заважати використанню телефонної мережі за її прямим призначенням, в ADSL нижня межа діапазону частот знаходиться на рівні 26 кГц. Верхня ж межа, виходячи з вимог до швидкості передачі даних і можливостей телефонного кабелю, складає 1,1 МГц. Ця смуга пропускання ділиться на дві частини — частоти від 26 кГц до 138 кГц відведені для вихідного потоку даних, а частоти від 138 кГц до 1,1 МГц — вхідного. Смугу частот від 26 кГц до 1,1 МГц було обрано не випадково. Починаючи з частоти 20кГц і вище, затухання має лінійну залежність від частоти.

ADSL — популярна технологія постійного широкосмугового доступу до Інтернет, яка в поєднанні з технологією домашньої мережі набуває дедалі більшого поширення, витісняючи морально застарілий спосіб доступу комутованою лінією.



УДК 371.372

Глива М. – ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЯ ETHERNET**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Осухівська Г. М.

Ethernet – пакетна технологія передачі даних переважно локальних комп'ютерних мереж. Стандарти Ethernet визначають кабельні з'єднання і електричні сигнали на фізичному рівні, формат кадрів і протоколи управління доступом до середовища. Ethernet став найпоширенішою технологією локально обчислюваних систем (ЛОМ) в середині 90-х років минулого століття, витіснивши такі застарілі технології, як Arcnet, FDDI і Token ring. Ethernet в основному описується стандартами IEEE групи 802.3, характеристиками якого є: топологія - шина; середовище передачі - коаксіальний кабель; швидкість передачі - 10 Мбіт/с; максимальна довжина мережі - 5 км; максимальна кількість абонентів - до 1024; довжина сегмента мережі - до 500 м; кількість абонентів на одному сегменті - до 100; метод доступу - CSMA/CD; передача вузьсмугова, тобто без модуляції (моноканал).

Мережа Ethernet зараз найпопулярніша у світі (більше 90% ринку), приблизно такою вона й залишиться в найближчі роки. Завдячуючи тому що характеристики, параметри, протоколи мережі були відкриті, і виробники усього світу почали випускати апаратуру Ethernet, повністю сумісну між собою.

Як середовище передачі даних – використовується вита пара. Існує також стандарт для застосування в мережі оптоволоконного кабелю. Для обліку цих змін у стандарт IEEE 802.3 були зроблені відповідні зміни. В 1995 році був введений додатковий стандарт на Ethernet, що працює на швидкості 100 Мбіт/с (так званий Fast Ethernet, стандарт IEEE 802.3u), що використовує як середовище передачі кручену пару або оптоволоконний кабель. В 1997 році з'явилася й версія на швидкості 1000 Мбіт/с (Gigabit Ethernet, стандарт IEEE 802.3z).

Існують основні топології Ethernet: шина (послідовне з'єднання комп'ютерів за допомогою Т-подібних роз'ємів (Т-конекторів)), зірка та розширена зірка (з'єднання комп'ютерів за допомогою комутуючого обладнання).

Модифікації Ethernet:

1. 10 Мбіт/с Ethernet підтримує стандарти: 10BASE5 (товстий коаксіальний кабель); 10BASE2 (тонкий коаксіальний кабель); 10BASE-T (кручена пара); 10BASE-FL (оптоволоконний кабель).
2. Fast Ethernet (100 Мбіт/с) підтримує стандарти: 100BASE-T4 (зчетверена кручена пари); 100BASE-TX (здвоєна кручена пари); 100BASE-FX (оптоволоконний кабель).
3. Gigabit Ethernet (1 Гбіт/с)
4. 10 Gigabit Ethernet (10 Гбіт/с)
5. 40/100 Gigabit Ethernet (40/100 Гбіт/с)

Мережа Ethernet не відрізняється ні рекордними характеристиками, ні оптимальними алгоритмами, вона уступає по ряду параметрів іншим стандартним мережам. Але завдяки потужній підтримці, найвищому рівню стандартизації, величезним обсягам випуску технічних засобів.

УДК 371.372

Лисий Р. – ст. гр. СІп-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЯ VoIP**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Осухівська Г. М.

VoIP (англ. voice over IP) — технологія передачі медіа даних в реальному часі за допомогою сімейства протоколів TCP/IP. IP-телефонія — система зв'язку, при якій аналоговий звуковий сигнал від одного абонента дискретизується (кодується в цифровий вигляд), компресується і пересилається цифровими каналами зв'язку до іншого абонента, де проводиться зворотня операція — декомпресія, декодування і відтворення аналогового сигналу.

Можливість передачі голосових повідомлень через мережу з пакетною комутацією вперше була реалізована в 1993 році. Дана технологія отримала назву VoIP (Voice over IP). Одним з окремих застосувань цієї технології є IP-телефонія — послуга з передачі телефонних розмов абонентів по протоколу IP.

Основою технології VoIP складає протокол RTP (real time protocol), побудований поверх протоколів UDP/IP, а також протоколи (методи) кодування медіа даних (для кодування голосу це протоколи G.711, G.723, G.729, GSM, Speex, а для кодування відео це протоколи RFC).

Джерелом інформаційних даних є мовний сигнал, моделлю якого є нестационарний випадковий процес. У першому наближенні можна виділити такі типи сигнальних фрагментів: вокалізування, невокалізування, перехідні і паузи. Швидкість передачі різних типів сигналу також може бути різною, що обумовлює застосування кодеків із змінною швидкістю.

У основі кодека мови зі змінною швидкістю лежить класифікатор вхідного сигналу, що визначає ступінь його інформативності і, таким чином, задаючи метод кодування і швидкість передачі мовних даних. Найбільш простим класифікатором мовного сигналу є VAD (англ. Voice Activity Detector, детектор мовної активності), який виділяє у вхідному мовному сигналі активну мову і паузи.

Фрагменти сигналу, що класифікуються як активна мова, кодуються алгоритмом, як правило, на базі методу Code Excited Linear Prediction — CELP, з базовою швидкістю 4 — 8 кбіт/с. Фрагменти, класифіковані як паузи, кодуються і передаються з низькою швидкістю порядку 0.1 — 0.2 Кбіт/с, або не передаються взагалі. Коли спрацьовує VAD, на приймальній стороні може автоматично генеруватися так званий «комфортний шум» щоб у співбесідника не виникло відчуття пропажі зв'язку.

Основними перевагами технології VoIP є скорочення необхідної смуги пропускання, що забезпечується обліком статистичних характеристик мовного трафіку:

- блокуванням передачі пауз (діалогових, складових, смислових і ін.), які можуть складати до 40-50 % часу зайнятості каналу передачі;
- високою надмірністю мовного сигналу і його стисненням (без втрати якості при відновленні) до рівня 20-40 % початкового сигналу.

З іншого боку трафік VoIP критичний до затримок пакетів в мережі, але толерантний (стійкий) щодо втрат окремих пакетів. Так втрата до 5 % пакетів не призводить до погіршення розбірливості мови.

УДК 004.722

Ткачук В. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТОПОЛОГІЇ ВІДМОВОСТІЙКИХ МЕРЕЖ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

Щоб створити дійсно відмовостійку мережу, слід розглянути декілька з приведених нижче методів забезпечення надмірних зв'язків між пристроями в мережі.

– Підтримка командних (teaming) і відмовостійких (failover) з'єднань між серверами і магістральними комутаторами. Подібні мережі забезпечують швидкісні і надмірні з'єднання між серверами і іншими мережевими пристроями.

– Протокол Hot Standby Router Protocol (HSRP, RFC 2281) і новіший протокол Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP, RFC 2338). Ці протоколи дозволяють декільком маршрутизаторам використовувати одну віртуальну IP-адресу і MAC-адресу для швидкого відновлення після збою в роботі маршрутизатора; ці протоколи також забезпечують вирівнювання навантаження.

Ці топології і протоколи дозволяють застосовувати як мідний, так і волоконно-оптичні носії, що дозволяє використовувати їх в самих різних варіантах мереж.

*Комірчасті конфігурації.* Комірчаста конфігурація проектується так, щоб забезпечити два або більше прямих зв'язків між мережами або пристроями, що дозволяє створити надмірну мережу з декількох з'єднаних сайтів. Оскільки кожен сайт безпосередньо з'єднується з кожним іншим сайтом, дані можуть передаватися в будь-яке розташування в мережі по різних маршрутах, які задаються маршрутизаторами в межах кожного сайту.

Існують два типи комірчастої топології: повністю комірчаста і частково комірчаста.

*Повністю комірчасті мережі.* У повністю комірчастій мережі усі сайти безпосередньо пов'язані один з одним, що забезпечує відмовостійкість для кожного місця розташування. Таким чином, якщо в роботі ліній станеться збій, то весь потік даних все ж буде переданий за призначенням.

Незважаючи на те, що повністю комірчаста конфігурація дозволяє створити повністю відмовостійку мережу, реально це не здійснимо.

Повністю комірчаста мережа вимагає наявності хоча би двох підключень між кожним пристроєм в мережі, кожне з яких підключене до іншої мережі. Цей тип конфігурації відомий як конфігурація з подвійною прив'язкою або групова конфігурація; при цьому вимагається додати принаймні один мережевий адаптер більшості клієнтів. Велика кількість комутаторів забезпечує взаємодію клієнтів. Висока початкова вартість додаткових апаратних засобів повністю комірчастої мережі і кабелів збільшується, якщо необхідно працювати з великою кількістю серверів або клієнтів.

Повністю комірчаста глобальна мережа також дуже дорога через вартість високошвидкісних виділених ліній. В результаті, використання повністю комірчастої мережі не виправдане, і зазвичай перевага віддається частково комірчастій мережі або іншим типам відмовостійких мереж.

*Частково комірчасті мережі.* У частково комірчастій мережі всі критичні сайти з'єднані один з одним за допомогою зіркоподібної або кільцевої топології. Ця мережа дещо простіша, ніж повністю комірчаста, і її вартість дещо нижча. Для цього типу мережі характерна більша кількість елементів, які можуть відмовити, але якщо вторинний сайт не дуже важливий, то цей тип мережі буде дуже вдалим вибором.

УДК 681.5

Товкач С. – ст. гр. 5-В

Черкаський національний університет ім. Б.Хмельницького

## РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОГО УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ЗБОРУ ДАНИХ

Науковий керівник: к.ф-м.н., доцент Луценко Г.В.

Метою нашої роботи є створення системи мікропроцесорного управління платою спряження, що дозволить при різних режимах роботи, знімати аналоговий сигнал (наприклад, з термопари), оцифровувати його та передавати до персонального комп'ютера. Важливою вимогою до даної вимірювальної системи є той факт, що ініціювання процесу вимірювання, встановлення його параметрів, отримання даних та їх обробка виконуються користувачем з використанням єдиної програми, розробленої у середовищі LabView. Звичайно, параметри, що відповідають за налаштування каналу передачі даних, встановлюються, як правило, за замовчуванням, на основі попередніх розрахунків. Але, користувач може власноруч дописати частину програмного коду, що відповідає за обробку даних, формат їх збереження і т.д., ґрунтуючись на фізичних особливостях задачі.

Сама система функціонує наступним чином (рис.1):

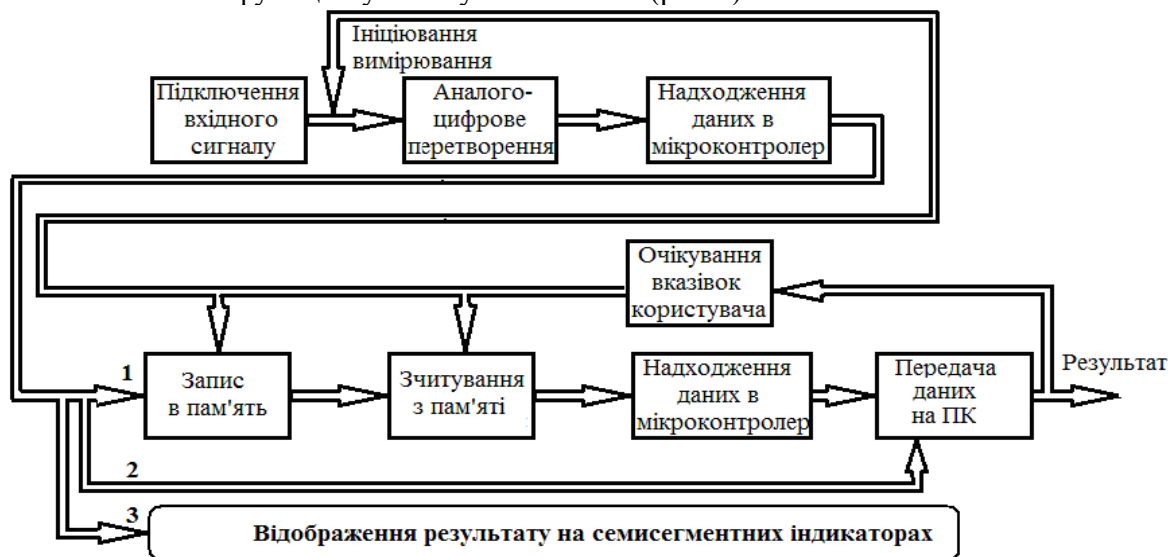


Рис.1. Алгоритм функціонування

Основою для мікропроцесорного управління є програма, написана на мові С. Користувач може управляти системою збору даних у 3 режимах.

**Режим 1** (рис.1): Записувати виміряні дані у мікросхему пам'яті – шляхом натиснення на відповідну кнопку; а також їх зчитування через послідовний порт на ПК – використовуючи спеціалізоване програмне середовище для зв'язку з системою (Terminal, LabView).

**Режим 2** (рис.1): Виводити результат аналого-цифрового перетворення безпосередньо на ПК без запису в пам'ять використовуючи спеціалізоване програмне середовище для зв'язку з системою.

**Режим 3** (рис.1): Відображення значення оцифрованого сигналу на семисегментних індикаторах, не використовуючи комп'ютер.

Виконана розробка зорієнтована на врахування економічних показників, що є надзвичайно суттєвим для сучасних науково-дослідних лабораторій.

УДК 004.891.3: 004.021

Торяник А. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ**

Науковий керівник: асистент Маєвський О.В.

В організації, що використовує корпоративну інформаційну систему, потрібно регулярно перевіряти, наскільки реалізовані або використовувані механізми захисту інформації відповідають положенням прийнятої в організації політики безпеки. Таке завдання періодично виникає при зміні і оновленні компонентів інформаційної системи, зміні конфігурації операційної системи і тому подібне.

Використання засобів аналізу захищеності дозволяє визначити уразливості на вузлах корпоративної мережі і усунути їх до того, як ними скористаються зловмисники.

Засоби аналізу захищеності працюють на початковому етапі здійснення атаки. Виявляючи і своєчасно усуваючи уразливості, вони тим самим запобігають самій можливості реалізації атаки, що дозволяє понизити витрати (фінансові, ресурсні, людські і так далі) на експлуатацію засобів захисту. Технології аналізу захищеності є дієвим методом, що дозволяє проаналізувати і реалізувати політику мережевої безпеки перш, ніж здійсниться спроба її порушення зовні або зсередини організації.

Засоби аналізу захищеності можуть функціонувати на мережевому рівні, рівні операційної системи (ОС) і рівні застосування. Вони можуть проводити пошук уразливостей, поступово нарощуючи число перевірок і "поглиблюючись" в інформаційну систему, досліджуючи усі її рівні.

Найбільшого поширення набули засоби аналізу захищеності мережевих сервісів і протоколів. Обумовлено це в першу чергу універсальністю використовуваних протоколів. Вивченість і повсюдне використання таких протоколів, як IP, TCP, HTTP, FTP, SMTP і тому подібне, дозволяють з високою мірою ефективності перевіряти захищеність інформаційної системи, що працює в мережевому оточенні.

Другими за поширеністю є засоби аналізу захищеності операційних систем. Обумовлено це також універсальністю і поширеністю деяких операційних систем (наприклад, UNIX і Windows NT). Проте, через те, що кожен виробник вносить до операційної системи свої зміни (як приклад можна привести велику кількість різновидів ОС UNIX), засоби аналізу захищеності ОС аналізують в першу чергу параметри, характерні для всього сімейства однієї ОС. І лише для деяких систем аналізуються специфічні для неї параметри.

Засобів аналізу захищеності застосувань на сьогодні не так вже багато. Такі засоби доки існують тільки для широко поширених прикладних систем типу: Web-браузери (Netscape Navigator, Microsoft Internet Explorer), СУБД (Microsoft SQL Server, Oracle) і тому подібне.

Застосування засобів аналізу захищеності дозволяє швидко визначити усі вузли корпоративної мережі, доступні у момент проведення тестування, виявити всі використовувані в мережі сервіси і протоколи, їх налаштування і можливості для несанкціонованої дії (як зсередини корпоративної мережі, так і зовні). За результатами сканування ці засоби виробляють рекомендації і покрокові заходи, що дозволяють усунути виявлені недоліки.

Цей метод контролю порушень політики безпеки не може замінити фахівця з інформаційної безпеки. Засоби аналізу захищеності можуть лише автоматизувати пошук деяких відомих уразливостей.

УДК 004.89

Вишне夫ська Н. – ст. гр. КАм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОБЛЕМИ ПОБУДОВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

Науковий керівник: Шовкун О. П.

Розвиток інформаційної техніки дозволило компенсувати людині психофізіологічну обмеженість свого організму в ряді напрямків. Штучний інтелект та його вдосконалення перетворюють кордону складності, доступні людині, в систематично розсуваються. Це особливо важливо в сучасну епоху, коли суспільство не може успішно розвиватися без раціонального управління складними і надскладними системами.

Штучний інтелект — дуже молода область досліджень, започаткована 1956 року. Її історичний шлях нагадує синусоїду, кожен «зліт» якої ініціювався деякою новою ідеєю. На сьогодні її розвиток перебуває на «спаді», поступаючись застосуванню уже досягнутих результатів в інших областях науки, промисловості, бізнесі та навіть повсякденному житті.

Одна з класифікацій виділяє два підходи до розробки ШІ:

нисхідний, семіотичний — створення символічних систем, моделюючих високорівневі психічні процеси: мислення, судження, мова, емоції, творчість і т. д.; висхідний, біологічний — вивчення нейронних мереж і еволюційні обчислення, моделюючі інтелектуальну поведінку на основі менших «не інтелектуальних» елементів.

Ця наука пов'язана з психологією, нейрофізіологією, трансгуманізмом та іншими. Як і всі комп'ютерні науки, вона використовує математичний апарат. Особливе значення для неї мають філософія і робототехніка.

### **Підходи до розуміння проблеми**

— ШІ вивчає методи розв'язання задач, які потребують людського розуміння. Мова іде про те, щоб навчити ШІ розв'язувати тести інтелекту. Це передбачає розвиток способів розв'язання задач за аналогією, методів дедукції та індукції, накопичення базових знань і вміння їх використовувати.

— ШІ вивчає методи розв'язання задач, для яких не існує способів розв'язання або вони не коректні (через обмеження в часі, пам'яті тощо). Завдяки такому визначенню інтелектуальні алгоритми часто використовуються для розв'язання NP-повних задач, наприклад, задачі комівояжера.

— ШІ займається моделюванням людської вищої нервової діяльності.

— ШІ — це системи, які можуть оперувати з знаннями, а найголовніше — навчатися. В першу чергу мова ведеться про те, щоб визнати клас експертних систем (назва походить від того, що вони спроможні замінити «на посту» людей-експертів) інтелектуальними системами.

— Останній підхід, що почав розвиватися з 1990-х років, називається агентно-орієнтованим підходом. Даний підхід акцентує увагу на тих методах і алгоритмах, які допоможуть інтелектуальному агенту виживати в навколишньому середовищі під час виконання свого завдання. Тому тут значно краще вивчаються алгоритми пошуку і прийняття рішення.

Розробка проблем штучного інтелекту є істотним внеском в усвідомлення людиною закономірностей зовнішнього і внутрішнього світу, у їхнє використання в інтересах суспільства і тим самим у людини розвиток свободи.

УДК 004.78

Федик В. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Науковий керівник: асистент Дуда О.М.

Працівникам електромереж необхідно мати своєчасну та правдиву інформацію про ефективність використання наданих послуг, про основні втрати та їх причини, одержати кваліфіковане техніко-економічне обґрунтування першочергових заходів, що дають можливість знизити енерговитрати. Саме такі можливості надає інформаційна система для дистанційного обліку електроенергії.

Використання інформаційної системи дозволяє:

- зменшити витрати електромереж на персонал, котрий використовується для зняття показників;
- обслуговувати промислові, технологічні та житлові об'єкти, в тому числі віддалені об'єкти або об'єкти з обмеженим доступом;
- оперативно відслідковувати аварійні та позаштатні ситуації завдяки динамічному опрацюванню показників.

Інформаційна система призначена для збору показників лічильників електроенергії вставлених на віддалених об'єктах та передачі отриманої інформації до Інтернет-серверів через комунікаційні мережі операторів зв'язку (див.рис. 1).

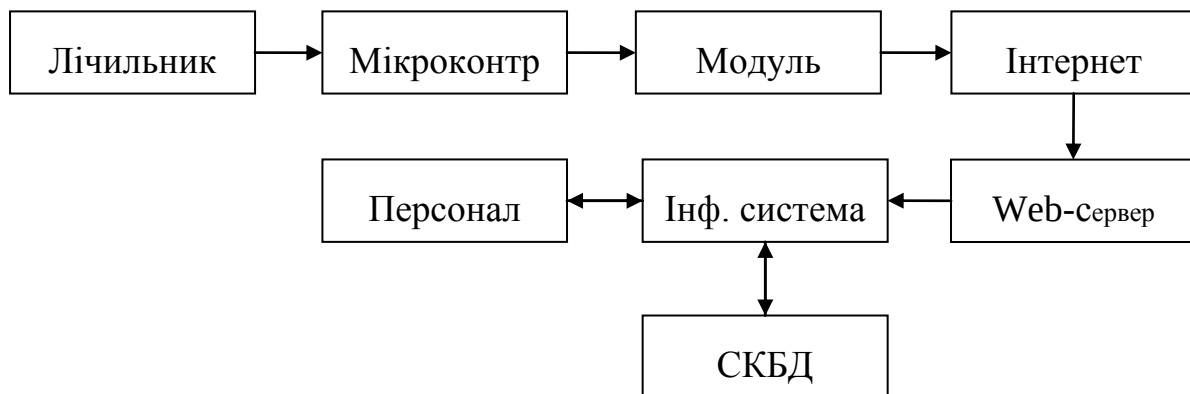


Рис. 1. Структурна схема передачі інформації в інформаційній системі для дистанційного обліку електроенергії

Отримана від лічильників інформація обробляється мікроконтролером та передається в Інтернет за допомогою модуля зв'язку та мереж операторів мобільного зв'язку. В мережі Інтернет встановлюється та налаштовується сервер зі спеціалізованим програмним забезпеченням. Програмне забезпечення цього сервера призначене для динамічного збору, систематизації та обробки інформації, отриманої від лічильників, засобами сучасних СКБД.

УДК 004.9

Храплива У. – ст. гр. СНс-43

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ ВЕБ – ТЕХНОЛОГІЙ У СВІТІ ПІДПРИЄМНИЦТВА**

Науковий керівник к.т.н., доц. Литвиненко Я.В.

З розвитком інноваційних технологій на сьогоднішній день стало актуально розробляти сайти для власного використання і для піднесення рейтингу у підприємницькій діяльності. Підприємці для того, щоб покращити збут свого товару використовують різноманітні види масової інформації. Особливе місце у цій сфері посідає розробка сайту, оскільки в кожному домі є хоча б один комп'ютер для доступу в Інтернет і за опитуванням населення черпає інформацію тільки із цього ресурсу.

Серед простих користувачів існує думка, що розробляти і супроводжувати Інтернет-проекти можуть тільки добре підготовлені спеціалісти. Звичайно, розумний спеціаліст в будь-якому ділі не помішає, ну і не завжди спеціаліст потрібний на всіх етапах розвитку проекту. Програми розробляють програмісти, їхні програми створені для простих користувачів, і ціль будь-якої створеної програми якраз і полягає в полегшенні роботи користувача. Кожна створена програма покликана спростити роботу користувача, який знайомиться із комп'ютером на рівні "чайника". З моменту появи в мережі Інтернет перших сайтів, набраних в Блокноті з допомогою мови програмування HTML, минуло багато років. З розвитком технологій, програмісти почали створювати такі програми, які спроможні пропонувати людям зовсім інші способи створення Інтернет-проектів на рівні простого користувача комп'ютерної системи.

Це стало можливим за допомогою спеціалізованих програм Content System Management (CMS). В дослівному перекладі ця назва означає Система керування контентом або вмістом, оскільки система дійсно керує вмістом сайту. Це комплексна програма, яка дозволяє "чайнику", не знайомому з програмуванням, створювати і підтримувати Інтернет-проекти різної складності. Вона забезпечує користувача необхідними візуальними способами для створення інтерактивних сторінок сайту, вміст яких можна змінювати в лічені секунди, використовуючи вбудований в систему текстовий редактор. Крім того, CMS пропонує користувачу величезний список додаткових послуг, таких як менеджмент користувача сайту, публікація новин або статей, форум, блоги, Інтернет-магазин, галереї, дошка оголошень і тощо.

Для того, щоб створити веб-сайт потрібно попрацювати над великою структурою розробки, а саме:

- розробка і затвердження дизайну сайту.
- HTML верстка сторінок веб-сайту.
- Програмування.
- Компоновка та інформаційне наповнення сайту.

Використання такого роду інформації дозволить користувачам ознайомитись із зовнішнім світом, побачити новизну товарів і продуктів, дізнатись багато чого нового.



УДК 681.3.07

Шаряк В. - аспірант

Приватний вищий навчальний заклад „Галицька академія” м.Івано–Франківськ

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОРІВНЕВОЇ ЛІНІЙНО–РЕКУРЕНТНОЇ МОДЕЛІ БАЗИ ДАНИХ В БАЗИСІ ГАЛУА

Науковий керівник: д.т.н. проф. Николайчук Я.М.

### 1. Логічна структура ієрархічної моделі бази даних в базисі Галуа

Ієрархічна архітектура БД в базисі Галуа може бути представлена новою лінійно - рекурентною архітектурою БД .

#### 1.1. Логічна структура циклів однорівневої лінійно-рекурентної моделі бази даних в базисі Галуа

Новим типом структурної організації баз даних, яка формується на основі рекурентних властивостей теоретико-числового базису Галуа. Важливою характеристикою таких БД є максимальна компактність адресації даних, в тому числі при багаторівневій архітектурі.

На основі петлі, однорівневої, дворівневої та багаторівневої схеми з циклами - категорії схем та горизонтального вектора базису Галуа можна побудувати лінійні цикли з ланцюгами нової лінійно-рекурентної моделі БД в базисі Галуа.

Позитивною характеристикою лінійно-рекурентних моделей БД, є можливості ефективного захисту від помилок та несанкціонованого доступу. При застосуванні базису Галуа реалізується рекурентний метод кодування елементів ієрархічних БД. Ієрархічна модель БД в базисі Галуа може бути логічно представлена новою однорівневою лінійно - рекурентною моделлю БД в базисі Галуа без відвітвлень (Рис.1).

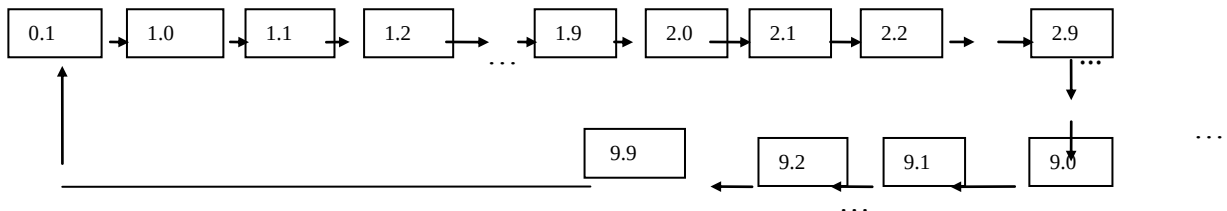


Рис.1. Цикли лінійно-рекурентної моделі БД в базисі Галуа.

Властивість рекурентності зв'язків ієрархічної БД при кодуванні елементів її в базисі Галуа дозволяє по новому розглянути характеристики організації таких БД.

Для БД, показаних на рис.1, рис.2, визначаємо коефіцієнт стиснення

$$K_c = \frac{mR}{mG} = \frac{800}{100} = 8, \text{ де } mR = 100 \cdot 8 \text{ біт} = 800 \text{ біт}, \quad mG = 100 \text{ біт}. \quad (1)$$

#### 1.2. Логічна структура циклів дворівневої лінійно-рекурентної моделі бази даних в базисі Галуа

На основі циклів однорівневої лінійно-рекурентної моделі БД у базисі Галуа може бути побудована дворівнева лінійно-рекурентна модель БД, яка відповідає ієрархічній структурі з десятковими елементами розширення та відвітвленнями (Рис.2).

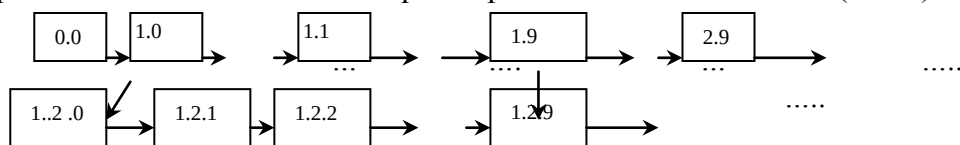


Рис.2. Цикли дворівневої лінійно-рекурентна модель БД в базисі Галуа.

УДК 004.732

Шинкар П. – гр. СН-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНОНІМНІ МЕРЕЖІ ТА TIMING-АТАКИ**

Науковий керівник: к.т.н. Козак Р. О.

Уперше анонімні системи зв'язку були представлені у фундаментальній роботі Чаума (Chaum 1981). Анонімність досягається шляхом пересилання повідомлень через серію передаючих вузлів – міх-вузли. Кожний міх-вузол виконує два основні завдання:

- забезпечення побітової нерозрізненості (bitwise unlinkability) повідомлень;
- перемішування потоку повідомлень.

Щоб на виході з вузла зловмисник (атакуючий) не зміг ідентифікувати повідомлення за його змістом, всі вхідні повідомлення зводяться до одного розміру (короткі повідомлення доповнюються випадковими даними) і шифруються. Власне, це і є "забезпечення побітової нерозрізненості". Перемішування потоку повідомлень використовується для того, щоб атакуючий не зміг зіставити час входу повідомлення у вузол з часом його виходу, і в такий спосіб зрозуміти, яке саме вихідне повідомлення відповідає шуканому. Вузол якийсь час накопичує вхідні повідомлення, перемішує їх і відправляє далі у випадковому порядку.

Системи анонімного зв'язку через Інтернет можна розділити на дві категорії: системи з великими затримками (high-latency systems); системи з малими затримками ( low-latency systems).

Повідомлення у системах обох категорій неможливо простежити завдяки реалізації ідей Чаума: ланцюжка вузлів між відправником і одержувачем, і шифрування, що приховує дані повідомлення. Кожний вузол у ланцюзі знає тільки свого попередника, від кого він одержав повідомлення, і свого спадкоємця, якому він передасть повідомлення. Системи з більшими затримками спеціалізуються на пересиланні одиночних повідомлень, а системи з малими затримками на підтримці з'єднання. Це означає, що в системах з більшими затримками для кожного повідомлення створюється свій новий шлях, нове повідомлення – новий шлях. А в системах з малими затримками один шлях використовується в плині деякого часу для пересилання цілого потоку пакетів. Такі системи більше уразливі до атак аналізу трафіку, зокрема, до timing-атак. Прості timing- атаки можуть зводитися до обчислення часу, який потрібний пакету, щоб пройти мережу. Більше складні timing-атаки можуть включати аналіз відмінних рис використовуваного жертвою з'єднання – виявлення патерна трафіку.

Timing-атаки використовують той факт, що всі вузли мережі вводять різні затримки. Знаючи час затримок, можна здогадатись про зв'язок вхідних у вузол і вихідних з нього потоків. Іншими словами, вгадати, який вихідний потік відповідає вхідному потоку, що відслідковується. Атакуючий може якийсь час спостерігати за зв'язками між вузлами, а потім, порівнюючи патерни трафіку всіх вузлів, виявити вузли зі схожими патернами – імовірно ці вузли утворюють ланцюжок. Використовуючи статистичні методи, атакуючий може одержати інформацію про відправника й одержувача потоку, і навіть виявити весь шлях потоку. Для захисту від цієї атаки потрібно зробити так, щоб тимчасові характеристики всіх потоків були нерозрізнені. Для успішного проведення вищезгаданої атаки потрібний глобальний спостерігач, здатний спостерігати за всіма потоками, що проходять через мережу. Вважають, що анонімізуючі мережі з малими затримками, такі як Tor, можуть успішно протистояти більш слабкій моделі загроз, що не включає глобального спостерігача.

УДК 621.326

Юрків М. – ст. гр. СІс-43

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЛАТФОРМИ ANDROID**

Науковий керівник: к.т.н. Луцків А. М.

OS Android – операційна система для мобільних пристроїв, яка базується на ядрі Linux. На даний час її підтримкою та розробкою займається консорціум Open Handset Alliance, ініційований компанією Google після покупки компанії Android Inc. Сферою застосування OS Android є смартфони, нетбуки, планшетні пристрої, а також телевізійні приставки, різного роду гаджети і т.д.

OS Android забезпечує простоту та зручність використання і налаштування системи, захист даних від зараження вірусами завдяки “ізолюваній” роботі кожного додатку, високу функціональність в користуванні Інтернетом – підтримка швидкого браузера, зручна робота з поштою, підтримка додатків Adobe Flash, широким спектром можливостей підключення - Wi-Fi, Bluetooth, GPRS, EDGE, 3G та багато іншого.

Android додатки пишуться на мові програмування Java та виконуються на віртуальній машині - Dalvik Virtual Machine. Кожен додаток запускається всередині екземпляра Dalvik VM, який, у свою чергу управляється ядром Linux процесу.

Завдяки вбудованій підтримці 2D і 3D, включаючи бібліотеку OpenGL а також наявності БД з відкритим кодом [SQLite](#) Android вирішує найбільш слабкі місця в розробці ПЗ для мобільних пристроїв – графіка/мультимедіа та способи зберігання даних.

Android додатки містять елементи одного або декількох з наступних типів: дії (Activities), сервіси (Services), джерела даних (Content providers) та приймачі (Broadcast receivers). При розробці можна використовувати такі бібліотеки: Bionic, [SSL](#) (шифрування), Media Framework, Surface Manager, LibWebCore, SGL (2D графіка), [OpenGL ES](#) (3D бібліотека), [FreeType](#) (шрифти), [SQLite](#) (СУБД). Крім того, спеціально для Android був розроблений формат архівних виконуваних файлів-додатків .apk.

Розробка прикладних додатків доступна на більшості популярних стаціонарних операційних системах, таких як Windows, Linux і Mac OS. Для цього використовується Android SDK та JDK. Для спрощення розробки рекомендується також використовувати Eclipse IDE і плагін Android Developer Tools для Eclipse.

З випуском пакету Android NDK (Native Developers Kit) розробники отримали можливість писати Android додатки на мовах програмування C/C++. Це дає можливість написати додаток, що оптимально навантажує процесор та використовує мінімум оперативної пам'яті, проте такий шлях не завжди є оправданим, якщо враховувати складність та тривалість реалізації подібних рішень.

Також компанія Google реалізувала підтримку популярних скриптових мов на платформі Android. Зокрема, технологія ASE ([Android Scripting Environment](#)) дозволяє використовувати мови Python і Lua. Середовище ASE забезпечує доступ до базових функцій платформи через міст JSON-RPC. Одна з найбільш цікавих функцій технології ASE полягає в можливості написання нових сценаріїв безпосередньо на мобільному пристрої.

Завдяки своїм значним перевагам для користувачів та розробників, OS Android на даний момент є найбільш затребуваною операційною системою для смартфонів. А її гнучкість забезпечує застосування операційної системи для дуже широкого ряду цілей, підтвердженням чому може служити факт використання OS Android для пристроїв-роботів при проведенні досліджень космосу в межах програми “Google Sky Map”.

Секція:

**Математика**

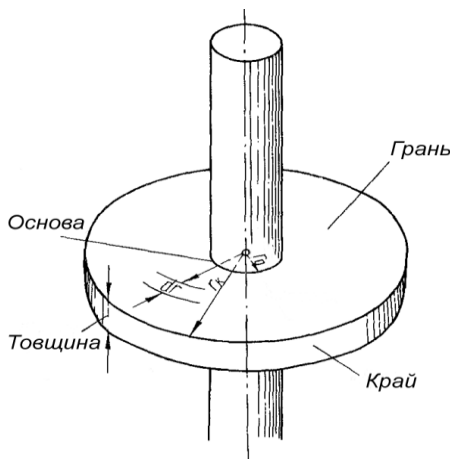
УДК 539.3

Шуст І. – ст. гр. ХС-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРИ В КІЛЬЦЕВОМУ РЕБРІ ПРЯМОКУТНОГО ПРОФІЛЮ**

Науковий керівник Габрусєва І. Ю.



Розглянемо кільцеве ребро прямокутного поперечного перерізу, яке приварено до циліндричного теплообмінника. Початок радіус-вектора  $\vec{r}$  знаходиться на його осі з додатнім напрямом від центру. Визначимо закон розподілу температури у ребрі.

Площа краю елементарного кільця із шириною  $dr$  буде рівною  $2\pi r\delta$ , де  $\delta$  – товщина ребра. Вважаючи  $dr$  достатньо малим матимемо, що площа зовнішньої грані цього кільця  $dS = 2 \cdot 2\pi r \cdot dr = 4\pi r dr$ . Кількість теплоти, що поступає до кільця, згідно із законом Фур'є буде рівною:

$$q = k2\pi r\delta \frac{dT}{dr},$$

де  $T$  – температура кільця,  $k$  – коефіцієнт теплопровідності. Тому різниця між теплотою, що поступає у елементарне кільце при  $r$  і теплотою, що виходить з нього при  $r + dr$

$$\square q = \frac{dq}{dr} dr = \frac{d}{dr} \left( 2\pi r\delta k \frac{dT}{dr} \right) dr. \quad (1)$$

Для температури навколишнього середовища  $T_s$  матимемо:  $\theta = T - T_s$  і  $d\theta = dT$ .

Припускаємо, що ребро тепліше від навколишнього середовища.

Загальний тепловий баланс вимагає, щоб теплота, яка протікає через кільце  $dr$ , дорівнювала теплоті, що віддається шляхом конвекції двома гранями ребра, тобто:

$$q_{\text{конв}} = h\theta dS = 4\pi hr\theta dr. \quad (2)$$

Із рівнянь (1) та (2), отримаємо:

$$\left( 2\pi\delta k r \frac{d^2T}{dr^2} + 2\pi\delta k \frac{dT}{dr} \right) dr - 4\pi hr\theta dr = 0,$$

або

$$r^2 \frac{d^2\theta}{dr^2} + r \frac{d\theta}{dr} - m^2 r^2 \theta = 0.$$

Це модифіковане рівняння Бесселя нульового порядку з параметром  $m = \sqrt{\frac{2h}{k\delta}}$ . Отже, його загальний розв'язок може бути записаний у вигляді:

$$\theta = C_1 I_0 mr + C_2 K_0 mr.$$

Сталі інтегрування  $C_1$  і  $C_2$  визначаються за даними початковими умовами.

УКД 514.74

Деренівська І. – ст. гр. П-21

*Гусятинський коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ В ПОЛЯРНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ

Науковий керівник: к.ф.-м.н., Стельмахук Л.В.

Розглядаючи функції в полярній системі координат зазвичай будують її графік, складаючи таблицю значень аргументів (полярних кутів у радіанній мірі) та відповідних їм значень функції (полярних радіусів). Проте функцію, задану рівнянням у полярних координатах  $\rho = f(\varphi)$  можна досліджувати і шляхом порівняння її з функцією у декартовій системі координат  $y = f(x)$ , яку отримують з першої шляхом заміни  $\rho$  на  $y$  та  $\varphi$  на  $x$ . Природно, що тоді можна застосувати до дослідження функції схему, стандартну для дослідження функцій в декартовій системі координат.

При цьому:

- область визначення функції в декартовій системі координат співпадає з областю визначення полярної функції;
- особливим точкам функції  $y = f(x)$  відповідають особливі точки функції  $\rho = f(\varphi)$ ;
- симетричним графікам в декартовій системі координат відповідають симетричні графіки в полярній системі;
- період функції  $y = f(x)$  співпадає з періодом функції  $\rho = f(\varphi)$ , таким чином досить побудувати графік функції  $\rho = f(\varphi)$  в секторі з кутом при вершині, що дорівнює періоду, а потім відобразити за допомогою повороту на відповідні кути;
- якщо графік функції  $y = f(x)$  міститься між прямими  $y = M$  та  $y = N$ , то графік полярної функції міститься в кільці, внутрішній радіус якого рівний  $M$ , а зовнішній -  $N$ ;
- точки екстремуму обох функцій співпадають;
- якщо функція  $y = f(x)$  спадає на деякому проміжку, то в полярній системі координат для функції  $\rho = f(\varphi)$  при русі за годинниковою стрілкою значення радіуса зменшується, а при русі проти годинникової стрілки – збільшується;
- горизонтальна асимптота кривої  $y = c$  в декартовій системі координат переходить в асимптотичне коло  $\rho = c$  в полярній системі координат. Зокрема, якщо  $c=0$ , то коло вироджується в точку;
- вертикальна асимптота  $x=b$  в декартовій системі координат в загальному випадку переходить в промінь  $\varphi = b$ ; якщо  $b=0$ , то асимптота переходить у полярну вісь;
- похила асимптота  $y = ax + b$  переходить у спіраль Архімеда  $\rho = a\varphi + b$ .

Перелік використаної літератури

1. Вірченко Н.О., Ляшко І.І., Швецов К.І. Графіки функцій. Довідник. К., «Наук. думка», 1977. – 320 с.

УДК 539.3

Сеник Л. – ст. гр. ЕС-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## КОЛИВАННЯ МАЯТНИКА ЗМІННОЇ ДОВЖИНИ

Науковий керівник: к.ф.-м.н. Габрусев Г. В.

Розглянемо маятник, що складається із невагомої нитки та вантажу вагою  $W$ , який прикріплено нижнього її кінця. Знайдемо рівняння коливань маятника припустивши, що його довжина міняється за законом  $l = A + Bt$ . Кутовий момент  $L$  дорівнює добутку моменту інерції  $I$  на кутову швидкість вантажу  $\omega$ . Як відомо,  $I = \frac{W}{g} r^2$ , тому  $L = \frac{W}{g} r^2 \frac{d\alpha}{dt}$ . Момент сили є похідною від кутового моменту, отже:

$$\tau = \frac{dL}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{W}{g} r^2 \frac{d\alpha}{dt} \right). \quad (1)$$

Нехтуючи опором повітря, будемо вважати, що маятник рухається лише під дією сили тяжіння. Отже сила, що намагається повернути маятник до положення рівноваги матиме вигляд:  $W \sin \alpha$ . При малих значеннях кута  $\alpha$  можна записати, що  $\alpha = \sin \alpha$ . Тому її момент відносно опори

$$\tau = W \alpha l. \quad (2)$$

Врахувавши вираз для  $l$ , із співвідношень (1) та (2) отримуємо:

$$\frac{d^2 \alpha}{dt^2} + \frac{2B}{A+Bt} \cdot \frac{d\alpha}{dt} + \frac{g}{A+Bt} \cdot \alpha = 0. \quad (3)$$

Зробимо заміну  $u = \frac{A+Bt}{B}$ ,  $du = dt$ ,  $\frac{d\alpha}{du} = \frac{d\alpha}{dt}$ . Тоді рівняння (3) набуде вигляду:

$$u^2 \frac{d^2 \alpha}{du^2} + 2u \cdot \frac{d\alpha}{du} + m^2 u \cdot \alpha = 0, \quad (4)$$

де  $m^2 = \frac{g}{B}$ . Співвідношення (4) є частковим випадком узагальненого рівняння Бесселя

$$\frac{d}{du} \left( u^p \frac{d\alpha}{du} \right) + a u^j + b u^k \cdot \alpha = 0,$$

при наступних значеннях сталих:  $p = 2$ ,  $j = 1$ ,  $a = m^2$ ,  $b = 0$ . Його загальний розв'язок

$$\alpha = u^{\frac{\gamma}{2}} \left[ C_1 J_n \left( \beta u^{\frac{1}{2}} \right) + C_2 Y_n \left( \beta u^{\frac{1}{2}} \right) \right], \text{ де } J_n \text{ та } Y_n \text{ – функції Бесселя першого роду,}$$

$$\varphi = \frac{2}{2-p+j} = 2, \gamma = \frac{1-p}{2-p+j} = -1, \beta = \varphi \sqrt{a} = 2m, n = \frac{\sqrt{1-p^2-4b}}{2-p+j} = 1.$$

Отже розв'язок диференціального рівняння руху маятника (3) буде мати вигляд:

$$\alpha = \sqrt{\frac{B}{A+Bt}} \left[ C_1 J_1 \left( 2m \sqrt{\frac{A}{B} + t} \right) + C_2 Y_2 \left( 2m \sqrt{\frac{A}{B} + t} \right) \right].$$

УДК 519.21

Вітрук Р. – ст. гр. СП-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## АСИМПТОТИЧНІ ФОРМУЛИ У ТЕОРІЇ ІМОВІРНОСТЕЙ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Федак С. І.

Для знаходження імовірності появи події А в  $m$  випробуваннях з  $n$ , за умови постійної характеристики  $p$  імовірності події А в одній спробі, використовують формулу Бернуллі

$$P_n(m) = \frac{n!}{m!(n-m)!} p^m \cdot (1-p)^{n-m}.$$

Однак при великих значеннях  $n$  ця залежність приводить до громіздких обчислень. Необхідність спрощення розрахунків спонукали до виведення асимптотичних формул Муавра-Лапласа та Пуассона. Ці залежності виводяться на основі формули Бернуллі.

Якщо в серії незалежних спроб  $n \rightarrow \infty$ ,  $p \rightarrow 0$ , але так, що добуток  $np = \lambda$  залишається сталим, то ймовірність  $P_n(m)$  обчислюється за формулою Пуассона

$$P_n(m) \approx \frac{\lambda^m}{m!} e^{-\lambda}.$$

Дійсно, згідно формули Бернуллі з використанням  $\lambda$ :

$$P_n(m) = \frac{n(n-1)(n-2)\cdots(n-m+1)}{m!} \left(\frac{\lambda}{n}\right)^m \left(1-\frac{\lambda}{n}\right)^{n-m}.$$

Перейшовши до границі, коли  $n \rightarrow \infty$ , отримаємо:

$$\frac{\lambda^m}{m!} \lim_{n \rightarrow \infty} \left[ 1 \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{2}{n}\right) \cdots \left(1 - \frac{m-1}{n}\right) \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^{n-m} \right] = \frac{\lambda^m}{m!} e^{-\lambda}.$$

В виведенні залежності локальної теореми Муавра-Лапласа використовується відома формула Стірлінга  $n! = \sqrt{2 \cdot \pi \cdot n} \cdot n^n \cdot e^{-n+\gamma}$ , де  $\gamma$  - гамма-функція, та асимптотична формула

$$\ln(1+\alpha) = \sum_{i=1}^n (-1)^{i-1} \cdot \frac{\alpha^i}{i} + O(\alpha)^{n+1}.$$

Користуючись відомими правилами дій над символами  $O$  та  $o$  і потенціювання, при

переході  $n \rightarrow \infty$ , отримуємо  $P_n(m) \approx \frac{1}{\sqrt{2\pi npq}} \cdot e^{-\frac{(m-np)^2}{2npq}}$ . З урахуванням функції Гаусса

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}, \text{ де } x = \frac{m-np}{\sqrt{npq}}, \text{ отримаємо } P_n(m) \approx \frac{1}{\sqrt{npq}} \varphi(x)$$

За умови  $\sqrt{npq} \geq 10$ , користуючись потрібною нерівністю

$\frac{m_1 - np}{\sqrt{npq}} \leq \frac{m - np}{\sqrt{npq}} \leq \frac{m_2 - np}{\sqrt{npq}}$  отримуємо формулу інтегральної теореми Муавра-Лапласа

$$P_n(m_1, m_2) \approx \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^{x_2} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

УДК 519.217

Грушицький О. – ст. гр. МІ-13

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ПЛОЩА ТРИКУТНИКА, ОБМЕЖЕНОГО ПРЯМОЮ І ОСЯМИ КООРДИНАТ

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Демчишин О.І.

Розглянемо задачу знаходження усіх можливих трикутників, які мають площу  $S$  і утворюються внаслідок перетину прямої, яка проходить через точку  $M(x, y)$  площини із координатними осями  $Ox$  та  $Oy$ . Записавши рівняння прямої у відрізках на осях координат

$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$  та площу утвореного трикутника  $S = 2|a| \cdot |b|$ , отримаємо дві системи рівнянь для визначення параметрів  $a$  і  $b$ :

$$\begin{cases} bx + ay = ab, \\ (ab)^2 = 4S^2. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} bx + ay = 2S, \\ ab = 2S, \end{cases} \text{ і } \begin{cases} bx + ay = -2S, \\ ab = -2S. \end{cases}$$

Розв'язками систем рівнянь є 4 пари параметрів  $a$  і  $b$ , виражені через  $j = 2xyS^{-1}$ .

Перша система рівнянь завжди має розв'язки, при умові, що точка  $M(x, y)$  знаходиться у II-му ( $x < 0, y > 0, \varphi < 0$ ) або IV-му ( $x > 0, y < 0, \varphi < 0$ ) координатних кутах

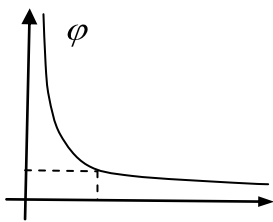
$$a_1 = 2x(1 - \sqrt{1 - \varphi})\varphi^{-1}, b_1 = 2y(1 + \sqrt{1 - \varphi})\varphi^{-1}; a_2 = 2x(1 + \sqrt{1 - \varphi})\varphi^{-1}, b_2 = 2y(1 - \sqrt{1 - \varphi})\varphi^{-1}.$$

Друга система рівнянь завжди має розв'язки, при умові, що точка  $M(x, y)$  знаходиться у I-му ( $x > 0, y > 0, \varphi > 0$ ) або III-му ( $x < 0, y < 0, \varphi > 0$ ) координатних кутах

$$a_3 = 2x(1 - \sqrt{1 + \varphi})\varphi^{-1}, b_1 = 2y(1 + \sqrt{1 + \varphi})\varphi^{-1}; a_4 = 2x(1 + \sqrt{1 + \varphi})\varphi^{-1}, b_4 = 2y(1 - \sqrt{1 + \varphi})\varphi^{-1}.$$

Модуль параметра  $\varphi$  визначається подвоєною площею прямокутника, утвореного координатними осями і прямими, які визначаються координатами точки  $M$ .

Враховуючи симетричність отриманих розв'язків, обмежимося для аналізу кількості можливих трикутників у задачі випадком, коли точка  $M(x, y)$  знаходиться у першому



координатному куті ( $x > 0, y > 0, \varphi > 0$ ). Позначивши  $k = 2xy$ , отримаємо гіперболічну залежність між площею шуканого трикутника  $S$  і параметром  $\varphi$ :  $\varphi \cdot S = k$ . При  $\varphi < 1$ , тобто  $S > 2xy = k$ , дві системи рівнянь визначають чотири можливі

розміщення прямої:  $\frac{x}{a_1} + \frac{y}{b_1} = 1, \frac{x}{a_2} + \frac{y}{b_2} = 1, \frac{x}{a_3} + \frac{y}{b_3} = 1, \frac{x}{a_4} + \frac{y}{b_4} = 1,$

а, отже, і чотири трикутники з однаковою площею  $S$ . При  $\varphi = 1$  ( $S = 2xy = k$ ), перша

система рівнянь визначає одну пряму  $\frac{x}{2x_M} + \frac{y}{2y_M} = 1$  із утвореним трикутником, площею  $S = 2x_M y_M$ , а друга система рівнянь визначатиме дві прямі, і, отже, два трикутники:

утвориться три трикутники. При  $\varphi > 1$  ( $S < k$ ), перша система рівнянь не матиме розв'язків (дискримінант квадратного рівняння від'ємний), а друга система рівнянь визначатиме дві прямі, і, два трикутники. Таким чином, в залежності від величини площі заданого трикутника  $S$  і від розміщення точки  $M$  на координатній площині, будемо мати 4, 3 або 2 трикутники із заданою площею.



УДК 519. 217

Греля Т. – ст.гр. МІ-13

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВІДСТАНЬ ВІД ТОЧКИ ДО ПРЯМОЇ У ПРОСТОРІ

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Демчишин О.І.

Розглянемо спочатку канонічне рівняння прямої на площині, яка проходить через фіксовану точку  $M_0(x_0, y_0)$ , паралельно до напрямного вектора  $\vec{p} = (p_x, p_y)$ :

$$\frac{x - x_0}{p_x} = \frac{y - y_0}{p_y}.$$

Це рівняння перепишемо у вигляді:  $\frac{x}{p_x} - \frac{y}{p_y} = \frac{x_0}{p_x} - \frac{y_0}{p_y}$ . Вважаючи  $\vec{r} = (x, y, 0)$ ,

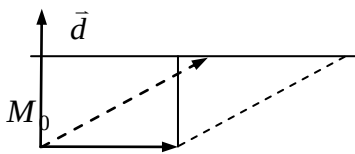
$\vec{r}_0 = (x_0, y_0, 0)$  і  $\vec{p} = (p_x, p_y, 0)$ , праву частину рівняння можна розглядати, як довжину

вектора  $\vec{s} = \vec{r} \times \vec{p}$ :  $\vec{s} = \vec{r} \times \vec{p} = \begin{vmatrix} x & y \\ p_x & p_y \end{vmatrix} \vec{k}$ , а ліву частину рівняння, як довжину вектора

$\vec{s}_0 = \vec{r}_0 \times \vec{p}$ , де  $\vec{s}_0 = S_0 \vec{k}$  ( $S_0$  – площа паралелограма, утвореного векторами  $\vec{r}_0 = (x_0, y_0, 0)$  і

$\vec{p} = (p_x, p_y, 0)$ ). Таким чином, векторна рівність  $\vec{s} = S_0 \vec{k}$  вказує на те, що рухаючись по прямій радіус-вектор  $\vec{r} = (x, y)$  разом із напрямним вектором  $\vec{p} = (p_x, p_y)$  завжди будуть утворювати паралелограми однакової площі.

Перейдемо тепер до прямої у просторі: нехай пряма  $l$  проходить через точку  $M_0(x_0, y_0, z_0)$  і паралельна до вектора  $\vec{p} = (p_x, p_y, p_z)$ . Виразимо відстань від початку координат до прямої через координати фіксованої точки і координати напрямного вектора. Таким чином у системі координат  $Oxyz$  маємо радіус-вектор фіксованої точки  $\vec{r}_0 = (x_0, y_0, z_0)$  і радіус-вектор біжучої точки прямої  $\vec{r} = (x, y, z)$ . Вектори  $\vec{p}$ ,  $\vec{r}_0$  і  $\vec{r}$  утворюють площину у якій знаходиться пряма  $l$  і початок координат. Рух біжучої точки по прямій буде в утвореній площині визначатися, як і у попередньому випадку, векторним рівнянням  $\vec{s} = \vec{s}_0$ , де  $\vec{s} = \vec{r} \times \vec{p}$  і  $\vec{s}_0 = \vec{r}_0 \times \vec{p}$ . Таким чином перпендикулярні вектори  $\vec{s}$  і  $\vec{p}$  можна прийняти за два напрямки



осей «локальної системи координат». Третій напрямок може визначатися векторним добутком:  $\vec{d} = \vec{s} \times \vec{p}$ . У локальній системі координат, яка визначається векторами  $\vec{p}$ ,  $\vec{s}$  і  $\vec{d}$  визначимо відстань від прямої до початку координат. Площа  $S_0 = |\vec{s}_0| = |\vec{r}_0| \cdot |\vec{p}| \cdot \sin \varphi$ , де  $\varphi$  – кут між векторами  $\vec{r}_0$  і  $\vec{p}$ .

Так як  $\sin \varphi = \frac{|\vec{r}_0 \times \vec{p}|}{|\vec{r}_0| |\vec{p}|} = \frac{\sqrt{|\vec{r}_0|^2 |\vec{p}|^2 - (\vec{r}_0 \cdot \vec{p})^2}}{|\vec{r}_0| |\vec{p}|}$ , то таким чином,  $S_0 = \sqrt{|\vec{r}_0|^2 |\vec{p}|^2 - (\vec{r}_0 \cdot \vec{p})^2}$ . З

іншого боку,  $S_0 = d \cdot |\vec{p}|$ . Отже,  $d \cdot |\vec{p}| = \sqrt{|\vec{r}_0|^2 |\vec{p}|^2 - (\vec{r}_0 \cdot \vec{p})^2}$ .

Остаточно:  $d = \frac{\sqrt{|\vec{r}_0|^2 |\vec{p}|^2 - (\vec{r}_0 \cdot \vec{p})^2}}{|\vec{p}|} = \sqrt{x_0^2 + y_0^2 + z_0^2 - \left( \frac{x_0 p_x + y_0 p_y + z_0 p_z}{\sqrt{p_x^2 + p_y^2 + p_z^2}} \right)^2}$ .

УДК 519. 217

Вербовський С. – ст.гр. МІ-13

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СПЕКТРИ ІРРАЦІОНАЛЬНИХ КВАДРАТНИХ КОРЕНІВ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Демчишин О.І.

Знайдемо регулярний періодичний дріб, який відповідає, наприклад, числу  $\sqrt{14}$ . Позначимо його через  $\varphi_0 = \sqrt{14}$ . Дріб зобразиться у вигляді:  $\varphi_0 = \sqrt{14} = 3 + (\sqrt{14} - 3)$ .

Нехай

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= \frac{1}{\sqrt{14}-3} = \frac{\sqrt{14}+3}{(\sqrt{14}-3)(\sqrt{14}+3)} = \frac{5+\sqrt{14}-2}{5} = 1 + \frac{\sqrt{14}-2}{5} = 1 + \frac{1}{\varphi_2}, \\ \varphi_2 &= \frac{5}{\sqrt{14}-2} = \frac{5(\sqrt{14}+2)}{(\sqrt{14}-2)(\sqrt{14}+2)} = \frac{4+\sqrt{14}-2}{2} = 2 + \frac{\sqrt{14}-2}{2} = 2 + \frac{1}{\varphi_3}, \\ \varphi_3 &= \frac{2}{\sqrt{14}-2} = \frac{2(\sqrt{14}+2)}{(\sqrt{14}-2)(\sqrt{14}+2)} = \frac{5+\sqrt{14}-3}{5} = 1 + \frac{\sqrt{14}-3}{5} = 1 + \frac{1}{\varphi_4}, \\ \varphi_4 &= \frac{5}{\sqrt{14}-3} = \frac{5(\sqrt{14}+3)}{(\sqrt{14}-3)(\sqrt{14}+3)} = 6 + (\sqrt{14}-3) = 6 + \frac{1}{\varphi_5}, \quad \varphi_5 = \varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{14}-3}. \\ \sqrt{14} &= 3 + \frac{1}{\varphi_1} = 3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{\varphi_2}} = 3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{\varphi_3}}} = 3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{\varphi_4}}}} = 3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{6 + \frac{1}{\varphi_5}}}}}.\end{aligned}$$

Таким чином, отримуємо регулярний періодичний дріб, який має довжину неперіодичної частини 1 і період 4:  $\sqrt{14} = [3, 1, 2, 1, 6, 1, 2, 1, 6, \dots] = [3, (1, 2, 1, 6)]$ .

Проводячи аналогічні дослідження із іншими ірраціональними числами, можемо записати

для  $\sqrt{2}$ :  $\sqrt{2} = 1 + (\sqrt{2} - 1) = 1 + \frac{1}{\varphi_1}$ ,  $\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{2}-1} = \frac{\sqrt{2}+1}{(\sqrt{2}-1)(\sqrt{2}+1)} = \sqrt{2} + 1 = 2 + \frac{1}{\varphi_1}$ . Таким чином,

$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{\varphi_1} = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{\varphi_1}}$ , тобто  $\sqrt{2} = [1, 2, 2, 2, \dots] = [1, (2)]$ . Узагальнюючи цей метод, можна,

слідуючи Томасу Данцігу, записати спектр ірраціональних квадратних коренів:  $\sqrt{N} = [\alpha$  (неперіодична частина), (період)].

| N | $\alpha$ | Період  |
|---|----------|---------|
| 2 | 1        | 2       |
| 3 | 1        | 1 2     |
| 5 | 2        | 4       |
| 6 | 2        | 2 4     |
| 7 | 2        | 1 1 1 4 |
| 8 | 2        | 1 4     |

| N  | $\alpha$ | Період    |
|----|----------|-----------|
| 10 | 3        | 6         |
| 11 | 3        | 3 6       |
| 12 | 3        | 2 6       |
| 13 | 3        | 1 1 1 1 6 |
| 14 | 3        | 1 2 1 6   |
| 15 | 3        | 1 6       |

| N  | $\alpha$ | Період      |
|----|----------|-------------|
| 17 | 4        | 8           |
| 18 | 4        | 4 8         |
| 19 | 4        | 2 1 3 1 2 8 |
| 20 | 4        | 2 8         |
| 21 | 4        | 1 1 2 1 1 8 |
| 22 | 4        | 1 2 4 2 1 8 |
| 23 | 4        | 1 3 1 8     |
| 24 | 4        | 1 8         |

УДК 539.3

Семенина Н. – ст. гр. КТ-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ДІРІХЛЕ ДЛЯ ЦИЛІНДРА

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Самборська О.М.

Розглянемо циліндр з висотою  $h$  та радіусом основи  $a$ . На бічній поверхні та верхній основі циліндра температура дорівнює нулю, а на нижній основі підтримується температура  $U = F(r)$ , де  $r$  – відстань від будь-якої точки основи до її центра. Вважається, що процес теплообміну стаціонарний, тобто в кожній точці циліндра температура встановилась і не залежить від часу. Потрібно знайти розподіл температури в даному циліндрі.

Задачу розв'яжемо в циліндричній системі координат  $r, j, z$ . Температура в будь-якій точці циліндра задовольняє рівняння Лапласа.

$$U_{rr} + (1/r)U_r + (1/r^2)U_{jj} + U_{zz} = 0. \quad (1)$$

Оскільки розподіл температури не залежить від кута  $j$ , то рівняння (1) спрощується:

$$U_{rr} + (1/r)U_r + U_{zz} = 0 \quad (2)$$

Граничні умови мають вигляд:  $U(a, z) = 0$ ;  $U(r, h) = 0$ ; (3)  $U(r, 0) = F(r)$ . (4)

Задачу розв'яжемо методом Фур'є,  $U(r, z) = R(r)Z(z)$ . (5)

Для функцій  $R(r)$  та  $Z(z)$  отримаємо рівняння:

$$Z''(z) - l^2 Z(z) = 0, \quad (6) \quad R''(r) + 1/r R'(r) + l^2 R(r) = 0 \quad (7)$$

Рівняння (7) заміною  $lr = t$  зводиться до рівняння Бесселя для незалежної змінної  $t = lr$ , для якого  $n = 0$ .

Загальний розв'язок рівняння (6) можна записати у вигляді:  $Z(z) = A \cosh lz + B \sinh lz$ .

Оскільки розв'язок  $R(r)$  рівняння (7) повинен бути скінченним при  $r = 0$  і задовольняти умову  $R(a) = 0$ , то отримаємо:  $R_n(r) = C_n J_0(m_n^{(0)} r a^{-1})$ , (8)

де  $m_n^{(0)}$  – додатні корені функції Бесселя першого роду нульового порядку  $J_0(x)$ ,  $(n = 1, 2, 3, \dots)$ . Множина розв'язків  $U_n(r, z)$ , які задовольняють рівняння (2) та першу з граничних умов (3), має вигляд:

$$U_n(r, z) = (D_n \cosh(m_n^{(0)} z a^{-1}) + E_n \sinh(m_n^{(0)} z a^{-1})) J_0(m_n^{(0)} r a^{-1}). \quad (9)$$

Задовольняючи другу з граничних умов (3), одержуємо:

$$U_n(r, z) = D_n \sinh(m_n^{(0)} (h - z) a^{-1}) \sinh^{-1}(m_n^{(0)} h a^{-1}) J_0(m_n^{(0)} r a^{-1}) \quad (10)$$

Щоб задовольняти граничну умову (4), розв'язок даної задачі представимо у вигляді ряду:  $U(r, z) = \sum_{n=1}^{\infty} U_n(r, z)$ . (11)

Розкладаючи функцію  $F(r)$  в ряд Фур'є-Бесселя, відшукуємо невідомі коефіцієнти  $D_n$ . Обчислення виконані для випадку  $F(r) = a - a^{-1} r^2$ .

УДК 539.3

Павлюк М. – ст. гр. КТ-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ЗАСТОСУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ФУНКЦІЙ ДО ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Самборська О.М.

Розглянемо нескінченний циліндр радіуса  $R$ , на поверхні якого підтримується стала температура  $U_0$ , а початкова температура всередині циліндра дорівнює нулю. Потрібно знайти розподіл температури всередині циліндра в момент часу  $t$ . Задачу розв'яжемо в циліндричній системі координат. Нехай  $U(r, j, z, t)$  - температура в точці  $U(r, j, z)$  в момент часу  $t$ . Процес розповсюдження тепла в однорідному ізотропному середовищі визначається рівнянням теплопровідності:

$$U_{\ddot{r}} = a^2 (U_{\ddot{r}} + (1/r)U_{\dot{r}} + (1/r^2)U_{\ddot{r}} + U_{\ddot{r}}), \quad (1)$$

де  $a$  – деяка стала величина.

Оскільки температура всередині циліндра буде залежати тільки від  $r$  та  $t$ , то рівняння (1) приймає вигляд:  $U_{\ddot{r}} = a^2 (U_{\ddot{r}} + (1/r)U_{\dot{r}})$ . (2)

Початкова та гранична умови даної задачі мають відповідно вигляд:

$$U(r, 0) = 0; \quad (3) \quad U(R, t) = U_0. \quad (4)$$

Для того, щоб звести дану задачу до задачі з однорідною граничною умовою, введемо функцію  $V(r, t)$ :  $U(r, t) = V(r, t) + U_0$  (5)

Функція  $V(r, t)$  повинна бути розв'язком рівняння (2) і задовольняти початкову умову

$$V(r, 0) = f(r) = -U_0; \quad (6) \quad \text{та граничну умову } V(R, t) = 0. \quad (7)$$

Застосовуючи метод Фур'є відокремлення змінних, візьмемо  $V(r, t) = F(r)\Psi(t)$ . (8)

Для шуканих функцій  $F(r)$  та  $T(t)$  отримаємо рівняння:

$$T_{\ddot{t}} + l^2 a^2 T(t) = 0, \quad (9) \quad F_{\ddot{r}}(r) + 1/r F_{\dot{r}}(r) + l^2 F(r) = 0. \quad (10)$$

Загальний розв'язок рівняння (9) має вигляд:  $T(t) = Ce^{-l^2 a^2 t}$  (11)

Рівняння (10) заміною  $l r = x$  зводиться до рівняння Бесселя, для якого  $n = 0$ .

Розв'язок рівняння (10)  $F(r)$  повинен бути скінченним при  $r = 0$  і задовольняти умову  $F(R) = 0$ , Тому розв'язки рівняння (2), які задовольняють граничну умову (7)

$$\text{одержимо у вигляді: } V_n(r, t) = A_n e^{-(m_n^{(0)})^2 a^2 R^2 t} J_0(m_n^{(0)} r R^{-1}), \quad (12)$$

де  $J_0(x)$  – функція Бесселя першого роду нульового порядку,  $m_n^{(0)} (n = 1, 2, 3, \dots)$  - додатні корені цієї функції.

$$\text{Щоб задовольнити початкову умову (6), складемо ряд: } V(r, t) = \sum_{n=1}^{\infty} V_n(r, t). \quad (13)$$

Використовуючи розклад функції  $f(r) = -U_0$  в ряд за функціями  $J_0(m_n^{(0)} r R^{-1}) (i = 1, 2, 3, \dots)$ , знаходимо невідомі коефіцієнти  $A_n$ .

УДК 517

Штокало М. – ст.гр. ХК-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ПРО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ РІВНЯННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ

Науковий керівник: к.ф.-м.н. Стельмашук Л.В.

Розглянемо однорідний теплоізований з боків стержень скінченної довжини  $l$ , що має постійну по довжині товщину, і настільки тонкий, що в довільний момент часу температуру тіла у всіх точках поперечного перерізу можна було б вважати однаковою.

Позначимо температуру стержня в перерізі  $x$  в момент часу  $t$  через  $u(x, t)$ . Тоді функція  $u=u(x, t)$  дає закон розподілу температури в стержні.

Виділимо елемент стержня  $[x, x+\Delta x]$  і складемо для нього рівняння теплового балансу, згідно якого швидкість зміни кількості тепла в даному об'ємі (зміна кількості тепла за одиницю часу), обумовлена теплоємністю матеріалу, рівна кількості тепла, яке поступило в цей об'єм за одиницю часу теплопровідності.

Швидкість зміни тепла у виділеному елементі стержня рівна

$$\int_x^{x+\Delta x} c\rho S \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} dx,$$

де  $c$  – теплоємність матеріалу стержня;  $\rho$  – густина;  $S$  – площа поперечного перерізу.

Застосовуючи до інтегралу теорему про середнє і враховуючи, що величини  $c$ ,  $\rho$  і  $S$  постійні, одержимо

$$\int_x^{x+\Delta x} c\rho S \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} dx = c\rho S \frac{\partial u(x + \Theta_1 \Delta x, t)}{\partial t} \Delta x, \text{ де } 0 < \Theta_1 < 1.$$

Так як стержень теплоізований з боків, то тепло може надходити тільки через перерізи, обмежуючі виділений елемент стержня. Відомо, що кількість тепла, яке протікає через переріз з абсцисою  $x$  за одиницю часу, дорівнює

$$-k \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} S,$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопровідності, а  $S$  – площа перерізу. Тому шукана кількість тепла рівна

$$-kS \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} S - (-k \frac{\partial u(x + \Delta x, t)}{\partial x} S) = kS \left( \frac{\partial u(x + \Delta x, t)}{\partial x} - \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \right) = kS \frac{\partial^2 u(x + \Theta_2 \Delta x, t)}{\partial x^2} \Delta x,$$

де  $0 < \Theta_2 < 1$ .

Рівняння теплового балансу буде мати вигляд

$$c\rho S \frac{\partial u(x + \Theta_1 \Delta x, t)}{\partial t} \Delta x = kS \frac{\partial^2 u(x + \Theta_2 \Delta x, t)}{\partial x^2} \Delta x.$$

Звідки  $\frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} \left( a^2 = \frac{k}{c\rho} \right)$ . Це рівняння – рівнянням теплопровідності для однорідного стержня. Розглянуто різні випадки рівняння теплопровідності для різних стержнів, отримано їх розв'язки.

Література. Диференціальні рівняння: Підруч. для студ. мат. спец. вищ. навч. закл. / А.М. Самойленко, М.О. Перестюк, І.О. Парасюк. — 2-е вид., переробл. й доповн. — К.: Либідь, 2003. — 599 с.

УДК 517.946.9

Четверікова С. - ст. гр. ХО-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗВ'ЯЗОК ОДНІЄЇ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ ЗАДАЧІ ТА ЙОГО НАБЛИЖЕННЯ НА ВІДРІЗКУ

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Фурсевич Л.В.

На відрізку  $x \in [0,1]$  при  $t \geq 0$  розглядається задача для інтегро-диференціального рівняння

$$\begin{aligned} u_t - u_{xx} + e * u_t - l * u_{xx} &= f_0; \quad u(0, x) = w; \\ u_x(t, 0) &= 0; \quad u_t + u_x + e * u_t + l * u_x|_{x=1} = f_1, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $e, l, w, f_0$  і  $f_1$  – задані функції, причому  $f_0, f_1 \in L_2(0,1)$  і  $f_1 < C_1 \exp(C_2 t)$  при  $t \in \mathbb{R}^+ \cup \Gamma$  ( $C_0, C_2 = \text{const}$ );  $*$  – оператор згортки по  $t$ .

Розв'язок  $\bar{u} = \sum_{n=1}^N \bar{u}_n(t, x)$  шукається у вигляді

$$\bar{u}(t, x) = \sum_{n=1}^N u_n(t) \bar{e}_n(x) \quad (0 \leq x \leq 1, \quad t \geq 0), \quad (2)$$

де  $\bar{e}_n(x)$  – ортонормовані власні функції оператора  $A_j^- = \sum_{j=1}^N j_{xx}(x) j_x(1)$ ,  $D_A = \{j \in C^2(0,1), j_x(0) = 0\}$ , з точковим додатним спектром  $\{b_n\}_{n=1}^\Gamma$ .

Тут  $\bar{e}_n(x) = \frac{1}{\sqrt{b_n}} \cos x \sqrt{b_n}, \quad n^{-1} \cos \sqrt{b_n}$

$$n_n = \|j_n\|^2 = \frac{1}{2} (1 + \cos^2 \sqrt{b_n}),$$

$b_n$  – корені рівняння  $\sqrt{b} \cos \sqrt{b} + \sin \sqrt{b} = 0$ .

Тоді, розв'язок задачі (1) зводиться до розв'язку рівняння

$$u_{n,t} + b_n u_n + e * u_{n,t} + b_n (l * u_n) = f_n(t), \quad u_n(0) = w_n, \quad (3)$$

де  $f_n = ((\bar{f}, \bar{e}_n))$ ,  $w_n = ((\bar{w}, \bar{e}_n))$ ,  $((\cdot, \cdot))$  – скалярний добуток в  $L^2[0,1]$ .

Застосовуючи до (3) перетворення Лапласа, трансформанти  $U_n(s)$  невідомих компонент  $u_n(t)$  у (2) знаходяться у вигляді

$$U_n(s) = \frac{1}{s} \frac{w_n + F_n(s)}{E(s) + b_n L(s)}, \quad (4)$$

де  $E, L$ , і  $F_n$  – трансформанти функцій  $e, l$  і  $f_n$  відповідно.

Для ряду конкретно заданих ядер релаксації оригінали функцій  $u_n(t)$  обчислюються точно і наближення (2) при  $N \in \Gamma$  збігається до точного розв'язку задачі (1) як у внутрішніх точках відрізка, так і на його кінцях (в метриці  $L^2[0,1]$ ).

УДК 517.944

Воробець С. – ст. гр. КА-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗВ'ЯЗОК ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ В ЗАДАЧІ ПРО ЗГИН ПРЯМОКУТНОЇ ПЛАСТИНКИ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Шелестовський Б.Г.

Розглянемо прямокутну пластинку  $\left(0 \leq x \leq a; -\frac{b}{2} \leq y \leq \frac{b}{2}\right)$ , яка закріплена по краях  $x=0$ ,  $x=a$  та зігнута моментами, що розподілені по краях  $y = \pm \frac{b}{2}$ . Прогини  $w$  повинні задовольняти однорідному диференціальному рівнянню

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = 0. \quad (1)$$

Граничні умови задачі:

$$w = 0, \quad \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0, \quad \text{при } x = 0 \text{ та } x = a; \quad (2)$$

$$w = 0, \quad \text{при } y = \pm \frac{b}{2}. \quad (3)$$

$$-D \left( \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) = -D \left( \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) = f \quad x, \quad \text{при } y = \pm \frac{b}{2}. \quad (4)$$

Розв'язок рівня (1) шукаємо у вигляді

$$w = \sum_{m=1}^{\infty} Y_m \quad y \quad \sin \frac{m\pi x}{a}. \quad (5)$$

Кожний член ряду задовольняє умови (2). Підставивши (5) в (1), одержимо звичайне диференціальне рівняння для визначення  $Y_m \quad y$

$$Y_m^{IV} \quad y - 2 \left( \frac{m\pi}{a} \right)^2 Y_m'' \quad y + \left( \frac{m\pi}{a} \right)^4 \cdot Y_m \quad y = 0. \quad (6)$$

Характеристичне рівняння:

$$k^4 - 2 \left( \frac{m\pi}{a} \right)^2 k^2 + \left( \frac{m\pi}{a} \right)^4 = 0; \quad k_{1,2} = \frac{m\pi}{a}, \quad k_{3,4} = -\frac{m\pi}{a}.$$

Загальний розв'язок рівняння (6) має вигляд

$$Y_m \quad y = A_m \operatorname{sh} \frac{m\pi y}{a} + B_m \cdot \operatorname{ch} \frac{m\pi y}{a} + C_m \frac{m\pi y}{a} \operatorname{sh} \frac{m\pi y}{a} + D_m \frac{m\pi y}{a} \operatorname{ch} \frac{m\pi y}{a}. \quad (7)$$

Внаслідок симетрії  $Y_m \quad y$  повинна бути парною функцією від  $y$ , і тоді необхідно покласти  $A_m = D_m = 0$ . Після цього з рівняння (5) отримаємо

$$w = \sum_{m=1}^{\infty} \left( B_m \operatorname{ch} \frac{m\pi y}{a} + C_m \frac{m\pi y}{a} \cdot \operatorname{sh} \frac{m\pi y}{a} \right) \sin \frac{m\pi x}{a}. \quad (8)$$

Сталі  $B_m$  та  $C_m$  знаходимо задовольняючи граничні умови (3), (4).

Секція:

**Математичне моделювання і механіка**

УДК 621.01:621-868

Бойчук А. – ст. гр. МБ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ОБПРИСКУВАЧА**

Науковий керівник: професор Михайлишин М.С.

Перехід України на ринкові відносини і проведення земельної реформи призвело до перерозподілу сільськогосподарських угідь і формування присадибних фермерських способів господарювання. Така форма господарювання викликає потребу створення малогабаритної високо маневреної сільськогосподарської техніки, в тому числі і машин для хімічного захисту у рослинництві. Основними вимогами, що ставляться до малогабаритних обприскувачів, є підвищення технічного рівня, якості виконання технологічних процесів та уніфікація їх агрегатування з різними робочими органами для комплексної механізації робіт. Мобільні сільськогосподарські машини, малогабаритні обприскувачі, в тому числі, працюють в особливо важких рельєфних і кліматичних умовах, що призводить до значних динамічних перевантажень їх несучих і функціональних комплектуючих.

Забезпечення виконання технологічних процесів сільськогосподарськими машинами, включаючи машини для хімічного захисту у рослинництві, закладається ще на стадії проектування, тобто, коли виконуються розрахунки на міцність і прогнозується ресурс роботи їх збірних одиниць. Практична цінність цих розрахунків тим вагоміша, чим ефективніші розробки інженерних методів розрахунку, вірогідність критеріїв оцінки міцності і довговічності конструкції.

Очевидно, нерівності ґрунту мають випадковий характер. Проте для вивчення динамічних навантажень достатньо розглянути ситуацію, коли нерівності мають регулярний характер і їх можна описати гармонійною функцією.

$$y = a_0(1 + \sin \omega x)$$

де  $a_0$  та  $\omega$  - характеристики регулярних нерівностей. Для того, щоб при невисокій швидкості агрегата не було ударних навантажень на колеса, потрібно, щоб радіус коліс був меншим, ніж радіус кривизни кривої, що описує нерівності ґрунту. Якщо агрегат рухається зі швидкістю  $v$  за час  $t$  він пройде шлях  $x = v \times t$ . Тоді можна вважати, що колеса не рухаються в горизонтальному напрямку, але воно знаходиться на поверхні, яка здійснює вертикальні коливання за законом

$$y = a_0(1 + \sin \omega vt)$$

Якщо відстань між переднім і заднім колесами дорівнює  $L$ , то на заднє колесо теж будуть передаватися такі самі коливання, але із запізненням на час, за який агрегат пройде шлях  $L$ , тобто

$$L = vt_L \Rightarrow t_L = \frac{L}{v}$$

і коливання поверхні, на якій знаходиться заднє колесо описуються за функцією

$$y = a_0[1 + \sin \omega(vt - L)]$$

Таким чином забезпечення роботоздатності і прогнозування ресурсу роботи таких базових збірних одиниць малогабаритних обприскувачів, як конструкції рам, функціонально несучих секцій штанг, ємностей для транспортування робочих розчинів, елементів приводу і ефективного виконання технологічного процесу, є актуальним завданням.



УДК 681.847.2

Сеник Ю. - ст. гр. ПМ-31

Національний університет "Львівська політехніка"

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ КОЛИВАНЬ ДВОВИМІРНИХ ГНУЧКИХ ТІЛ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Науковий керівник: к.т.н. Сокіл М.Б.

Динамічні процеси, які мають місце у гнучких елементах систем приводу та транспортування залежать від багатьох чинників: фізико-механічних властивостей матеріалу, кінематичних параметрів руху (швидкості, пришвидшення), навантаження на ведучому та веденому барабанах, характеристик середовищ, які переміщаються стрічкою, зовнішнього збурення в т.ч. і періодичного. Дослідити їх вплив на динаміку можна тільки на основі відповідних математичних моделей та їх розв'язків. Найбільш адекватними і одночасно складними у дослідженні є нелінійні. Такі задачі частково вивчалися для одновимірних моделей систем. Однак вони не достатньою мірою описують реальні процеси, адже ширина гнучкого елемента приводу чи транспортування значною мірою впливає на динаміку процесу. До того ж цілий ряд явищ не вдається пояснити на основі одновимірної моделі.

В роботі для двовимірної моделі систем приводу запропоновано дослідження, яка базується на методі Ван-дер-Поля. Нелінійні коливання гнучких елементів систем приводу, що знаходяться під дією зовнішнього збурення описуються двохмірним рівнянням типу Клейна-Гордона

$$u_{tt} + 2Vu_{xt} - \alpha^2 - V^2 \overset{\sim}{u}_{xx} - \gamma^2 u_{yy} + \beta u = \varepsilon f(\alpha, u_t, u_x, u_{xx}, u_y, u_{yy}, \theta),$$

де  $\theta = \mu t$ ,  $\alpha$ ,  $\gamma$  — сталі, які виражаються через фізико-механічні характеристики матеріалу,  $\beta$  — константа пружних характеристик зовнішнього середовища,  $V$  — швидкість позовжнього руху,  $f(\alpha, u_t, u_x, u_{xx}, u_y, u_{yy}, \theta)$  —  $2\pi$  періодична по  $\theta$  функція, що описує нелінійні та періодичні сили, що діють на гнучке тіло,  $\mu$  — частота періодичного збурення,  $\varepsilon$  — малий параметр.

До рівняння долучаються крайові умови вигляду

$$\begin{aligned} u(\alpha, t) \Big|_{x=0} &= u(\alpha, t) \Big|_{x=l} = 0, \\ u_x(\alpha, y) \Big|_{y=0} &= u_x(\alpha, y) \Big|_{y=l} = 0, \quad l = \text{const}. \end{aligned}$$

Нелінійні і періодичні сили є малими у порівнянні із відновлюючими силами, тому найбільш ефективно для проведення дослідження вказаного типу рівнянь використовувати основну ідею теорії збурень. Розглянуті залежності резонансної амплітуди від швидкості позовжнього руху. Запропонована математична модель дає змогу дослідити вплив різної природи нелінійних сил та періодичного збурення на динамічний процес.

УДК 539.3

Хоружий М.- аспірант

*Національний університет водного господарства та природокористування*

## **НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН НЕТОНКИХ АНІЗОТРОПНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК**

Науковий керівник: д.т.н., професор Трач В.М.

Характеристики геометрично нелінійного напружено-деформованого стану анізотропних оболонок, що знаходяться при використанні ортотропної моделі композиційного матеріалу із волокнистих композитів, не завжди задовольняють вимогам щодо їх точності. Тому очевидним і доцільним є використання в математичних методиках такої моделі у якій матеріал має більш низький порядок симетрії в порівнянні з ортотропним з-за того, що на макрорівні має лише одну площину в якій, за узагальненим законом Гука, присутня симетрія коефіцієнтів пружності.

В подальшому розглядатимемо нетонкі анізотропні багатошарові оболонки обертання із волокнистих композитів, що зібрані за товщиною в єдиний пакет, шари в якому працюють без відриву та проковзування. Для них, як правило, суттєвою є низька зсувна жорсткість. Як відомо, достовірний розрахунок таких оболонок можливий при використанні варіанта уточненої теорії, який дозволяє враховувати поперечні зсувні деформації. В цьому випадку, найбільш вживаною, відповідно до літературних джерел, є теорія типу Тимошенко. Скористаємось нею для розрахунків анізотропних оболонок, розглядуваного типу. При цьому використаємо геометрично нелінійні співвідношення середнього згину, що найбільш повно враховуються зв'язаність деформацій: повздовжніх, зсувних, згинальних і кручення.

На цій основі здобуто потенціальну енергію деформації анізотропних оболонок із матеріалу з однією площиною пружної симетрії. При використанні перетворення Лагранжа, її достатньо, наприклад, для побудови системи рівнянь нелінійної теорії анізотропних оболонок. Скористаємось відомим з аналітичної механіки підходом, що ґрунтується на використанні метода Гамільтона стосовно отримання рівнянь руху дискретних систем. Згідно з цим введемо нові змінні та гамільтонову функцію, потім утворимо інтеграл дії. Побудову рівнянь для оболонок можна отримати, якщо зменшити кількість активних змінних. Для оболонок обертання окрім переміщень, необхідно використати ті з зусиль та моментів, через які виражаються граничні умови.

Створимо інтеграл дії, а з його стаціонарності маємо нелінійні рівняння теорії нетонких анізотропних оболонок. В подальшому, представляючи розв'язувальні функції рядами Фур'є за коловою координатою, а також при урахуванні симетричного навантаження, отримаємо систему з десяти звичайних неоднорідних диференціальних рівнянь нормального виду та відповідні граничні умови.

Розв'язок такої крайової задачі можна здійснити при використанні методу дискретної ортогоналізації. Нелінійна задача розв'язується методом Ньютона-Канторовича, що ґрунтується на розв'язках лінійних задач про напружено-деформований стан. На прикладах розрахунків анізотропних багатошарових циліндричних оболонок, що виготовлені шляхом укладання волокнистого композита під ненульовим кутом до твірної циліндра, доведена необхідність урахування зсувних деформацій для уточнення характеристик напружено-деформований стану.

Секція: **Матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій**

УДК 691.3

Фик А. - ст. гр. МБ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕФІРУ ЦЕЛЮЛОЗИ НА ВЛАСТИВОСТІ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Пиндус Ю.І.

При проведенні будівельних та оздоблювальних робіт все більше застосовуються сухі будівельні суміші (СБС), які мають низку переваг порівняно з традиційними будівельними розчинами. Важливою характеристикою для СБС [1] є водоутримувальна здатність. Використання ефіру целюлози дає змогу покращити цей показник до значення 99,9%. В будівельних сумішах ефіри целюлози збільшують пластичність та відтермінують початок тужавлення, що дає змогу збільшити час технологічної придатності розчину. Використання ефіру целюлози збільшує час гідратації в'язучого, що призводить до низької ранньої міцності розчину. Метою роботи є дослідження впливу ефіру целюлози на терміни тужавлення, набору міцності і міцності на стиск, в залежності від вмісту цієї добавки у сухій суміші.

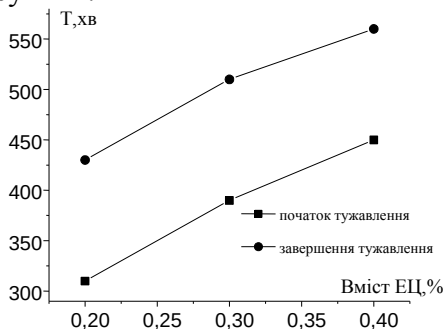


Рисунок 1. Вплив ефіру целюлози на терміни тужавлення розчинової суміші

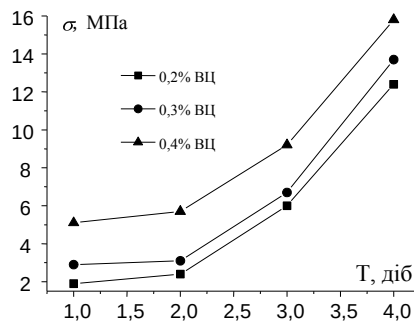


Рисунок 2. Вплив ефіру целюлози на міцність розчину на стиск

Експериментально встановлено, що при додаванні ефіру целюлози в розчинову суміш час її тужавіння відтермінується (рис.1). Якщо для портландцементу ПЦ І-500 початок тужавіння знаходиться в межах 100 – 150 хв, то добавка ефіру целюлози збільшує цей показник у 3 – 4 рази. При додаванні ефіру целюлози в кількості 0,2% від маси суміші – початок тужавіння становить 5 год 21 хв, а кінець – 7 год 10 хв. Збільшення вмісту целюлози на 0,1% призводить до відтермінування часу тужавіння більше ніж на 1 годину. Дослідження впливу ефіру целюлози на міцність розчину на стиск свідчать (рис.2), що водоутримувальна добавка зменшує міцність розчину на ранніх стадіях. Якщо на 28 добу цей вплив є не істотним, то на 1 та 2 добу, залежно від вмісту ефіру целюлози, міцність є меншою у 2–3 рази. Міцність розчину на першу добу, при додаванні ефіру целюлози в кількості 0,4% становить 1,9 МПа, а при додаванні 0,2 % – границя міцності на стиск збільшується і становить 5,1 МПа. За результатами досліджень можна зробити такі висновки: додавання ефіру целюлози в СБС значно збільшує водоутримувальну здатність, час гідратації цементу, пластичність та термін тужавлення вихідного розчину. Це дозволяє покращити технологічність використання розчину. При цьому на пізніх стадіях міцність розчину продовжує динамічно зростати.

1. Безбородов В.А., Белан В.И., Мешков П.И. и др. Сухие смеси в современном строительстве. – Новосибирск, 1998. – 95 с.

УДК.621.791

Порохонько В. – ст. гр. МЗм-51

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

## ОЦІНКА ОПОРУ КРИХКОМУ РУЙНУВАННЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ОБИЧАЙКИ БАЛОНА

Науковий керівник: д.т.н., професор Підгурський М.І.

Для циклічно навантажених листових конструкцій можливі випадки зародження і розвитку тріщин утоми в області зварних швів. До таких виробів відносять балони, призначені для зберігання і транспортування стиснених та зріджених газів під тиском до 1,6 МПа. Габаритні розміри виробу становлять: діаметр – 315 мм, довжина 460 мм та товщина стінки – 3 мм (рис. 1). Вироби виготовляють з низьколегованої сталі 14Г2 з механічними характеристиками:  $\sigma_T = 390 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_B = 460 \text{ МПа}$ . З метою підвищення техніко-економічних показників виробів та якості зварювання швів застосовується автоматичне зварювання швів під шаром флюсу. Даний спосіб зварювання дозволяє покращити зовнішній вигляд швів, підвищити їх механічні характеристики та збільшити продуктивність процесів.

Відомо, що при навантаженні внутрішнім тиском у балонах виникають поверхневі тріщини (рис.1, А), які мають у площині форму півеліпсу з малою піввіссю  $a$  (глибина тріщини) і великою піввіссю  $c$  (півдовжина тріщини). Проведемо оцінку розмірів тріщини, при якій забезпечується безпечна і надійна експлуатація балонів. При цьому оцінимо опір крихкому руйнуванню виробів з позиції механіки руйнування.

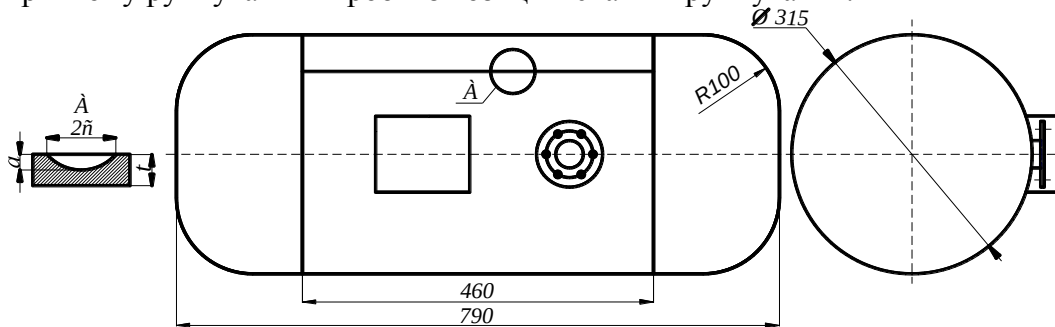


Рис. 1 - Геометричні параметри балона та тріщини

Напружений стан в околі фронту поверхневої тріщини описується коефіцієнтом інтенсивності напружень (моделюється випадок одновісного розтягу):

$$K_{Ia} = \sigma \sqrt{\pi a} \cdot \frac{M}{\Phi}; \quad K_{IB} = \sigma \sqrt{\pi a} \cdot \frac{M}{\Phi} \cdot S;$$

$$\text{де } M = (1.13 - 0.09\alpha) + (-0.54 + \frac{0.89}{0.2 + \alpha})\beta^2 + (0.5 - \frac{1}{0.65 + \alpha}) + 14(1 - \alpha)^{2.4} \beta^4;$$

$$\Phi = 1 + 1.464\alpha^{1.65}; S = (1.1 + 0.35\beta^2)\sqrt{\alpha}; \alpha = \frac{a}{c}; \beta = \frac{a}{t}.$$

Вихідні дані: напруження в поздовжньому шві циліндричної частини  $\sigma = 84 \text{ МПа}$ ;  $K_{Ic} = 40 \text{ МПа} \sqrt{\text{м}}$  при температурі зрідження пропану 230 К; коефіцієнт запасу за напруженнями  $n=2$ . Результати розрахунку показують, що крихке руйнування балонів при їх експлуатації можливе при витягнутих  $a:c \approx 0,1$  поверхневих тріщинах. Такі тріщини можливі при наявних дефектах зварних швів (підрізах значної довжини), тому необхідно звертати увагу на якість виконання зварних швів в процесі виготовлення пропанових балонів.

УДК678.01:537.311

Беднаж Б. – ст. гр. КТ<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОЛІВ НА АДГЕЗІЙНУ МІЦНІСТЬ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Букетов А.В.

В багатьох галузях машинобудування при використанні композиційних матеріалів велика увага приділяється створенню нових полімеркомпозитів електротехнічного призначення та сфері їх застосування. Фізико-механічні властивості полімеркомпозитів в значній мірі залежать від характеру взаємодії між полімерною матрицею і наповнювачами та властивостями наповнювачів в гетерогенній системі. Шляхом поєднань складових інгредієнтів структурної побудови неоднорідних систем з використанням впливу енергетичних полів можна створити композити з широкими фізико-механічними та електропровідними характеристиками, часто не властивими кожному окремо взятому компоненту. Одним з вирішальних факторів надійності та довговічності електропровідних покриттів є адгезійна міцність, яка в основному залежить від способу підготовки поверхні, а також від кількості та активності наповнювачів в полімерній матриці. Введення активних дисперсних електропровідних наповнювачів забезпечує формування електропровідних покриттів з високими фізико-механічними та адгезійними властивостями і серед традиційних методів їх регулювання є введення електропровідних нанодисперсних наповнювачів різної магнітної сприйнятливості.

При дослідженні епоксикомпозитів значна увага приділена вивченню впливу енергетичних полів на адгезійну міцність та фізико-механічні властивості електропровідних композиційних матеріалів на основі епоксидної смоли та полідисперсних вуглецевих наповнювачів різної магнітної сприйнятливості. Вперше досліджено вплив йонно-плазмової обробки на адгезійну міцність та фізико-механічні властивості епоксикомпозитів. В результаті було встановлено, що при йонно-плазмовій обробці відбуваються процеси крекінгу та активації ланцюгів макромолекул, що сприяє підвищенню адгезійної міцності на 10-15%. Також встановлено покращення на 5-9% фізико-механічних властивостей епоксикомпозитів, що зумовлено активізацією макро-молекул до утворення нових радикалів, які взаємодіють з наповнювачами і при цьому забезпечують покращення фізико-механічних властивостей полімерних матеріалів.

В результаті проведених досліджень встановлено, що комплексна обробка композицій енергетичними полями дозволяє значно підвищити адгезійну міцність та покращити фізико-механічні, електропровідні властивості епоксикомпозитів з полі- та нанодисперсними вуглецевими наповнювачами. При цьому ультразвукова обробка забезпечує максимальне змішування компонентів, високочастотна електромагнітна обробка сприяє структуроутворенню, а йонно-плазмова обробка збільшує реологічну стійкість композиції.

Отже, змінюючи співвідношення між вибраними наповнювачами та в'язучим поряд із комплексною дією енергетичних полів можна суттєво покращити адгезійно-міцнісні та фізико-механічні властивості електропровідних покриттів.

УДК667.64:678.026

Бей І. – ст. гр. КТ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕПЛОФІЗИЧНІ ТА РЕЛАКСАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ ПОКРИТІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бадищук В.І.

При розробці полімер композиційних покриттів (ПКП) з необхідними теплофізичними властивостями виникає проблема вивчення та аналізу фізико-хімічних процесів, що виникають на межі полімер-наповнювач, полімер-підкладка і визначення особливостей формування структури системи. Властивості ПКП залежать від величини напружень в полімерному композиті, які в свою чергу визначаються співвідношенням термічного коефіцієнту лінійного розширення (ТКЛР) покриття і металевої основи. Наповнені захисні покриття переважно формуються при підвищених температурах і при експлуатації можуть піддаватися тепловому впливу, тому вивчення теплофізичних властивостей має велике практичне значення.

Дилатометричними дослідженнями полімеркомпозиційних матеріалів встановлено, що величина ТКЛР композитів залежить від концентрації матеріалу та природи наповнювача. Аналіз даних показує, що при невеликій концентрації дисперсних сполук (до 50 мас. ч. на 100 мас. ч. матриці) ТКЛР полімерних композитів визначається в основному властивостями полімерного в'язучого. Однак, при значному вмісті наповнювачів (до 50-100 мас. ч. на 100 мас. ч. матриці), їх вплив на термічне розширення композитів різко зростає. При вмісті наповнювачів 100-150 мас. ч. на 100 мас. ч. матриці формується композит, який має структуру щільно впакованих полідисперсних частинок, змочених епоксидним в'язучим.

Дослідженнями встановлено, що термічний коефіцієнт в процесі підвищення температури у сформованих зразках зростає при одночасному зменшенні внутрішніх напружень. Така кореляція пояснюється тим, що ТКЛР визначається структурними перетвореннями по всій товщині зразка, а внутрішні напруження – структурними перетвореннями на границі покриття-основа. При підвищенні температури, особливо при переході до температур, які вищі температури силювання  $T_c$  полімерної матриці, руйнуються фізичні вузли, а значить різко спадають внутрішні напруження у гетерогенних системах. Релаксаційні властивості теплового розширення проявляються при неперервному циклічному нагріванні і охолодженні композиційного матеріалу, внаслідок чого з'являються петлі гістерезису. При дослідженні прямого і зворотного ходу залежності  $\varepsilon = f(T)$  і швидкістю нагрівання 1,5 град/хв. та швидкістю охолодження 2,5 град/хв. встановлено виникнення не зворотної складової довжини досліджуваного зразка. Головною причиною цього є в'язкопружність композитів, яка призводить до фіксування в системі невід релаксованих внутрішніх напружень.

Таким чином термічний коефіцієнт лінійного розширення полімеркомпозиційних матеріалів залежить від об'ємного вмісту та хімічної природи наповнювача. Встановлено, що використання дисперсних парамагнітних наповнювачів  $TiC$ ,  $B_4C$ ,  $TiB_2$ , дозволяє знизити ТКЛР на 50-60% в порівнянні з епоксидною матрицею. Експериментально доведено, що підвищення температури зумовлює зростання ТКЛР у сформованих зразках, а внутрішні напруження зменшуються. Встановлено, що це пов'язано з різною швидкістю проходження фізико-хімічних та релаксаційних процесів на межі поділу полімер композит-основа та у товщині композиційної системи.

УДК 624.042.7

Бобик М. – ст. гр. МБ<sub>п</sub>-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПАСИВНИЙ БУДИНОК**

Науковий керівник: асистент Біщак Р.Т.

Сучасне життя зробило тему енергозбереження та використання альтернативних джерел енергії надзвичайно актуальною. Суспільство пішло у наступ з тим, щоб позбавити себе такої вразливої енергетичної залежності.

Якщо врахувати, що значна частина енергії витрачається на обігрів житла та створення комфортних умов у приміщеннях, то можна спробувати дещо неординарний підхід. Він полягає у будівництві «пасивного будинку», винайденого вперше професором Вольфгангом Файстом в Німеччині (1991), який є енергозберігаючою будівлею, що споживає приблизно на дві третини енергії менше за звичайну, причому досягається це завдяки вдалому планувальному рішенню та спеціальному інженерному обладнанню. Такі будинки є майже незалежними енергосистемами, те тепло, котре їм потрібне, вони беруть переважно з сонячної енергії та утилізації тепла, що виділяється побутовими приладами та людьми, а також конденсаційної техніки. За рахунок спеціального облаштування зовнішніх стін, відсутності щілин, спеціальної вентиляції стає можливим підтримання постійного клімату сталого температурного режиму як влітку, так і взимку.

Пасивні будівлі добре тримають тепло, а влітку зберігають прохолоду. Щоб знизити тепловтрати, площу їх зовнішньої поверхні намагаються робити якомога меншою. Завдяки достатній теплоізоляції перепади температур у таких будинках невеликі. Втрати енергії за умов її правильного облаштування знижуються до 20 разів у порівнянні зі звичайним будинком.

Пасивний будинок повинен відповідати таким вимогам: компактність будівлі, посилена теплоізоляція, орієнтація на південь та відсутність затінку, виключення наявності “містків холоду”, герметичність будівельної конструкції, спеціальні вікна та профілі відмінної якості, контрольована вентиляція з рекуперацією тепла. Загальні енергетичні витрати «пасивного будинку» становлять біля 42 кіловат на квадратний метр, тоді як у традиційних будинках — біля 300 кіловат, в новозбудованих за сучасними стандартами будинках — понад 150 кіловат, а в низько енергетичних та енергозберігаючих будинках нової генерації — біля 125 кіловат. У випадку поломки системи теплообміну в «пасивному будинку» впродовж місяця внутрішня температура не знижується більше ніж до 13—15° С. А для підтримки комфортної температури в кімнаті площею 15 квадратичних метрів, у випадку тривалої несприятливої погоди (вологі, пасмурні дні) або ж поломки конвектора, достатньо джерела тепла потужністю у 150 ват.

Потрібно відзначити, що пасивний будинок є найсучаснішою та найефективнішою формою енергоефективного будівництва у світі. На 2010 рік по всьому світу побудовано близько 25000 пасивних будинків майже в усіх країнах Європи, включаючи Польщу, Чехію, Угорщину, Словаччину, Росію. В Україні досі не існує жодного пасивного будинку, що відповідає єдиним критеріям, встановленим Інститутом пасивного будинку Дармштат (PHI Darmstadt). Хоча в середньому в Україні пасивний будинок коштує на 8-10% більше за звичайний, проте додаткова його вартість повертається вже за 7-10 років експлуатації.

УДК 669.715.018:621.745

Довга Н. - ст. гр. МЗВ-06-1

*Національна металургійна академія України*

## **СТРУКТУРА, ФАЗОВИЙ СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ ДОЕВТЕКТИЧНИХ СИЛУМІНІВ ПРИ КОМПЛЕКСНІЙ ФІЗИКО-ХІМІЧНІЙ ОБРОБЦІ РОЗПЛАВУ**

Науковий керівник: к.т.н, доцент Аюпова Т.А.

Досліджено сумісний вплив комплексу стронцій-скандій та обробки розплаву (водневої та гідроциркуляційної) на структуроутворення, фазовий склад, характер розподілу елементів між фазами і структурними складовими і механічні властивості доевтектичного силуміну АК7ч вихідного складу, та що містить комплекс стронцій-скандій.

Експериментально встановлені закономірності впливу параметрів гідроциркуляційної та водневої обробки розплаву на структуру силумінів АК7ч. Відмічене зменшення розмірів та параметру форми евтектичного кремнію, міжпластинчастої відстані в евтектиці з та зростання розгалуженості дендритів  $\alpha$ -Al твердого розчину при гідроциркуляційній обробці протягом 5...15 хвилин, водневій обробці впродовж 20...40 хвилин. Перевищення оптимального часу гідроциркуляційної та водневої обробки нівелює отриманий ефект.

Встановлений вплив гідроциркуляційної та водневої обробки на фазовий склад дослідного сплаву.

Гідроциркуляційна обробка протягом 5...15 хв тв. воднева обробка протягом 20...40 хвилин приводять до зникнення зі структури сплаву інтерметалідів, що містять залізо, магній та скандій, внаслідок перерозподілу легуючих елементів у розплаві та зміни кількісного співвідношення і складу мікроугруповань атомів у розплаві, подібних інтерметалідам, що присутні в структурі сплаву АК7ч(Sr, Sc) в твердому стані. Перевищення оптимального часу гідроциркуляційної обробки та водневої обробки нівелює отриманий ефект.

Встановлений вплив гідроциркуляційної та водневої обробки на механічні властивості силуміну АК7ч.

Гідроциркуляційна обробка приводить до підвищення механічних властивостей сплаву АК7ч(Sr-Sc) після 5...15 хвилин обробки: відносного подовження на 40%; межі плинності на 16%; межі міцності на 20%.

Воднева обробка практично не впливає на межу плинності, межу міцності незначно підвищує (на 5%), а відносне подовження підвищує на 25% (с 8,8% до 9,8%).

Визначені оптимальні температурно-часові параметри гідроциркуляційної та водневої обробки сплаву АК7ч(Sr-Sc).

Оптимальний час гідроциркуляційної обробки при температурі розплаву 750°C складає 20...40 хвилин. Оптимальний час водневої обробки при температурі розплаву 750°C складає 20...40 хвилин.



УДК 658.382.3

Захарків В. - ст. гр. МЗ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Крамар Г.М.

В національній академії наук України протягом останніх років виконуються фундаментальні і прикладні дослідження в галузі нанотехнологій, зокрема мікроелектроніки, тонкоплівкових і порошкових технологій, атомних і молекулярних моношарів, фізики металів і сплавів з нанорозмірною структурою і т.д. З метою координації і цілеспрямованої підтримки цих робіт Президією НАН України в 2003 р. було започатковано Комплексну програму фундаментальних досліджень - "Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології".

За час виконання Програми при сумарному фінансуванні близько 33 млн. грн., створено оригінальні наноструктурні композити для нових технологій зварювання конструкційних матеріалів, які неможливо зварювати у звичайних умовах; зразки жароміцного нанодисперсного алюмокомпозиту – перспективного матеріалу для авіаційної і космічної техніки; серію магнітом'яких нанокристалічних сплавів - для високоекономічних трансформаторів різного призначення (телекомунікаційні системи, електротехніка, силові пристрої в електровозах); методи отримання металевих та металоксидних наноплівкок для створення датчиків магнітного поля і захисних фільтрів в системах мобільного зв'язку; матеріали для літєвих акумуляторів високої ємності, систем запису інформації та перетворення сонячної енергії в інші види енергії; нові методи отримання наноматеріалів з високими корозійностійкими властивостями шляхом інтенсивної пластичної деформації для потреб машинобудування, електроніки та медицини.

Крім виконання Програми НАН України дослідження в цій галузі проводяться також в рамках Міжвідомчої науково-технічної програми «Нанофізика і нанoeлектроніка», якою керує Міністерство освіти і науки України. Дослідження і розробки за цією Програмою виконуються спільно фахівцями України та Росії.

Розробка і впровадження широкого спектру нанотехнологій дає значний практичний результат: отримання легких, міцних і корозійностійких конструкційних матеріалів для машинобудування, аерокосмічної техніки, систем захисту від електромагнітних полів; створення мініатюрних і швидкодіючих електронних приладів нового покоління, сенсорів і систем для інформаційних технологій; створення нових препаратів сільськогосподарського призначення.

Приведений перелік досягнень науковців України у вивченні нанорозмірних об'єктів і систем та розробці нанотехнологій свідчить про наявність в нашій державі потужного інтелектуального потенціалу, здатного на високому рівні забезпечити, при створенні необхідних умов, фундаментальні і прикладні дослідження, технологічні і конструкторські розробки та організацію виробництва інноваційної конкурентоспроможної продукції на основі нанотехнологій. Україна має всі необхідні передумови для того, щоб стати активним учасником світового процесу розвитку нанодосліджень і нанотехнологій.

УДК 669.295:620.193

Ліб К. - гр. МТЗ-06

*Національна металургійна академія України*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ СПЛАВУ ТС6 ЗАЛЕЖНО ВІД СТРУКТУРИ В УМОВАХ СПЕЦІАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ І КОНТАКТНОЇ КОРОЗІЇ**

Науковий керівник: к.т.н. доцент Носко О.А.

До нових матеріалів відносяться, зокрема, високоміцні титанові сплави, широке споживання яких в народному господарстві створює умови для прискореного освоєння нової техніки і технології і забезпечує збільшення надійності ресурсу її експлуатації.

Першими і головними сферами широкого технічного застосування титанових сплавів, які в основному і стимулювали незвичайно швидке зростання виробництва титану, є авіація і техніка освоєння космосу, де потрібна висока питома міцність титану. Хімічна промисловість, морське суднобудування, кольорова металургія, харчова промисловість ставлять на перше місце іншу властивість титанових сплавів – їх корозійну стійкість.

Об'єктом розробки є титановий сплав ТС6. Мета роботи – дослідження корозійної стійкості сплаву ТС6 залежно від структури в умовах спеціальних середовищ і контактної корозії.

Проведені дослідження структури та фазового складу титанового сплаву ТС6 ( $\beta$ ) в гарячекатаному, холоднокатаному і термообробленому стані. Визначена корозійна стійкість сплаву в лабораторних умовах і натурних умовах під напругою.

Показано, що

- сплав ТС6 є псевдо -  $\beta$ -сплавом, має у вихідному стані крупнозернисту, неоднорідну структуру. Термічна обробка приводить до виділення дрібнодисперсної зміцнюючої  $\alpha$  - фази.

- структура і корозійна стійкість сплаву ТС6 залежать від профілю прокатки, товщини листа і режиму термічної обробки;

- у гарячекатаному і холоднокатаному стані (лист  $\delta=7\text{мм}$ ) сплав ТС6 має крупнозернисту неоднорідну структуру з ланцюжком дрібних  $\alpha$  - зерен. Термообробка за режимом:  $T_{\text{НАГР}}=450^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=5$  год., муфель, охолодження на повітрі, не усуває цей недолік, що веде до пониження корозійної стійкості під напругою в морській воді;

- термічна обробка за режимом : $T_{\text{НАГР}}=450^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=5$  год., вакуум, охолодження в печі, призводить до повного розпаду метастабільних фаз у сплаві ТС6 і до збільшення корозійної стійкості у випробуваних середовищах. Збільшення швидкості охолодження і підвищення температури витримки чинять вплив на корозійну стійкість сплаву ТС6 в залежності від умов випробувань.

Зразки з титанового сплаву ТС6 різної товщини при напрузі  $0,5\sigma_B$  за період випробувань 1440 годин у морській воді корозійному розтріскуванню не піддавались.

Сплав ТС6 в умовах морської атмосфери і періодичного змочування штучною морською водою відповідає 2-4 балам корозійної стійкості, що властиве стійким матеріалам.

УДК 669.715.018:621.745

Ляшенко Д. - ст. гр. МЗВ-06-1

Національна металургійна академія України

1.

## **ТЕРМІЧНА ОБРОБКА МІКРОЛЕГОВАНОГО КОМПЛЕКСОМ Sr-Sc СПЛАВУ АК7ч**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Аюпова Т.А.

Термічна обробка є однією з основних технологічних операцій, що ї забезпечує отримання необхідного комплексу фізико-механічних властивостей деталей з алюмінієвих ливарних сплавів. Зміцнююча термічна обробка доєвтектичних силумінів включає гартування і старіння. Вплив термічної обробки на структуру, фазовий склад і властивості доєвтектичних силумінів вивчені добре, є дані про вплив термічної обробки на силуміни, модифіковані стронцієм, оптимізовані режими термічної обробки для цих сплавів. В той же час дані про вплив термічної обробки на властивості силумінів, що містять комплекс стронцій-скандій, відсутні.

Розглянутий вплив термічного оброблення (гартування та старіння) на структуру, фазовий склад доєвтектичного силуміну АК7ч, що містить комплекс Sr-Sc. Дані металографічних досліджень свідчать, що температура  $520^{\circ}\text{C}$  нагріву під гартування не приводить до суттєвих змін у структурі сплаву. Підвищення температури нагріву під гартування до  $530\dots 535^{\circ}\text{C}$  приводить до сфероїдизації та коалесценції евтектичного кремнію. При цьому методом фазового рентгеноструктурного аналізу встановили, що при нагріві до температур  $530\dots 545^{\circ}\text{C}$  зменшується кількість інтерметалідних фаз  $\text{Mg}_2\text{Si}$  и  $\text{Al}_3\text{Sc}$ . Підвищення температури нагріву під гартування до  $540\dots 545^{\circ}\text{C}$  веде до коалесценції та коагуляції кристалів евтектичного кремнію, що приводить, в свою чергу, до зниження механічних властивостей сплаву.

За методикою проведення експериментів по плану ортогональних латинських квадратів побудовані кількісні залежності структурних параметрів (кількість евтектики, розміри кристалів евтектичного кремнію, параметр форми кристалів евтектичного кремнію, відстань між кристалами кремнію в евтектиці, мікротвердість евтектики і  $\alpha\text{-Al}$  твердого розчину) та механічних властивостей  $H_{\mu_{\text{евт}}}$ ,  $H_{\mu_{\text{св}}}$ ,  $\sigma_{02}$ ,  $\sigma_{\text{в}}$ ,  $\varepsilon$ ,  $\psi$  (твердість, межа плинності, межа міцності, граничний ступінь деформації до руйнування при стисненні) від незалежних змінних (температури нагріву під гартування  $T_{\text{гарт}}$ , часу витримки при гартуванні  $t_{\text{гарт}}$ , температури старіння  $T_{\text{стар}}$ , часу старіння  $t_{\text{стар}}$ ) сплаву АК7ч.

Отримані частинні залежності вказаних характеристик структури та механічних властивостей дозволяють прогнозувати структуру та механічні властивості сплаву при різноманітних співвідношеннях обраних незалежних змінних та оптимізувати термочасові параметри термічного оброблення з метою забезпечення необхідного комплексу механічних властивостей.

В результаті аналізу цих даних оптимізовані термочасові параметри термічного оброблення дослідженого сплаву. Рекомендується гартування ( $T_{\text{гарт}}=530^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{гарт}}=3$  год) та старіння ( $T_{\text{стар}}=150^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{стар}}=1$  год), що забезпечують підвищення межі міцності на 70 МПа (з 368МПа у литому стані до 437МПа – після термічного оброблення), твердості на 7 НВ (з 72НВ у литому стані до 79НВ – після термічного оброблення) при збереженні достатнього для обробки тиском рівня пластичності.

УДК 621.326

Ониськів В. - ст. гр.ХО-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРАХУНОК БАЛОК ЗА ДОПУСТИМИМИ НАВАНТАЖЕННЯМИ (ЗА ГРАНИЧНОЮ ВАНТАЖОПІД'ЄМНІСТЮ)

Науковий керівник: доцент Мильніков О. В.

Ідея розрахунку балки на граничну вантажопід'ємність полягає у визначенні допустимого згинаючого моменту в перерізі балки за умов, коли деякі шари балки можуть знаходитись в стані текучості та порівнянні його з моментом у нормальному стані, тобто коли найбільші напруження в точках контуру поперечного перерізу не перевищують допустимих. Метод розрахунку базується на тому, що спочатку розглядають розподіл напружень у балці за нормальних умов, а потім поступово збільшують (зазвичай уявно) навантаження до того стану, коли всі шари балки досягнуть стану текучості. Момент, при якому це досягається, називають критичним та позначають  $M_T^k$ . Потім цей критичний момент  $M_T^k$  зменшують в  $k$ -разів і отримують  $M_{\text{доп}}$ . При цьому деякі поверхневі шари можуть залишитись в стані текучості, але внутрішні шари залишаються в пружному стані. Потім цей допустимий згинаючий момент  $M_{\text{доп}}$  порівнюють із допустимим  $[M]$  при нормальному напруженні, що не перевищує  $[\sigma]$ .

Для розрахунку використовують схематичні зображення розподілу напружень у поперечних перерізах балки у різних випадках навантаження (рис.1 а,б,в,г,):

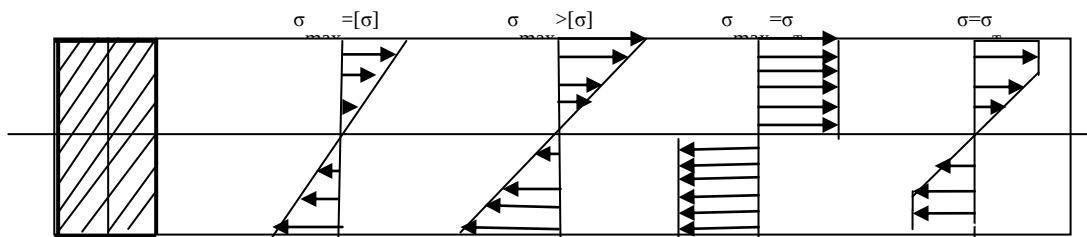


Рис 1. Розділ напружень при різних значеннях навантажень

Завдання полягає в тому щоб отримати критичний момент  $M_T^k$ , який викликає стан текучості в усіх точках перерізу. Розглянемо прямокутний переріз шириною  $b$  і висотою  $h$ . Площинки  $dA$ , на які потрібно розбити всю площину перерізу виберемо у вигляді вузького прямокутника шириною  $b$  і висотою  $dz$ . Тоді, за умовою рівноваги:

$$M_T^k - M(\sigma) = 0; \text{ звідки } M_T^k = M(\sigma) = \int_A \sigma_T \cdot dA = \int_0^{h/2} \sigma_T \cdot z \cdot b \cdot dz = 2\sigma_T \cdot \int_0^{h/2} z \cdot dz = 2\sigma_T \cdot b \cdot z^2 \cdot 2.$$

Тоді  $M_{\text{доп}} = \sigma_T / k \cdot b h^2 / 4 = [\sigma] \cdot b h^2 / 4$ ;

Порівнюючи  $M_{\text{доп}}$  та  $[M]$ , маємо  $[\sigma] b h^2 / 4 > [\sigma] b h^2 / 6$ .

Отже, допустимий момент розрахований за вантажопід'ємністю має більше значення, ніж  $[M]$ .

УДК 628.023.3:537.312

Плескун Ю. - ст.гр.КТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ПРИРОДИ ТА ВМІСТУ ДИСПЕРСНИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ТА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бадищук В.І.

При транспортуванні, збереженні і переробці нафтопродуктів і рідких вуглеводнів необхідно забезпечити їх захист від статичної електроенергії. Статичні заряди призводять до порушення ряду технологічних процесів в нафтопереробній, текстильній, електронній та інших галузях промисловості.

Найбільш ефективним методом захисту від статичної енергії є використання виробів або захисних покриттів з електропровідних полімеркомпозитних матеріалів.

У даній роботі проведено дослідження впливу кількості гранулометричного складу і природи матеріалу наповнювача на питому електропровідність полімеркомпозитних покриттів.

Як правило, підхід до аналізу ефективної електропровідності полімеркомпозитів, які складаються із неперервної полімерної матриці і волокнистого або дисперсного наповнювача, побудований на тому, що композит можна розглядати як систему опору. Механізм переносу заряду здійснюється по ланцюгам, які складаються з часток наповнювача, між якими є безпосередній контакт, а також за рахунок емісії електронів через "містки" між частками наповнювача.

Як полімерну матрицю було використано низькомолекулярну епоксидно-діанову смолу марки ЕД-20, яка характеризується технологічністю в процесі формування покриттів,

Як наповнювачі використано традиційні порошки (кабідоксидна кераміка), вуглець і металовуглецева композиція, яка є сумішшю вуглецевих волокон (2 – 5 мкм) з привитими частинками феромагнітних металів.

Встановлено, що зі збільшенням вмісту наповнювачів (від 20 до 80 мас.ч., на 100 мас.ч. матриці) збільшується частота поглинання електромагнітних хвиль в діапазоні від 2 до 8 ГГц.

Використання як наповнювача феромагнетика (металовуглецевої композиції) дозволяє зменшити товщину захисного покриття в широкому діапазоні поглинання, зменшити його масу і збільшити ширину діапазону частот, в якому втрати на відбиття становлять більше 10 dB.

Результати проведених досліджень дозволяють стверджувати, що використання феромагнітного металовуглецевого наповнювача при оптимальному вмісті дає можливість отримати захисні покриття поглинаючої дії. Їхня товщина незначна порівняно з відомими аналогами. Це свідчить про значний вплив феромагнітного наповнювача на структуроутворення матеріалу і ступінь зшивання матриці. Крім того, покращується фізико-механічні властивості епоксикомпозиту і забезпечується високі поглинаючі властивості розробленого матеріалу.

Таким чином, у результаті проведених досліджень впливу природи та вмісту наповнювачів на властивості матеріалів, розроблено склад і технологію отримання захисного покриття з поглинаючою дією.

УДК 624.042.7

Рибачок О. – ст. гр. МБ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛЕВИХ КАРКАСІВ ДЛЯ СЕЙСМОСТІЙКИХ БУДИНКІВ ТА СПОРУД**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гладько В.Б.

Будинки і споруди, які будують в сейсмонебезпечних районах, повинні мати здатність протистояти сейсмічним впливам без втрати експлуатаційних якостей, тобто бути сейсмостійкими. Сейсмостійкість будинків і споруд забезпечується застосуванням конструктивних рішень, конструкцій і матеріалів, відповідних до сейсмічності (інтенсивності сейсмічного впливу в балах) місця будівництва, а також належним дотриманням правил і вимог по зведенню конструкцій і виконанню робіт у сейсмічних районах.

До конструктивних антисейсмічних заходів належить: застосування сейсмостійких конструктивних систем; поділ будинків і споруд у плані на частини антисейсмічними швами; обмеження висоти будинків; регламентування умов і області застосування матеріалів по їхніх видах; застосування в конструктивних схемах антисейсмічних поясів; армування елементів кам'яних конструкцій і ряд інших заходів, передбачених нормами проектування і будівництва.

Ефективним методом протистояння сейсмічним впливам є спорудження металевих каркасних будинків. Металевий каркас будинку збирається за принципом стільникової структури і є дуже жорсткою і міцною спорудою. Металокаркасні будинки та їх міцність поєднується з певною еластичністю, що дозволяє таким будинкам бути сейсмічно стійкими і дуже довговічними.

Переваги будівництва сучасного каркасного будинку: можливість будівництва у будь-яку пору року; високі темпи будівництва; каркасний будинок найбільш стійкий і нечутливий до сезонних переміщень фундаменту, що відбуваються унаслідок пучення ґрунтів; каркасний будинок має високу сейсмостійкість; його можна порівняти з системою жорстко скріплених коробок, яку зруйнувати дуже складно; можливість виконання складних конструктивних рішень з мінімальними витратами; відносна легкість оброблюваних робіт; можливість сховати всі комунікації всередину стін, підлоги; швидкі терміни будівництва; у каркасному будинку поверхня стін, підлоги, стелі виходить рівною через саму конструкцію будинку.

Легкість конструкції споруди значно знижує навантаження на ґрунти, що дозволяє застосовувати економічніші типи фундаментів. Вага середнього каркасного будинку площею 150 квадратних метрів складає близько 30 тонн, включаючи внутрішню, зовнішню обробку і корисне навантаження. У конструктив даної технології входять гратчасті балки перекриття: типу ферми з паралельними поясами. Ці балки мають високу несучу здатність і дають можливість перекривати великі прольоти без проміжних опор, не обмежуючи планувальні рішення. Так само в конструктив входить система кроквяних ферм, конструкції яких дозволяють перекривати прольоти до 30 метрів без проміжних опор. Такі кроквяні ферми можуть застосовуватися при проектуванні і будівництві промислових будівель (ангари, склади, магазини, і тому подібне). У той же час метал відрізняється високою теплопровідністю, тому для того, щоб будинок зі сталевим каркасом не промерзав зимою і не перегрівався влітку, необхідно особливу увагу приділяти теплоізоляції самого каркаса.

УДК 621.315.5.92 К339

Силкін О. – ст. гр. СМ-07-2

*Національна металургійна академія України*

## **ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ ЛЕГОВАНИХ СПЛАВІВ $\text{Si}_{0.85}\text{Ge}_{0.15}$**

Науковий керівник: к.т.н. доцент Носко О.А.

Багатокомпонентні сплави на основі твердого розчину  $\text{Si}_{0.85}\text{Ge}_{0.15}$  використовують в термоелектричних перетворювачах енергії в області температур від 1000 до 1300°C. Вони мають високі значення коефіцієнту ефективності перетворення теплової енергії в електричну. Одним з найбільш істотних достоїнств сплавів системи Si-Ge є їх здатність працювати у складі термоперетворювачів на повітрі при підвищених температурах ( $\geq 800^\circ\text{C}$ ). Збільшення ефективності перетворення теплової енергії в електричну і, відповідно, збільшення к.к.д. термогенераторів на основі сплаву Si-Ge можливо завдяки їх багатокомпонентному легуванню та термічній обробці з нагрівом до субкритичних температур.

В даній роботі представлені результати досліджень реальної структури і властивостей сплаву Si-Ge, легованого В та As в кількості від  $5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  до  $1,8 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$  після термічної обробки. В якості термічної обробки використаний східчастий відпал, що проводили з врахуванням температурних інтервалів фазових та структурних перетворень в кремнії.

Методи дослідження та апаратура – експериментальне дослідження з використанням оптичного мікроскопу «Neophot-21», лабораторної печі СШОЛ-12,6/12-М3, шліфувально-полірувального станка типу ПШС-2 та типу Metasinx, мікротвердоміра типу ПМТ-3. Хімічний склад сплавів визначали спектральним аналізом на обладнанні ARL-2400.

Проведено мікроструктурний аналіз, аналіз термоелектричних та структурних характеристик розроблених сплавів системи Si-Ge. Показано, що мікроструктура отриманих сплавів відрізняється істотною неоднорідністю, різнозернистістю та дефектністю; в структурі виявленні "свірл-дефекти", двійники, дислокації, лінії здвигу. (рис. 1). Металографічно та за допомогою методів мікротвердості виявлено Х-фазу, яка представляє собою твердий розчин германію на основі "металізованої" модифікації кремнію, ймовірно, з ромбічним типом ґратки.



Рисунок 1 – Мікроструктура легованих сплавів Si-Ge-B (а, б) та Si-Ge-As (в, г) після термічної обробки

Мікролегування бором приводе до зростання термо-ЕРС приблизно у 4-6 разів, а мікролегування миш'яком – у 2,5-3 рази в порівнянні з вихідним сплавом  $\text{Si}_{0.85}\text{Ge}_{0.15}$ .

УДК 691.3

Слободян В. –ст. гр. МБ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕХАНІЗМ ДІЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРОНИКАЮЧОЇ ДІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Федак С. І.

Термін служби будівель, споруд або їх окремих елементів визначається конструктивним рішенням, вибором будівельних матеріалів, умовами експлуатації, якістю будівельних робіт. До основних факторів, що впливають на довговічність будівель і споруд, відноситься вплив води, водяної пари, морозу, агресивних середовищ. Все це призводить до необхідності вибору ефективних захисних заходів, які забезпечать довговічність і надійність експлуатації будівель і споруд. Проблема захисту матеріалу від дії цих негативних факторів вирішується різними способами гідроізоляції. Класифікація гідроізоляційних сумішей поділяється на поверхневі і проникаючі. До поверхових відносяться обмазувальні, штукатурні гідроізоляційні суміші. Вони створюють гідроізоляційний поверхневий шар, тобто при механічному пошкодженні шару його гідроізоляційні властивості порушуються. Проникаючі склади роблять конструкцію водонепроникною за рахунок хімічних реакцій активних реагентів з вільним вапном і капілярною водою в бетоні, тобто при пошкодженні поверхневого шару гідроізоляція всієї конструкції не буде порушена. Також широко використовуються матеріали органічного походження, різні мастики, рулонні і листові гідроізоляційні матеріали.

На жаль, у світовій практиці створення гідроізоляційних мембран з рулонних матеріалів до кінця не вирішені завдання з контролю якості в часі і надійності їх експлуатації. Використання в якості захисного покриття матеріалів рідкого нанесення на основі органічних в'язучих (бітумів, каучуків, поліуретанів та ін) також не позбавлене певних недоліків. Нанесення цих матеріалів доцільно тільки з боку позитивного тиску ґрунтових вод, гідроізолююча поверхня повинна бути структурно міцною і сухою. При наявності вологи в бетоні більше 5% відбувається утворення міхурів, а в результаті міграції парів води до поверхні бетону відбувається відшарування органічного паронепроникного покриття.

Матеріали проникаючої дії являють собою сухі суміші, що складаються з цементів, кварцового піску і ретельно підібраної хімічно активної частини. Ефект водонепроникності забезпечується за рахунок ряду послідовних реакцій що відбуваються всередині структури. Область застосування гідроізоляційного матеріалу досить широка: гідроізоляція стін і підлоги споруд, підвалів, об'єктів каналізації та питного водопостачання, як для нових, так і для таких, що втратили водонепроникність під час експлуатації об'єктів. У результаті застосування сумішей водонепроникність бетонних конструкцій підвищується у 2-3 рази, збільшується морозостійкість до 100 циклів. Вони успішно застосовуються для усунення капілярного підсмоктування шляхом створення кристалічного бар'єру на шляху вологи. Також механізм введення складу можна здійснювати і за ін'єкційною технологією, шляхом заповнення пробурених шпурів самопливом або під тиском, використовуючи спеціальне обладнання. Такі ін'єкції дозволяють ефективно заповнювати тріщини і шви в бетонних конструкціях, збільшуючи термін експлуатації відновлюваних споруд.



УДК 658.382.3

Грицай Ю. - ст. гр. ХС-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У СВІТІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бодрова Л.Г.

Згідно з аналітичними даними Американського національного наукового фонду (NSF) в найближчі 10-15 років очікують бурхливого зростання об'ємів ринку нанотехнологічних матеріалів, приладів та іншої продукції з виходом на такі обсяги: наноструктурні матеріали і технологічне обладнання – 340 млрд.дол/рік; нанoeлектроніка - понад 300 млрд.дол/рік; фармацевтичні нанопрепарати - понад 180 млрд.дол/рік; хімічна продукція на основі нанотехнологій - 100 млрд.дол/рік; наноматеріали для аерокосмічної промисловості - 70 млрд.дол/рік. Таким чином, світовий ринок цієї продукції може досягнути 1 трильйона доларів до 2015р.

Нанотехнологічні розробки почали здійснюватись у більшості розвинених країн з початку 90-х рр. XX ст. Результатом визнання їх важливості стало прийняття і фінансування багатьох спеціалізованих програм. Інформація з відкритих джерел свідчить, що тепер такі програми мають більше 50 країн, а щорічні світові обсяги інвестицій в нанотехнології складають мільярди доларів і мають тенденцію до зростання. Практично весь світовий обсяг (≈90%) таких інвестицій сконцентрований в 15 країнах: США, Японії, Франції, Канаді, Китаї, Південній Кореї, Індії, Ізраїлі, Фінляндії, Великій Британії, Австралії, Німеччині, Сінгапурі, Тайвані та Росії. У більшості з них частка державних витрат на роботи в галузі нанотехнологій значно перевищує 50% від загального обсягу їх фінансування. Світовими лідерами за об'ємами інвестицій в нанотехнології всі останні роки були США і Японія, а в 2010 р. до них приєдналася Росія. У цих країнах сконцентровано більше половини світового об'єму інвестицій.

В рамках прийнятої конгресом США в 2009 р. державної програми “Національна нанотехнологічна ініціатива” (National Nanotechnology Initiative) загальний обсяг асигнувань, виділених на реалізацію першого етапу програми (2001-2004 рр), склав майже 2,8 млрд. дол. Заплановані бюджетні витрати на реалізацію другого етапу програми (2005-2008) склали близько 4,6 млрд.дол. В Японії бюджетне фінансування розробок в галузі нанотехнологій в 2004 році перевищувало 1 млрд. дол, а загальні витрати на 2005-2008 рр. - 3 млрд. дол. Європейські країни також надають стратегічного значення розвитку нанотехнологій. В 6-й Рамковій програмі Євросоюзу (2002-2006рр.) дослідження і розробки в галузі нанотехнологій були оголошені пріоритетними і на їх фінансування протягом 5 років витрачено 1,3 млрд.євро. В 7-й Рамковій програмі (2007-2013рр.) на цей напрям передбачено вже 3,5 млрд. євро.

У Росії дослідження та розробки підтримувалися бюджетним фінансуванням через ряд фондів, цільових програм Російської АН, Мінпроменерго і Росатому. Загальний обсяг бюджетних витрат до 2006 року склав близько 6 млрд. руб.(200млн.дол.).В 2007 р. з метою ефективної реалізації державної політики РФ у галузі нанотехнологій і наноіндустрії утворено урядову Раду з нанотехнологій. Ця Рада вирішує формування ринку нанопродукції і нанопослуг, координацію вкладання бюджетних і приватних коштів у конкретні проекти. На розвиток наноіндустрії в Росії до 2015 р. планується виділити 200 млрд. руб. Сприяє реалізації державної політики РФ у цій сфері також Російська корпорація нанотехнологій (“Роснанотех”), щорічний бюджет якої складає близько 1 млрд. дол США.

УДК 621.771.29:669.017:656.2.001.5

Тимофієв Г. - ст. гр. МЗВ-06-1

*Національна металургійна академія України*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОДНОРІДНОСТІ КІНЦЕВОЇ МІКРОСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ОСЕЙ**

Науковий керівник, к.т.н., доцент Аюпова Т.А.

Безпека руху поїздів значною мірою визначається надійністю осей колісних пар, які повинні витримувати тривалу безаварійну роботу. Дефекти і неоднорідності в будові металу сильно впливають на міцність при тривалому циклічному навантаженні. У зв'язку з цим на Дніпровському металургійному комбінаті здійснюється суворий контроль якості готових осей.

Недосконалість структури на комбінаті виявляється при ультразвуковому контролі готових осей. Згідно вимогам багатьох зарубіжних стандартів метал осей повинен мати однорідну і дрібнозернисту структуру величиною зерна не більше за номер 5.

Осі, що мають більш крупне зерно, можуть не піддаватися УЗ-контролю, що абсолютно неприпустимо за умовами безпеки руху. У зв'язку з цим відбраковані осі піддають додатковій термічній обробці і знову перевіряють ультразвуковим дефектоскопом, що значно збільшує витрати на виробництво. Метал, який не проходить УЗ-контроль і після додаткової термообробки остаточно бракується із-за наявності неусувних дефектів.

Метою роботи було вивчення особливостей формування мікроструктури осьового металу на всіх етапах прокатного виробництва, а також типових пороків структури, що виявляються при ультразвуковому контролі.

На кількість відбракованих після додаткової нормалізації осей найбільший вплив роблять режими виплавки і розливання сталі. Ймовірно, що дефекти, що з'явилися причиною браку при УЗ-контролі, можуть бути частково усунені інтенсивнішою деформаційною обробкою.

Дослідження якості осей показали, що рівномірну дрібнозернисту, бездефектну структуру нормалізованих залізничних осей можна забезпечити в результаті оптимізації деформаційно-температурних режимів обробки на тих етапах виробництва, де відбувається найбільша дія на структуру і властивості заготовки і готової осі, а саме при плющенні на блюмінгу і стані 250, а також при кінцевій термообробці.

УДК 621.326

Четверікова С. – ст. гр. ХО-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОЇ ВАНТАЖОПІД'ЄМНОСТІ СТЕРЖНЯ, ЯКИЙ СКРУЧУЄТЬСЯ

Науковий керівник: кандидат фіз.-мат. наук, доц. Мильніков О. В.

Ідея розрахунку стержнів на граничну вантажопід'ємність полягає у визначенні крутного моменту в перерізі стержня в стані текучості та порівнянні його з крутним моментом в нормальному стані, тобто коли найбільші напруження в точках контуру поперечного перерізу не перевищують допустимих. Метод розрахунку базується на тому, що спочатку розглядають розподіл напружень при крученні стержня за нормальних умов, а потім поступово збільшують (зазвичай уявно) момент до того стану  $T_T^k$ , коли всі шари стержня досягнуть стану текучості. Для отримання допустимого значення моменту  $T_{дон}$  критичний крутний момент  $T_T^k$  зменшують в  $k$ -разів. Допустимий крутний момент  $T_{дон}$  порівнюють із допустимим при розрахунку за допустимими напруженнями  $[T]$ .

Для розрахунку використовують схематичні зображення поперечних перерізів стержня у різних випадках розподілу напружень (рис. 1а,б,в,г):

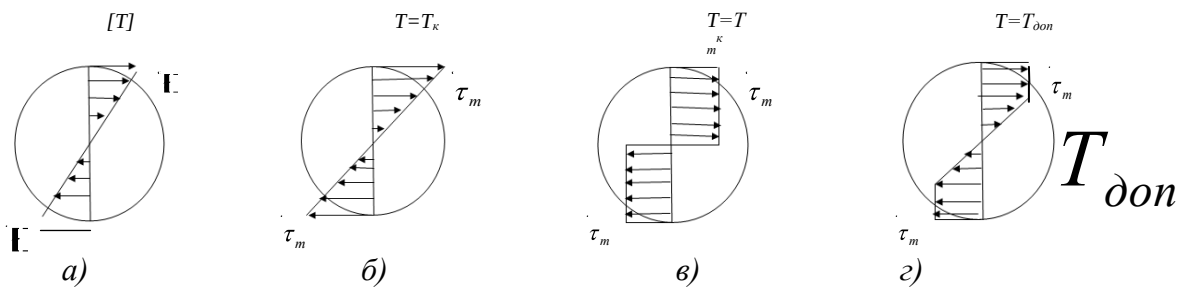


Рис.1. Розподіл напружень при різних значеннях  $T$

Розглядаючи ситуацію, коли всі шари досягнуть стану текучості, обчислюють  $T_T^k$  (шляхом складання сум моментів всіх внутрішніх сил). Для цього поперечний переріз розбивають на концентричні круги (рис.2.) і на довільному радіусі  $\rho$  вибирають ділянку, товщиною  $d\rho$ .

Тоді крутний момент, з врахуванням умов рівноваги зовнішніх і внутрішніх моментів, обчислюють за формулою  $T_m^k = \frac{2\pi^3}{3} \tau_m$

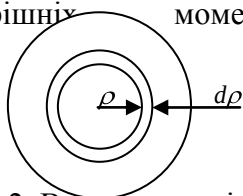


Рис.2. Вигляд перерізу

Крутний момент, що допускають  $T_{дон}$  при коефіцієнті запасу  $k$ , буде дорівнювати:

$$T_{дон} = \frac{T_m}{k} = \frac{2\pi^3}{3} [T]$$

При розрахунку за допустимими напруженнями  $[T] = [T] * W_p = [T] * \frac{\pi^3}{2}$ .

Порівнюючи отримані результати, маємо:  $\frac{2\pi^3}{3} > \frac{\pi^3}{2}$ .

Отже, допустимий момент, розрахований за вантажопід'ємністю  $T_{дон}$ , має більше значення, ніж  $[T]$ .

Секція: **Машини та обладнання сільського виробництва**

УДК 621.835

Бица Р.О. – ст. гр. МВ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИКИ ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ МЕТОДОМ ЗАМКНЕНИХ ВЕКТОРНИХ КОНТУРІВ**

Науковий керівник: к.т.н. професор Гладько Б.М.

Задача кінематичного дослідження полягає у визначенні кінематичних характеристик руху механізму, геометричні розміри якого відомі. При дослідженні руху ланок механізму на основі теорем про складний рух і про складання рухів отримують векторні рівняння, які описують швидкості і прискорення точок ланок. Вирішення будь-якої задачі аналізу в загальному зводиться до отримання алгоритму, який дозволить проводити розрахунок по одній схемі при будь-яких чисельних значеннях геометричних параметрів механізмів. Алгоритм кінематичного розрахунку доцільно представити як сукупність алгоритмів кінематичного розрахунку – ведучих ланок і структурних груп.

Існують чотири методи кінематичного дослідження механізмів: графічний, графоаналітичний, аналітичний і експериментальний. Графічні і графоаналітичні методи дають змогу розв'язувати майже всі основні задачі кінематичного дослідження механізмів. Для більшості практичних задач точність цих методів достатня, вони значно спрощують розрахунки, економлять час, сприяють зменшенню помилок у результатах завдяки наочності досліджень.

Проте дуже часто аналітичний метод має не тільки суттєву перевагу над першими, але й є єдиним. Це насамперед стосується широкого класу задач, коли ланки механізму повинні забезпечити рух за певним, наперед заданим законом. Особливо широкого поширення набув останнім часом аналітичний метод, коли з'явилися сучасні ЕОМ, які дають можливість здійснювати багатоваріантні дослідження механізмів і тим самим вибирати такі схеми механізмів і розміри їх ланок, що забезпечують найкращі умови роботи, тобто є можливість здійснити оптимальний синтез механізмів. Якщо розглянути загальні методи аналітичного дослідження, універсальні для будь-якого механізму, можна виділити два їх різновиди: 1) метод замкнутих векторів, 2) метод перетворення координат. Метод замкнутих векторів, був запропонований В.А.Зінов'євим. Даний метод дуже зручно використовувати саме для плоских механізмів. При цьому методі аналітичні залежності для визначення основних кінематичних параметрів можна одержати, якщо умовно уявити механізм замкненим векторним контуром, утвореним ланками цього механізму. Для кожного контуру окремо складають векторні рівняння замкнутості, проектують їх на координатні осі і одержують рівняння проекцій, за якими знаходять положення ланок, потім шляхом диференціювання рівнянь проекцій визначають аналоги швидкостей і прискорень. Для спрощення рівнянь використовується метод повороту осей координат.

Використана в доповіді література: 1.Кіницький Я.Т.Теорія механізмів і машин– Київ: Наукова думка, 2002. – 659с. 2.Заблонский К.І.; Белоконев І.М.; Щекин Б.М. Теорія механізмів і машин – Київ: Вища школа, 1989. – 375с.

УДК 631.319.4

Бекіров А.– ст. гр. ХС<sub>3</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРА МУЛЬЧУВАЧА ПОЛЬОВОГО ПН-2**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Сташків М.Я.

За останні роки аграрії нашої держави підійшли до великої проблеми - значного зниження родючості ґрунтів, викликаного тим, що родючий потенціал використовувався-виснажувався без його відновлення. Для утворення гумусу у верхньому шарі ґрунту потрібна органіка, якої в більшості сільськогосподарських виробників немає, тому господарники використовують солому як добриво. Для цього її подрібнюють, розподіляють і заорюють в ґрунт. Але перед комбайнами, якими збирається збіжжя, не ставилось завдання подрібнити та розподілити солому по поверхні поля, а передбачався вихід з бункера на купу, або смугою в напрямку збирання.

Здебільшого аграрії, не маючи потреби в цій продукції, солому спалюють. Спалена солома дає попіл, в якому є вапно, фосфор та ін. Однак під час горіння знищується верхній шар родючого ґрунту (гумус), який характеризується складним процесом утворення. Тому солому потрібно не спалювати, а подрібнювати і рівномірно розподіляти по поверхні поля. Таким чином ґрунт збагачуватиметься поживними речовинами (гуміфікується).

Вітчизняними фахівцями розроблено партію агрегатів-подрібнювачів рослинних решток – мульчувачі польові начіпних ПН-2 та причіпні ПП-2 (Білоцерків-МАЗ), які призначені для підбирання, подрібнення та рівномірного розподілу рослинних решток (соломи), що залишаються у валках на поверхні поля після збирання зернових та грубостеблових культур (соняшника, кукурудзи).

Основним робочим органом мульчувача є ротор (рис. 1, а), який складається з вала 1 з кріпленнями 2 ножів 3. Для балансування ротора діаметрально протилежно ножем розташовано балансирні вантажі 4.

Після аналізу технологічного процесу подрібнення рослинних решток та базової конструкції мульчувача, запропоновано змінити розташування ріжучих елементів на валу ротора (рис. 1, б), що дозволить відмовитись від застосування додаткових балансирних вантажів. Таке удосконалення дозволяє зменшити частоту обертання ротора мульчувача (або підвищити робочу швидкість руху агрегату при базовій частоті обертання ротора), знизити вібраційні динамічні навантаження на опори ротора і, як наслідок, підвищити продуктивність та надійність агрегату. Балансування ротора мульчувача здійснюється вантажами на болтових з'єднаннях кріплення 2 ножів.

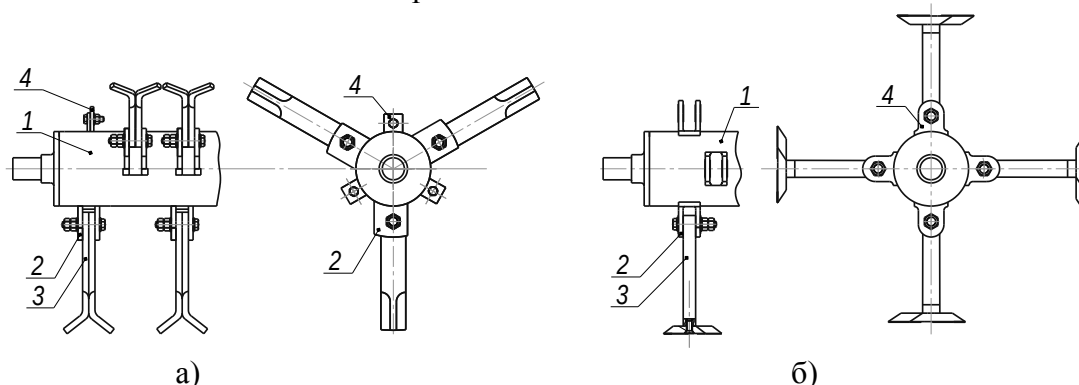


Рис. 1. Загальний вигляд ротора мульчувача базової (а) та пропонуваної (б) конструкції.

УДК 631.358

Болюбаш Т.В.– ст. гр. ХСс-41

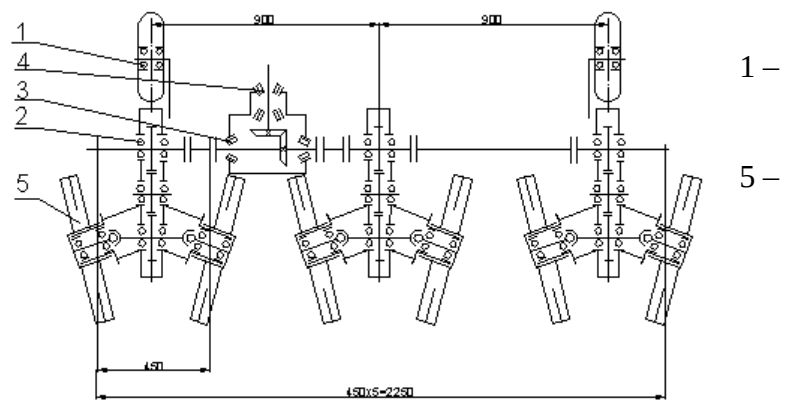
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРОБКА НОВОГО ПРИВОДНОГО МЕХАНІЗМУ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ РОТОРНОГО

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабій А.В.

В конструкції базового очисника головок коренеплодів, виходячи із аналізу витрат на виготовлення та якості експлуатації машини, в господарствах відмічено недостатню надійність та високу вартість редукторів приводу валів очисника, які являють собою порівняно складні вузли, що є трудомісткі та високовартісні при виготовленні, рис. 1.

Рис. 1. Принципова схема очисника головок коренеплодів: 1 – опорне колесо; 2 – редуктор приводу робочих органів; 3 – рама-брус; 4 – конічний редуктор; 5 – очисники.



Базова конструкція приводних редукторів передбачає передачу крутного моменту від конічного редуктора 4 до робочих органів 5 за допомогою двох пар прямозубих циліндричних коліс. Такі редуктори повинні виготовлятися досить точно та мати достатню жорсткість корпусу, адже зубчасте зачеплення цього вимагає. Крім того, вони повинні мати належну герметизацію корпусу для забезпечення умов змащування та виключати можливість попадання сторонніх матеріалів.

Таку проблему можна вирішити, замінивши прямозубу циліндричну передачу приводу валів очисника менш складною та дешевшою – ланцюговою передачею. Вона набагато дешевша і простіша при монтуванні та експлуатуванні. Причому дану передачу потрібно проектувати таким чином, щоб вали із закріпленими зірочками розташовувалися в місцях опор зубчастих коліс. Проміжне зубчасте колесо на опорах для такого кінематичного ланцюга є зайвим, тобто для передачі крутного моменту заданого напрямку обертання достатньо тільки дві зірочки. Перераховані факти суттєво впливають на вартість даного редуктора. Для обґрунтування пропонованої передачі в роботі виконано ряд розрахунків: зроблено проектний розрахунок ланцюгової передачі, де встановлено, що для приводу необхідний роликовий ланцюг ПР-15,875-2270-2; матеріалами для виготовлення зірочок, які мають бути 19 і 20 зубів можуть бути середньовуглецеві або леговані сталі 45, 40Х, 50Г2, 35ХГСА із поверхневим або об'ємним гартуванням до твердості 45-55 HRC, або цементовані сталі 15, 20Х, 12ХН3А на глибину 1,0-1,5 мм і гартовані до 55-60 HRC. Крім того, прораховані діапазони частот обертання зірочок, для уникнення резонансних режимів та встановлено ресурс роботи ланцюга, який становить 6196 год.

Загалом внесені зміни в конструкцію машин не погіршили її функціональних можливостей, але разом з тим суттєво спростили і здешевили розглядувану передачу.

УДК 669.539

Горник В. – ст. гр. ХСЗ-71

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ НАВАНТАЖЕНОСТІ РАМИ ДВИГУНА КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ КС-6Б**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Олексюк В.П.

Коренезбиральні машини часто працюють у складних експлуатаційних і кліматичних умовах. Ці жорсткі умови експлуатації висувають підвищені вимоги до забезпечення їх надійності і довговічності ще на стадії їх проектування.

Найменш вивченою на даний час є динаміка навантаженості машин. Причинами виникнення динамічних навантажень сільськогосподарських машин насамперед є випадкові перешкоди, які зустрічаються на оброблюваних полях і при транспортуванні машин по сільських та польових дорогах (у вигляді борозен, вибоїн та інших нерівностей). Крім цього суттєвим є врахування вібрацій, які виникають від неврівноважених обертових мас (типу дисків, коліс, карданних передач). Усі ці силові фактори передаються таким базовим складовим частинам машин, як рами, каркаси, секції штанг і т.п. І тому надійність сільськогосподарських машин, а зокрема бурякозбиральних, в цілому залежить від надійності їх складових елементів, і поряд з цим, багато в чому визначається міцністю рамних конструкцій.

На сучасному етапі проектування рамних конструкцій надзвичайно важливим є оптимальне використання профілів їх складових елементів, що дозволяє максимально знизити їх вагу при збереженні достатньої міцності.

Конструкції рам двигунів бурякозбиральних машин, і зокрема машини КС-6Б, володіють тією особливістю, що перпендикулярно до площини їх основної частини діють, в основному, зосереджені навантаження від опор мас, що на них монтуються, в комплексі з вібраціями, котрі врівноважуються чотирма зосередженими опорними реакціями. Рама двигуна бурякозбирального комбайну КС-6Б складається з двох лонжеронів швелерного типу, котрі в передній частині з'єднані поперечною балкою, що призначена для кріплення передніх опор двигуна і опорної торцевої площини проставки гідронасоса, до якої для надання жорсткості приварені косинки і розкоси.

При оцінці міцності цих рам, з метою їх оптимізації, поряд з іншими вихідними даними, необхідно мати числові значення діючих на них навантажень, котрі відповідали б реальним умовам експлуатації машин. Тому метою проведення досліджень є визначення динамічних навантажень на раму двигуна в місцях кріплення основних мас під час виконання машиною КС-6Б технологічних процесів.

Величини середніх значень віброприскорень  $a$  і коефіцієнтів динамічності  $k$

| Назва вузла           | Режими роботи      |      |                                         |      |                                     |      |
|-----------------------|--------------------|------|-----------------------------------------|------|-------------------------------------|------|
|                       | Холостий режим     |      | Рух по польовій дорозі<br>$V=12$ км/год |      | Робочий режим<br>$V=4,1-6,1$ км/год |      |
|                       |                    |      |                                         |      |                                     |      |
|                       | $a, \text{ м/с}^2$ | $k$  | $a, \text{ м/с}^2$                      | $k$  | $a, \text{ м/с}^2$                  | $k$  |
| Привід гідронасосів   | 9,8                | 2,0  | 21,6                                    | 3,20 | 22                                  | 3,24 |
| Радіатори і маслобаки | 3                  | 1,31 | 6,4                                     | 1,65 | 7,2                                 | 1,73 |
| Насос ГСТ             | 0,9                | 1,09 | 3,2                                     | 1,33 | 8,6                                 | 1,88 |

УДК 621.326

Господарський Я. – аспірант

Рибак Д. – ст. гр. АР-107

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Національний університет "Львівська політехніка"

## РОЗКРИТТЯ СТАТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ СТРУКТУР

Науковий керівник: д.т.н., професор Рибак Т.І.

Розрахунок статично невизначеної просторової системи проводимо методом мінімуму потенціальної енергії.

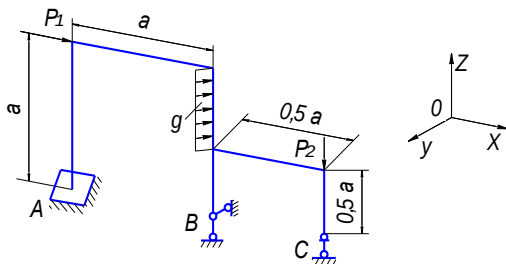


Рис. 1. Задана система

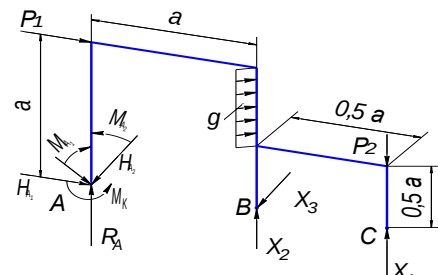


Рис. 2. Основна розрахункова схема

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 2) складаємо вираз функції потенціальної енергії деформації

$$U = \frac{1}{2EI_1} \left\{ \int_0^{0.5a} (X_1 \cdot s - P_2 \cdot s)^2 ds + \int_0^{0.5a} (X_1 \cdot 0.5a - P_2 \cdot 0.5a)^2 ds + \int_0^a \left[ X_1(0.5a + s) + X_2 \cdot s - P_2(0.5a + s) \right]^2 ds + \right. \\ \left. + \int_0^a [X_1(0.5a + a) + X_2 a - P_2(0.5a + a) - P_1 s]^2 ds \right\} + \frac{1}{2EI_2} \left\{ \int_0^{0.5a} (X_3 s)^2 ds + \int_0^{0.5a} \left[ X_3(0.5a + s) - \frac{qs^2}{2} \right]^2 ds + \right. \\ \left. + \int_0^a (X_3 s - q0.5a \cdot s)^2 ds + \int_0^a \left[ X_3(a + s) - q \frac{(0.5a)^2}{2} - q \cdot 0.5a \cdot s \right]^2 ds \right\} + \frac{1}{2GI_K} \left\{ \int_0^a \left[ X_3 \cdot a - q \frac{(0.5a)^2}{2} \right]^2 ds + \int_0^a (X_3 \cdot a - q \cdot 0.5a)^2 ds \right\}. \quad (1)$$

Для визначення невідомих, що увійшли до виразу (1) система канонічних рівнянь запишеться:

$$\frac{\partial U}{\partial X_1} = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial X_2} = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial X_3} = 0. \quad (2)$$

Згідно умови мінімуму потенціальної енергії деформації (2) отримуємо вирази:

$$\frac{\partial U}{\partial X_1} = \frac{1}{EI_1} = \frac{a^3}{EI_1} \left[ X_1 - P_2 \frac{17.75}{6} + X_2 \frac{25}{12} - P_1 \frac{1.5}{2} \right] = 0; \\ \frac{\partial U}{\partial X_2} = \frac{1}{EI_1} = \frac{a^3}{EI_1} \left[ (X_1 - P_2) \frac{12.5}{6} + X_2 \cdot \frac{4}{3} - P_1 \frac{1}{3} \right] = 0; \quad (3) \\ \frac{\partial U}{\partial X_3} = \frac{1}{EI_2} = X_3 \left( \frac{17.25}{6} + 2 \frac{EI_2}{GI_K} \right) - q \cdot a \left( \frac{148.25}{128} + \frac{EI_2}{GI_K} \cdot \frac{0.25}{2} \right) = 0.$$

Внаслідок проведених перетворень та обчислень системи (3) отримаємо значення шуканих параметрів:  $X_1 = 310.35$  кН;  $X_2 = -419.3$  кН;  $X_3 = 9.3$  кН.



УДК 631.361.2

Креденець Д. – маг. гр. М-07181

Національний університет біоресурсів і природокористування України

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Науковий керівник: к.т.н., доц. Онищенко В.Б.

Ступінь пошкодження коренеплодів доцільно визначати шляхом їх кидання з різної висоти  $h$  на поверхні робочих органів. При цьому, визначаючи швидкість ударної взаємодії за відомою залежністю  $V = \sqrt{2gh}$ . Коренеплоди викопували вручну і зважували на вагах з похибкою  $\pm 5$  гр. Дослідження проводили для коренеплодів двох фракцій – для крупних (маса 1,2-2,4 кг) і дрібних (маса 0,3-до 1,2 кг). Ступень пошкоджень коренеплодів при їх взаємодії з поверхнею вальця визначали від одночасного впливу двох факторів - швидкості ударного контакту  $V(x_1)$  та маси коренеплода  $m(x_2)$ .



У процесі проведення досліджень визначалась площа вм'ятин на поверхні тіла коренеплодів шляхом зрізання шарів, які піддавалися ударним деформаціям і за якою визначали ступінь пошкодження коренеплодів.

Після обробки експериментального масиву одержали рівняння

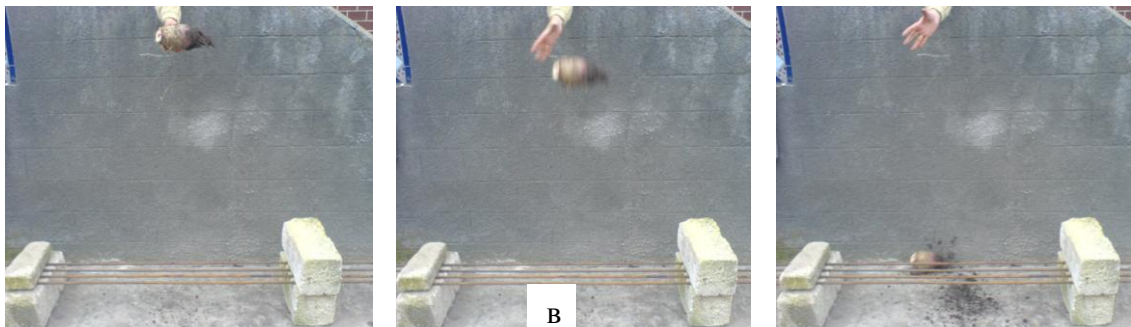


Рис.1. Загальний вигляд проведення експериментів:  
а – коренеплід до співудару; б – коренеплід після співудару;  
в – етапи руху коренеплоду під час падіння

регресії залежності зміни плями контакту у кодovаних і натуральних величинах:

$$\hat{O} = 976,3 + 387,5\hat{\alpha}_1 + 150,1\hat{\alpha}_2 - 26,3\hat{\alpha}_1\hat{\alpha}_2; (1)$$

$$\hat{O} = -2157 + 425V + 1200m. (2)$$

Наведені залежності (рис. 2) можуть бути використані для оцінки плями контакту тіла коренеплоду у визначеній області зміни даних факторів. Швидкість ударного контакту є головним фактором зміни плями контакту.

Оскільки маса коренеплоду є некерованим фактором, то вибір параметрів робочих органів потрібно здійснювати виходячи з найбільш крупних коренеплодів.

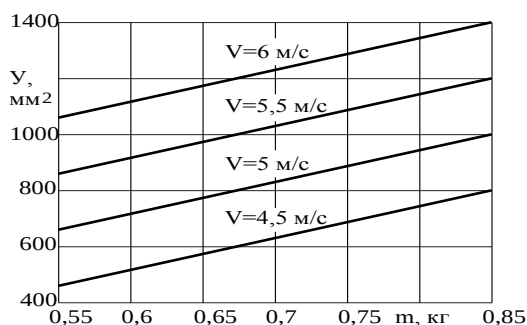


Рис. 2. Залежності впливу маси коренеплодів  $m$  на пляму контакту  $Y$

УДК 621.326

Довбуш Т. - ст. гр. ХС-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## АНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ КРИВОШИПНО-КОРОМИСЛОВОГО МЕХАНІЗМУ

Науковий керівник: к.т.н. , проф. Гладь Б.М.

Під синтезом механізму розуміють проектування його схеми за заданими властивостями. При цьому розрізняють такі основні етапи синтезу. Перший етап називають структурним синтезом, який полягає у виборі структурної схеми механізму, що має необхідну кількість ступенів вільності, кількість ланок і кінематичних пар. Другий етап називають кінематичним синтезом, задача якого – визначити розміри ланок, що забезпечують задані кінематичні умови роботи механізму (положення ланок, траєкторії окремих точок, швидкості та прискорення ланок механізму). Кінематичний синтез – один з найвідповідальніших етапів у процесі проектування механізму. Якщо потрібно врахувати динамічні властивості механізму, то враховується задача динамічного синтезу. Отже синтез кінематичної схеми полягає у визначенні деяких сталих параметрів, які задовольняють задачі структурні, кінематичні та динамічні умови. При цьому одна частина цих параметрів може бути задана, інша – підлягає визначенню. До таких параметрів належить довжина ланок, їх положення, траєкторії точок, і моменти інерції ланок. При синтезі механізмів обов'язково враховують умову існування кривошипа у чотириланкових механізмах, а також кути тиску і передачі. Розглядаємо задачу синтезу шарнірного чотириланкового механізму за заданими положеннями його ланок (рис.1). Розв'язок проводиться аналітичним методом. Необхідно визначити довжини ланок  $l_1, l_2, l_3, l_4$ , якщо положення ланки ОА визначається кутами  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  (рис.2), а відповідні положення ланки ВС – кутами  $\psi_1, \psi_2, \psi_3$  (рис.3). Приймаючи довжину кривошипа  $l_1=1$  і розділивши довжину ланок на  $l_1$ , отримаємо відносні розміри:  $\frac{l_2}{l_1} = 1$ ;  $\frac{l_2}{l_1} = l$ ;  $\frac{l_3}{l_1} = r$ ;  $\frac{l_4}{l_1} = d$ . Механізм представлено у вигляді замкненого векторного контура, для якого можна записати рівняння  $\vec{l} + \vec{l} = \vec{d} + \vec{r}$ . Проектуючи вектори рівняння на осі координат  $x$  і  $y$ , і підносячи їх до квадрату, після деяких перетворень визначають параметри  $l, r, d$ . Задаючись довжиною кривошипа  $l_1$  визначають довжину інших ланок  $l_2, l_3, l_4$ .

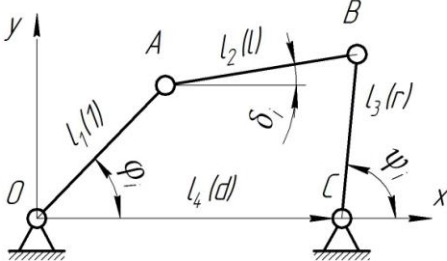


Рис.1

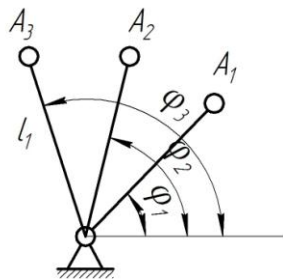


Рис.2

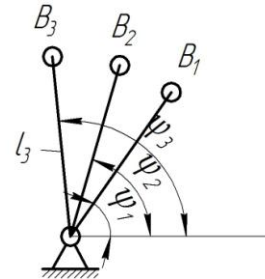


Рис.3

УДК 621.326

Довбуш Т. - ст. гр. ХС-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## АНАЛІЗ НДС РАМИ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Науковий керівник: к.т.н. , доц. Сташків М.Я.

У результаті аналізу НДС тривимірної моделі рами дискового викопоючого пристрою (рис.1) коренезбиральної машини методом МСЕ (програма «Ліра-9.6») отримано розподіл основних силових факторів в елементах конструкції. На (рис.2) наведено епюри згинальних моментів у рамі копача. При аналізі НДС в елементах копача встановлено найбільш та найменш навантажені елементи конструкції (таблиця 1). На основі принципу рівномірності конструкції запропоновано удосконалену раму копача зі зменшенням металомісткості на 11%.

Рис.1.

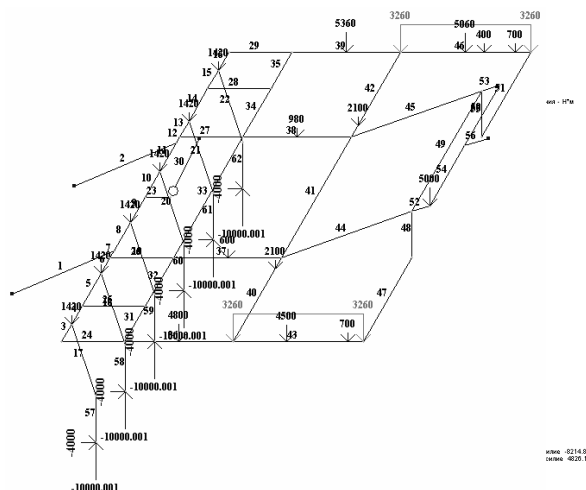
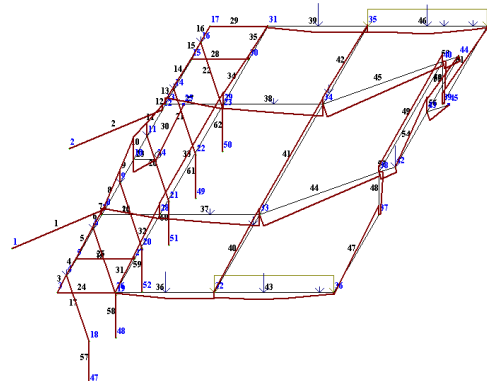


Рис.2.



Таблиця 1

| Конструкція<br>рами корене-<br>копача | Транспортний режим                               |                |                                                 |                | Робочий режим                                    |                |                                                 |                |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------|----------------|
|                                       | Найбільш навантажений елемент,<br>№ елемента/МПа |                | Найменш навантажений елемент,<br>№ елемента/МПа |                | Найбільш навантажений елемент,<br>№ елемента/МПа |                | Найменш навантажений елемент,<br>№ елемента/МПа |                |
| Базова<br>конструкція                 | 100×50×4                                         | 100×110<br>×10 | 100×50×4                                        | 100×110×1<br>0 | 100×50×4                                         | 100×110<br>×10 | 100×50×4                                        | 100×110×1<br>0 |
|                                       | №45<br>200                                       | №10<br>95      | №42<br>109                                      | №3<br>3        | №45<br>131                                       | №10<br>64      | №42<br>48                                       | №3<br>6        |
| Удосконалена<br>конструкція           | 100×50×5                                         | 100×100<br>×7  | 100×50×3                                        | 100×110×7      | 100×50×5                                         | 100×110<br>×7  | 100×50×3                                        | 100×110×7      |
|                                       | 167                                              | 123            | 129                                             | 5              | 108                                              | 85             | 65                                              | 9              |

УДК 621.326

Довбуш Т. - ст. гр. ХС-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗКРИТТЯ СТАТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РАМИ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ КС-6Б НАВАНТАЖЕНОЮ ПРОСТОРОВОЮ СИСТЕМОЮ СИЛ

Науковий керівник: д.т.н., проф. Підгурський М.І.

З метою застосування аналітичних методів до розрахунку складних статично невизначених систем здійснюємо моделювання розрахункових схем навантажень на рамні конструкції викопуючих пристроїв коренезбиральних машин. Просторову схему копача коренезбиральної машини (рис.1) приводимо до плоскої розрахункової схеми (рис.2). У даному випадку:  $X_1$  – реакція в точці опирання кронштейнів копача на передній міст,  $X_2$  – реакція в точці кріплення гідроциліндра піднімання/опускання копача до несучої системи комбайна,  $X_3$ ,  $X_4$  – відповідно горизонтальна і вертикальна складова в точці кріплення заднього кронштейна копача до несучої системи машини (комбайна). Дана система один раз статично невизначена. Статичну невизначеність розкриваємо методом мінімуму потенціальної енергії [1] з використанням прикладних програм «MATLAB» отримаємо значення невідомих:

$$U_0 = U(N) + U(Q) + U(M), \quad \frac{\partial U}{\partial X_1} = 0,$$

де  $U_0$  – сумарна потенціальна енергія деформації стержнів рами.

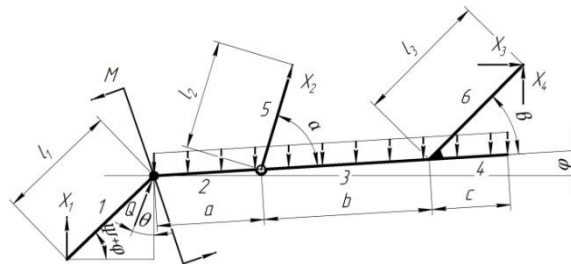
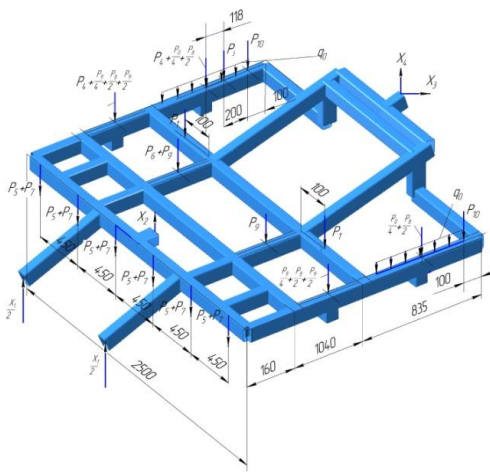


Рис.1  
Рис.2  
Розв'язуючи аналітичну задачу

методом скінченних елементів з використанням програми «Ліра-9.6», відзначаємо добру збіжність результатів, отриманих аналітично і методом СЕ

(розбіжність складає 6,1%).

1.Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – Тернопіль: ВАТ ТВПК „Збруч”, 2003. – 332 с.



УДК 621.326

Дутка А. – ст. гр. ХСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ РОБОТОЗДАТНОСТІ РЕДУКТОРА КОПАЧІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ**

Науковий керівник: ст. викл. Довбуш А.Д.

Вузол дискового копача коренезбиральної машини КС-6Б складається з двох дисків, один із яких активний, приводиться в рух за допомогою конічного редуктора. Редуктор складається з корпусу, вала-шестерні і вінця веденої шестерні, закріпленої болтами на маточині, що встановлена у корпусі за допомогою шарикопідшипників і з'єднана шліцами з виступом фланця, що разом із приводним диском кріпиться болтами до маточини копача. Контрольний розмір –  $109+B\pm 0,5\text{мм}$  регулюється прокладками, від нього залежить роботоздатність конічної передачі. Величина "В", яку додають до розміру 109, витравлена на шестерні.

Вал-шестерня має 7 зубів, а ведена шестерня – 38 зубів, тому передаточне відношення передачі рівне 5,43. Приводиться редуктор у дію за допомогою карданної передачі з частотою 490об/хв. Отже, активний копач обертається з числом обертів рівним 90об/хв.

Конічний редуктор приводу копачів працює у важких умовах через те, що крутний момент, який він передає, змінний. Ця зміна залежить від заглиблення копачів, розмірів коренеплодів, щільності і вологості ґрунту, наявності рослинних залишків і від вирівняності поля. Останній фактор впливає на розташування кардана відносно осі редуктора, що приводить до коливання величини крутного моменту. Ситуація ускладнюється тим, що редуктор необхідно надійно закріпити. Дійсно, конічний редуктор кріпиться до копача, що переміщається у просторі. Крім того, при передачі крутного моменту створюється реактивний момент, який сприймає спеціальний кронштейн (або вуха), відлитий на корпусі редуктора. За допомогою цього кронштейна редуктор кріпиться до рами.

Корпус редуктора копачів виготовлений з ковкого чавуну КЧ45-7, що здатний сприймати знакозмінні навантаження. Однак, межа втоми цього чавуну дорівнює 105МПа, що у два рази нижче ніж, наприклад, у сталі 35Л (220МПа). У зв'язку з цим у деякої частини редукторів відбувається відрив кронштейна, що може привести до аварії.

Трапляється, що на корпусі утворюються тріщини, які на першій стадії, порушують зачеплення. Через це відбувається швидке руйнування шестерень. Тому є потреба у дослідженні конструкції редуктора для забезпечення надійності виконання технологічного процесу, що можна зробити, використовуючи спеціальний стенд для випробувань.

Для підвищення ймовірності безвідмовної роботи редуктора копачів запропоновано виготовляти корпус редуктора із сталі замість чавуну та ввести у конструкцію корпусу спеціальний кронштейн, який забезпечує надійне кріплення редуктора до рами машини.



УДК 621.326

Катрич О. – ст. гр. МТ - 21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНОЇ РАМИ МЕТОДОМ МІНІМУМУ ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТУ MATHCAD

Науковий керівник: д.т.н., професор Рибак Т.І.

Метод мінімуму потенціальної енергії деформації стержневих систем поєднує у собі ряд теорем теорій пружності, опору матеріалів, вищої математики. При розгляді плоскої просторово-навантаженої конструкції рами, враховуючи адитивність функцій потенціальної енергії деформації, можна записати вираз, який враховує потенціальну енергію деформації згину, кручення, зсуву, розтягу-стиску. [1]

$$U = U_M + U_K + U_N + U_Q; \quad (1)$$

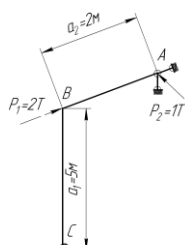


рис.1  
Задана  
система

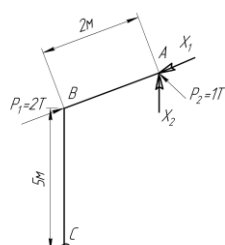


рис.2  
Основна  
розрахункова

Загальний вираз функції потенціальної енергії деформації рами  $U$  згідно розрахункової схеми (рис.1) можна записати як:

$$U = U_M + U_K; \quad (2)$$

де:  $U_M$  - потенціальна енергія рами при згині;  
 $U_K$  - потенціальна енергія рами при крученні.

Але для розрахунку крутний момент  $M_K$  на розрахунок статичної невизначеності не впливає, тому ми його не будемо враховувати.

Вираз функції потенціальної енергії для розрахункової схеми рис.2

$$U(M_A) := \frac{1}{2EI} \left[ \int_0^2 X_2 \cdot x^2 dx + \int_0^5 \left( X_1 \cdot x - P_1 \cdot x + X_2 \cdot 2 \right)^2 dx \right] \quad (3)$$

Систему канонічних рівнянь для визначення реакцій  $X_1$  і  $X_2$  отримаємо з умови мінімуму функції потенціальної енергії:

$$\begin{cases} \frac{\partial U}{\partial X_1} = 0 \\ \frac{\partial U}{\partial X_2} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Реакції знаходимо з рівнянь статички.

Диференціюємо за параметрами  $X_1$  та  $X_2$  підінтегральну функцію виразу (3), результати виразів прирівнюємо до нуля.

Проінтегрувавши отримані вирази за змінною  $x$  та підставляючи значення маємо:

$$X_1 = 0,274 \quad X_2 = 1,904$$

Як бачимо метод мінімуму потенціальної енергії входить в ряд аналітичних методів, не потребує побудови епюр, але ускладнюється математичними розрахунками. Цей недолік легко виправляється за допомогою пакета Mathcad, саме тому цей метод є одним з найкращих для розрахунку плоских просторово-навантажених конструкцій рам.

УДК 621.326

Кирик С. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ БУР'ЯНІВ І РОСЛИННИХ ЗАЛИШКІВ НА ГРЕБЕНІ КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Рогатинський Р.М.

В сучасному сільському господарстві збереглась тенденція до зменшення ручної і збільшення машинної частки праці. В умовах загального прагнення до підвищення продуктивності праці і нарощування обсягів виробництва стає актуальною розробка нових прогресивних машин і механізмів, які б дозволили країні забезпечити себе і витримати конкуренцію на міжнародному ринку.

Оскільки картопля є одним з найбільш вживаних продуктів в Європі, то для нас, як для аграрної країни, актуальним є вивчення питання її вирощування і реалізації.

При збиранні картоплі існує необхідність усунення або подрібнення бур'янів і рослинних залишків на гребені коренебульбоплодів, оскільки вищеперераховані чинники негативно впливають на підкопування рядків картоплі, руйнування і подрібнення піднятої скиби ґрунту, сепарації його та відділення бульб.

Робочими органами машин, що усувають рослинність є, найчастіше, різальні роторні, подрібнювальні ланцюгові, стрічкові бральні, бильні конструкції апаратів.

Проте вищезгадані пристрої не забезпечують повне усунення бур'янів і рослинних залишків по всьому профілю гребеня. Вони, як правило, ріжуть (збивають) рослини в рівень з верхньою його частиною. Тому виникає необхідність конструювання робочого органу, який міг би зрізувати (збивати) рослинність не тільки по вершинах, а й між картопляними гребенями.

Запропонована конструкція робочого органу являється роторного типу. Вона складається з вала 1, на який насаджено два диски 2, до яких в свою чергу механічно кріпляться ножі 3 (рис. 1). Ножі представляють собою прямі повернуті (один кінець відносно іншого) на 90° полоси, загострені наклепуванням або заточені на деякий кут леза з гартуванням ріжучої кромки і

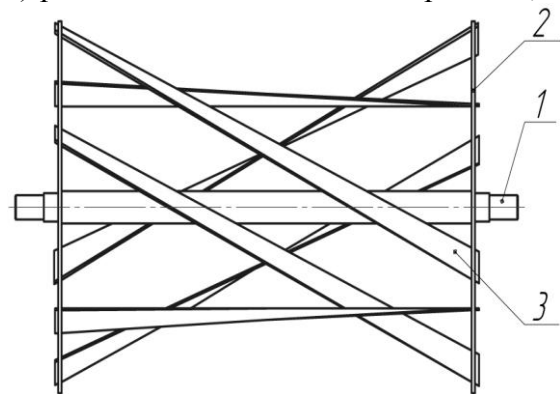


Рисунок 1 – Конструктивна схема робочого органу

збереженням в'язкості задньої (тилової) частини. В якості зменшення вартості, пропонується замість робочих ножів використати сталевий трос (або дріт), який розмістити в робочому органі аналогічним способом.

Вал пристрою встановлюється на опори кочення. Ротор приводиться в дію за допомогою гідромотора (привод можна здійснити використавши ланцюгову або пасову передачу). Даний агрегат працює в парі з шпилькою картоплекопалки, яка слугує копіром і в свою чергу задає висоту різання рослин.

Отже, цінність пристрою полягає в тому, що при обертанні, з вельми високою кутовою швидкістю, ножі наближено описують профіль гребеня, таким чином подрібнюючи бур'яни і рослинні залишки по всьому контуру гребеня.



УДК 631.312.021

Литвин П.– ст. гр. ХС-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ КОРПУС ПЛУГА

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабій А.В.

Розвиток машинобудування повинен йти шляхом жорсткої економії енергоресурсів. Ситуація сьогодення диктує саме такі умови. При вирощуванні сільськогосподарських культур землеробство забирає приблизно 60-70% всіх енергозатрат. Вагоме місце в цих процесах займає основний обробіток ґрунту - оранка.

Класична конструкція корпусу плуга складається з лемеша, полиці та польової дошки, які приєднано до відливу стояка. Декілька чи один корпус приєднуються до

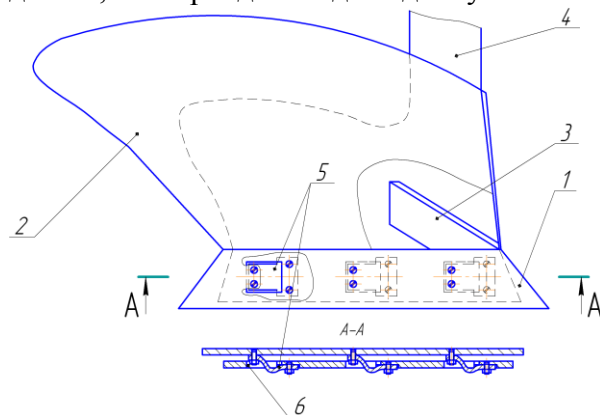


Рис. 1. Вдосконалений корпус плуга

рами, з'єднуються з трактором, приводяться в рух і технологічний процес виконується. Недоліком такої конструкції є великий тяговий опір. Нашим завданням було запропонувати таку конструкцію корпусу плуга, який би мав менший тяговий опір при виконанні аналогічного технологічного процесу. Дане завдання було вирішено наступним чином, рис. 1.

Вдосконалений корпус плуга складається з лемеша 1, полиці 2 та польової дошки 3, які приєднані до

відливу стояка 4. Причому, леміш 1 приєднано до відливу стояка 4 через приєднувальні елементи 5 у вигляді плоских пружин, які можуть забезпечити переміщення лемеша 1 у двох взаємно перпендикулярних площинах. Крім того, приєднувальні елементи 5 одним кінцем закріплено на лемеші 1, а іншим до відливу стояка 4 через виконане в ньому компенсаційне вікно 6. Корпус плуга працює наступним чином. У ненавантаженому стані, коли технологічний процес не виконується, тобто немає тиску пласта ґрунту на поверхню лемеша 1, приєднувальні елементи 5 як плоскі пружини відводять його вгору і вперед. Коли ж йде виконання технологічного процесу, то тиск пласта ґрунту на поверхню лемеша 1 створює силу, що деформує приєднувальні елементи 5, переміщуючи леміш 1 до відливу стояка 4. При цьому приєднувальні елементи 5 ховаються у виконаних компенсаційних вікнах 6, не створюючи зазору між лемешем 1 і відливом стояка 4. Оскільки руйнування або сколювання пласта ґрунту – це процес циклічний, тобто йде накопичення і розвиток тріщин в елементарній скибі до повного руйнування. Це відбувається на невеликій відстані при переміщенні корпусу плуга в орному шарі. Потім процес повторюється. Таким чином проходить чергове накопичення і перетворення потенціальної енергії деформації пружних приєднувальних елементів 5 в кінетичну енергію лемеша 1, яка витрачається на процес деформування і, відповідно, руйнування пласта ґрунту. Це дозволяє лемешем утворювати псевдорозріджений шар ґрунту перед ріжучою площиною для полегшеного різання і підвищеного активного самоочищення ріжучої кромки від рослинних та ґрунтових решток, що у підсумку суттєво знижує тяговий опір цілого корпусу плуга.

УДК 631.42

Пік В. – ст. гр. ХС-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИСІВНИЙ АПАРАТ ДЛЯ СІВБИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Хомик Н.І.

Одна з головних умов якісного посіву цукрових буряків – це суміщення операцій допосівного обробітку і сівби для максимального збереження вологи у ґрунті, що сприяє появі дружних сходів. Визначальним фактором для закладання густоти рослин є норма висіву насіння.

Отримання дружних сходів, при одночасному зниженні норми висіву до агротехнічно допустимої, можна добитися за рахунок підвищення якісних показників посіву насіння цукрових буряків, зокрема рівномірним розподілом насіння на оптимальну глибину; застосуванням дражованого насіння стійких проти хвороб, шкідників та несприятливих погодних умов сортів.

Висівний апарат є основною складальною одиницею сівалки. Базова модель ССТ-12Б обладнується комірково-дисковим висівним апаратом. Для видалення зайвих і неправильно укладених насінин з комірок диска, використовують ролик-чистик.

Комірково-дисковий висівний апарат не може бути використаний для посіву дражованого насіння цукрових буряків. Тому, що при обертанні активного ролика-чистика назустріч висівному диску, відбувається ковзання насіння, захоплюваного роликом відносно висівного диска, а також насіння, що знаходиться у комірках. Неправильний розподіл насіння у комірках відбувається навіть, якщо насіння є близьким до круглої форми. Відбиваючий ролик, що обертається, зустрічаючись із виступаючими частинами насіння, не може їх перемістити через заклинювання насіння у комірках висівного диска і, тому дробить їх. З часом у процесі роботи висівного апарату кількість роздрібнюваного насіння у бункері нагромаджується, що може привести до повного порушення точного висіву.

Підвищення якісних показників посіву цукрових буряків можна досягнути за рахунок виключення ушкодження дражованого насіння і отримання гарантованого однозернового висіву. Для цього пропонується удосконалений висівний апарат, що працює за моделлю системи точного висіву.

Такий висівний апарат складається з висівного диска з комірками і встановлений у бункері посівної секції сівалки. Дотичний з висівним диском відбиваючий ролик, що обертається, виконаний у вигляді жорсткої маточини, на якій змонтовані проміжне кільце і бандаж з матеріалів з різними коефіцієнтами пружності.

За рахунок різниці пружних властивостей матеріалів деталей висівного апарату, властивостей посівного матеріалу та регулювання процесу висіву виключається заклинювання насіння між роликом-відбивачем і висівним диском, що забезпечує однозерновий посів. Подача насіння має дві основні фази: западання насіння у комірки та видалення зайвого насіння з робочої поверхні диска. Для забезпечення достатнього ступеня заповнення комірок клубочками насіння при одночасному зменшенні ступеня їхнього дроблення, запропоновано встановити ролик-чистик так, щоб він поверхнею свого обода у задній частині торкався вертикальної осі диска висівного апарату.

Насіння видаляється з комірок висівного диска за рахунок вільного випадання і примусового виштовхування. Насіння, що заклинило у комірках, видаляється з них за допомогою пластинчатого клинового виштовхувача.

УДК 631.42

Плішко В. – ст. гр. ХС-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АГРЕГАТ ДЛЯ ПОСІВУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ У БОРОЗНУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Хомик Н.І.

Аналіз науково-технічних джерел щодо сільськогосподарської техніки для передпосівного обробітку ґрунту та сівби, дозволяє відзначити можливість об'єднання таких машин в одній прохід агрегату.

Основна технологія для виробництва цукрових буряків - інтенсивна, і включає усі чинники інтенсифікації: гібриди, систему основного, передпосівного обробітку ґрунту, догляд за посівами, застосування системи добрив і захисту рослин. Однак, недостатньо надано уваги приділено такому способу загортання насіння, як значне зменшення глибини посіву і створення мікроклімату при посіві насіння на дно борозни.

На основі зональної інтенсивної технології для посушливих умов пропонується застосовувати енергозберігаючу технологію, що базується на сівбі насіння у борозни. Ця технологія передбачає одночасне нарізання борозен, сівбу цукрових буряків та внесення гербіциду, що забезпечує зниження витрати палива та витрат енергії на 18...20%.

При розробці цієї технології перевага надається створенню умов для активізації росту і розвитку культурних рослин у конкретних погодних-кліматичних умовах.

Для забезпечення оптимальних умов посіву пропонується перед сівбою насіння цукрових буряків спеціальними робочими органами борозноробами формувати борозни глибиною 5...10см. При цьому відкривається вологе дно, у якому відразу ж за борозноробом рухається полозовидний сошник серійної сівалки ССТ-12Б. Орієнтовно, насіння цукрових буряків буде загортатися на глибину 3...4см. Мілке загортання у вологий шар забезпечить швидкі і одночасні сходи і однаковий розвиток рослин у їх наступні фази. Це створить оптимальні умови догляду за посівами, тобто застосування у певні терміни агротехнічних та хімічних заходів боротьби з бур'янами та шкідниками.

Для реалізації ресурсозберігаючої технології запропонований комбінований агрегат АК-5,4, який в одній прохід виконує наступні технологічні операції: нарізка борозен; сівба цукрових буряків; внесення робочих розчинів гербіцидів по ширині борозни; загортання насіння і робочих розчинів гербіцидів; ущільнення рядка; вирівнювання рядка. Агротехнічні операції, пов'язані з посівом, загортанням, ущільненням і вирівнюванням виконуються робочими органами просапної пневматичної сівалки типу ССТ-12Б.

Для сівби насіння цукрових буряків у борозну, із використанням прийнятих конструктивних рішень, як тягова машина, застосовується трактор ДТ-75М. На передній частині рами трактора за допомогою перехідних кронштейнів монтується обприскувач-підживлювач ПОМ-630, на задній гідравліці - сівалка ССТ-12Б.

Для проведення сівби цукрових буряків у борозну сівалка обладнується борозноробами та пристосуванням для смугового внесення гербіцидів. Для забезпечення повздовжньої стійкості посівного комбінованого агрегату на передню балку трактора монтують додаткові вантажі масою 780кг.

Для копіювання рельєфу поля і забезпечення заданої глибини формування борозни борознороб монтується на гряділі із паралелограмною підвіскою.

УДК 621.326

Плішко І. – ст. гр. МТ-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНОЇ РАМИ МЕТОДОМ ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Науковий керівник: д.т.н., професор Рибак Т.І.

Розрахунок статично невизначеної просторової системи проводимо методом мінімуму потенціальної енергії деформації.

Складемо рівняння повної енергії деформації, враховуючи діючу деформацію згину від реакцій  $X_1, X_2$  (1)

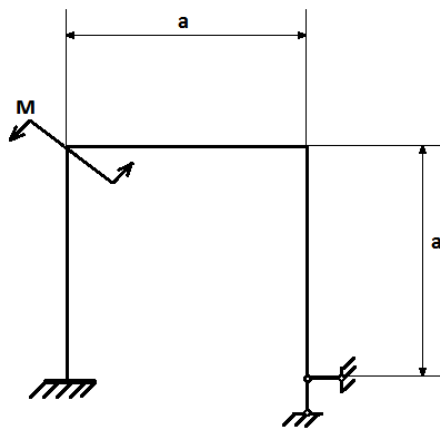


Рис.1  
Задана система

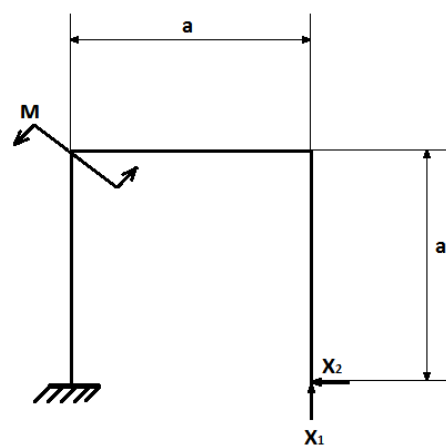


Рис.2  
Основна розрахункова

схема

$$U(x_1, x_2) := \frac{1}{2 \cdot E \cdot I} \cdot \left[ \int_0^a (-x_2 \cdot x)^2 dx + \int_0^a (x_2 \cdot a + x_1 \cdot x)^2 dx + \int_0^a (-x_2 \cdot a - M - x_1 \cdot a + x_2 \cdot x)^2 dx \right]$$

Згідно умови мінімуму потенціальної енергії деформації (2) отримаємо невідомі значення реакцій  $X_1, X_2$

Приймаємо  $a=5$ ;  $M=10$ ;  $E=2 \times 10^{-5}$ ;

$$\frac{\partial}{\partial x_1} U(x_1, x_2) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x_2} U(x_1, x_2) = 0$$

$$\text{Тоді } X_1 = -\frac{21}{11}; X_2 = \frac{6}{11}$$

Завдяки легкій алгоритмізації і програмуванню цього методу, весь процес розрахунку проведено в пакеті MathCAD.

УДК 669.539

Провальний О. – ст. гр. ХС-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ СХЕМ ПРИВОДУ ПРОСАПНИХ ФРЕЗЕРНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Олексюк В.П.

Особливістю просапних фрезерних культиваторів є необхідність передачі крутного моменту окремим секціям фрези, які працюють в міжряддях сільськогосподарських культур.

Найбільше розповсюдження отримали фрези із центральним ланцюговим (ФПУ-4,2, ФК-2,7) або шестеренним приводом (ФКШ-2,7, С-59). Клинопасовий привід з консольним розміщенням шківів застосовується рідко. Високі динамічні навантаження примушують застосовувати в передачах фрез важкі ланцюги з великим запасом міцності. Це призвело до збільшення ширини редуктора секції, в результаті чого значно збільшилась зона необроблюваного простору між правою і лівою частинами фрезерної секції.

Питання забезпечення повного розпушування міжряддя просапних культур вирішується різноманітно. Найбільш простим способом вирішення є установка під кожною секцією пасивного розпушувача-гребенеріза, у вигляді сталюї полоси, яка зігнута в середній частині так, що вертикальна стійка в місцях кріплення поступово переходить в похиле положення і утворює тупий кут входження у ґрунт. Хоча на твердих ґрунтах гребенерізи подібних конструкцій не є ефективними.

Відомими є конструктивні схеми приводу фрези, при яких робочі органи підрізають ґрунт під картером секції без застосування різних гребенерізів. Так, в деяких конструкціях культиваторів привід секції фрези здійснюється за допомогою вала, в середній частині якого (в проміжку між конічним редуктором і опорним підшипником) є колінчастий вигин. Поворот колінчастого вала на 180° дає можливість безперешкодного проходження зігнутого крила ножа то лівого, то правого диска. Недоліком такого пристосування є необхідність строго визначеного передаточного відношення редуктора фрези. Однак такий привід є конструктивно простим, забезпечує стабільну глибину розпушення ґрунту по всій полосі обробки і повне підрізання бур'янів.

Дещо складніше це завдання вирішується при використанні фрезерних секцій з похилими дисками, що обладнанні Г-подібними ножами. Одним із варіантів приводу в даному випадку є черв'ячна передача в поєднанні із шарніром Гука. Тут крутний момент від джерела передається на черв'як і черв'ячне колесо, на осі котрого закріплено диск фрезерної секції. Розміщення валів під більшим кутом зменшує можливість передачі великих навантажень.

Значною роботоздатністю характеризується привід секції фрези ФПН-2,8А. В даній конструкції диски секції фрези розміщені не на нижньому валу, як в серійних просапних фрезах, а на підшипниках, які встановлені на ексцентрикових цапфах, через які проходять кінці нижнього вала секції.

Фрезерні секції з похилими дисками задовільняють практично всім вимогам, хоча конструктивно вони є дещо складнішими. Однак є напрямки і засоби вдосконалення приводів, шляхом застосування таких прогресивних їх типів, як наприклад, гідромеханічні, електричні та ін.

УДК 621.326

Романовська К. – ст. гр. МТ-22

Тернопілький національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНОЇ РАМИ НАВАНТАЖЕНОЇ ЗОСЕРЕДЖЕНОЮ СИЛОЮ В МЕТОДОМ МІНІМУМУ ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Науковий керівник : д.т.н., професор Рибак Т.І.

Розрахунок статично невизначеної просторової системи проводимо методом мінімуму потенціальної енергії деформації.

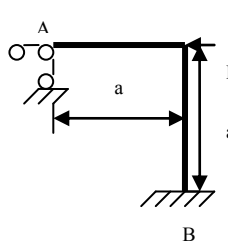


Рис. 1

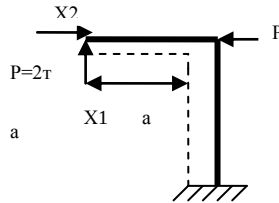


Рис. 2

### Задана система

### Основна розрахункова система

Складаємо рівняння повної енергії деформації, враховуючи діючу деформацію згину від реакції  $X_1$ ,  $X_2$ . (1)

$$U = \frac{1}{2EI} \left( \int_0^a (x_1 x)^2 dx + \int_0^a (x_1 a + x_2 x - Px)^2 dx \right)$$

$$x_1 a - Px + x_2 x$$

Згідно з умови мінімуму потенціальної енергії деформації (2) отримуємо невідомі значення реакцій  $X_1$  і  $X_2$ .

$$\frac{\partial U}{\partial X_1} = \frac{1}{2EI} \left( 2 \int_0^a x_1 a^2 dx + 2 \int_0^a (x_1 a + x_2 x - Px) a dx \right) = \frac{1}{2EI} \left( x_1 \frac{x^3}{3} \Big|_0^a + (x_1 a^2 x + x_2 a \frac{x^2}{2} - Pa \frac{x^2}{2}) \Big|_0^a \right) = \quad (1)$$

$$= \frac{1}{2EI} \left( x_1 \frac{a^3}{3} + x_1 a^3 + x_2 \frac{a^3}{2} - P \frac{a^3}{2} \right) = \frac{1}{2EI} \left( x_1 \frac{4}{3} a^3 + x_2 \frac{a^3}{2} - P \frac{a^3}{2} \right) = 0$$

$$\frac{\partial U}{\partial X_2} = \frac{1}{2EI} \left( 2 \int_0^a (x_1 a + x_2 x - Px) x dx \right) = \frac{1}{2EI} \left( x_1 a \frac{x^2}{2} + x_2 \frac{x^3}{3} - P \frac{x^3}{3} \right) \Big|_0^a = \quad (2)$$

$$= \frac{1}{2EI} \left( x_1 \frac{a^3}{2} + x_2 \frac{a^3}{3} - P \frac{a^3}{3} \right) = 0$$

З рівняння (1) і (2) отримуємо :

$$\begin{cases} \frac{4}{3} X_1 + \frac{1}{2} X_2 - \frac{1}{2} P = 0 \\ \frac{1}{2} X_1 + \frac{1}{3} X_2 - \frac{1}{3} P = 0 \end{cases} \Rightarrow X_1 = \frac{2}{3} P - \frac{2}{3} X_2$$

$$\frac{8}{9} P - \frac{8}{9} X_2 + \frac{1}{2} X_2 - \frac{1}{2} P = 0$$

$$\frac{8}{9} P - \frac{1}{2} P = \frac{8}{9} X_2 - \frac{1}{2} X_2$$

$$X_2 = P$$

$$X_1 = 0$$

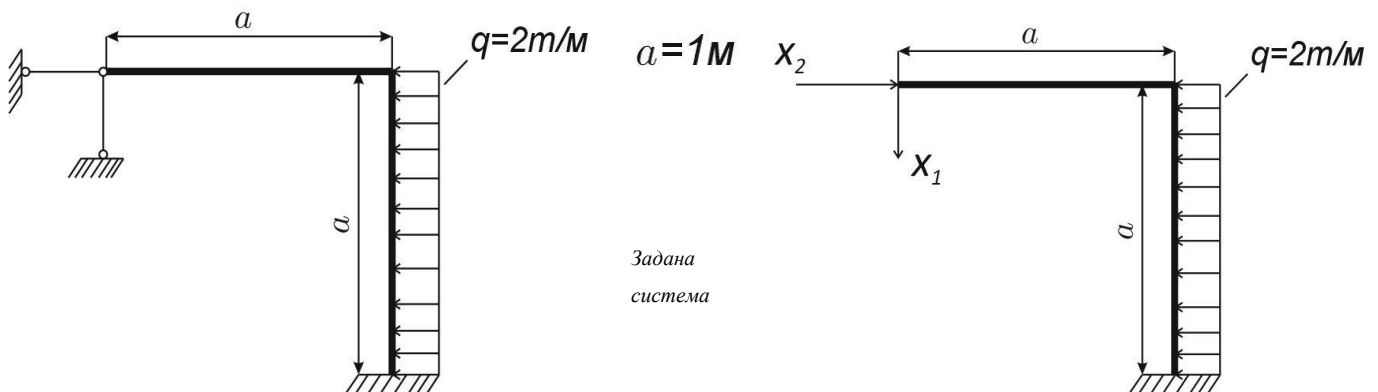
УДК 621

Семянів А. – ст. гр. МТ-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНОЇ РАМИ, ЗАВАНТАЖЕНОЇ РІВНОМІРНО РОЗПОДІЛЕНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Науковий керівник: д.т.н., професор Рибак Т.І.



Задана  
система

Основна розрахункова система

Розрахунок статично невизначеної рами методом мінімуму потенціальної енергії

$$U = \frac{1}{2 \cdot E \cdot I} \left[ \int_0^a (-x_1 \cdot x)^2 dx + \int_0^a \left( q \cdot \frac{x^2}{2} - x_1 \cdot a - x_2 \cdot x \right)^2 dx \right]$$

Згідно з умови мінімуму потенціальної енергії деформації знаходимо невідомі реакції  $x_1$  і  $x_2$

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial x_1} U = 0 \\ \frac{\partial}{\partial x_2} U = 0 \end{cases}$$

Після обчислень отримуємо  
 $x_1 = -1/14$

$$x_2 = 6/7$$

УДК 631.251.2

Шуста Т. – маг. гр. М-07182

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

## УДОСКОНАЛЕНА КОНСТРУКЦІЯ ГРАБЛІВ-ВОРУШИЛОК

Науковий керівник: к.т.н., доц. Онищенко В.Б.

Розвиток конструкцій граблів-ворушилок відбувається у напрямку підвищення їх продуктивності, зменшення габаритних розмірів машин в транспортному положенні при зростанні ширини захвату та вдосконаленні конструкції робочих органів. За кордоном основу парку цих машин складають спеціалізовані одно- і двороторні ротаційні граблі, модульні ворушилки і валкоутворювачі.

З метою інтенсифікації процесу сушіння або пров'ялення трав налагоджено виробництво широкозахватних ворушилок шириною захвату 7,5 м і 10,0 м. Це ворушилки ВВ-7,5, ВВ-10,0, а також граблі-валкоутворювачі ГВБ-6,2.

На території України широко використовуються граблі-ворошилки роторні причіпні ГВР-6Б (рис. 1) призначені для згрібання свіжоскошеної або пров'яленої трави у валки, ворущіння її в прокосах, обертання, розкидання і здвоювання валків. Агрегатуються граблі з тракторами МТЗ-80; МТЗ-82 і ЮМЗ-6АЛ.



Рис. 1. Граблі-ворошилки роторні ГВР-6

Ширина захвату грабелів при ворущінні 4,5 м, при згрібанні 6 м. Граблі включають: лівий і правий ротори, праву і ліву поперечину, сницю, розтяжки, два конічних і один циліндровий редуктори, два валкоутворюючих щитка, карданну передачу, гідросистему, огорожу, карданний вал. В процесі роботи ротори секцій здійснюють зустрічне обертання в горизонтальній площині.



а

Двורותорні граблі – валкоутворювачі Swadro 1401 є багатофункціональними, які за вибором можуть укладати бічні або здвоєні валки.

Swadro 1401 має на правому і на лівому роторі по 13 граблин з 4 подвійними зубами на кожній. Маючи довжину 6,5 м Swadro 1401 є надзвичайно компактним. Компактна конструкція має переваги на невеликих ділянках.



б

Запропонована удосконалена конструкція граблів-ворушилок відцентрових ВЦН-Ф-3, яка складається з рами, колісного ходу, який регулюється по висоті, двох роторів із закріпленими на них ворушилками і двох валкоутворюючих щитків.

Рис. 2. Розташування роторів граблів-валкоутворювачів Swadro 1401 при бічному (а) та фронтальному (б) укладанні валків

З метою підвищення ефективності роботи роторних граблів запропоновано робочий орган відцентрових граблів-ворушилок, бережливість дії якого на траву досягається створенням потоку повітря, який здатний підняти скошені рослини над стернею. Це дозволяє зменшити взаємодію рослин із стернею, а відтак і механічні втрати.



УДК 621.326

Штурма В. – ст. гр. МТ-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНОЇ РАМИ МЕТОДОМ ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Науковий керівник: д.т.н., професор Рибак Т.І.

Розрахунок статично невизначеної просторової системи проводимо методом мінімуму потенціальної енергії деформації. Складемо рівняння повної енергії деформації, враховуючи діючу деформацію згину від реакцій  $X_1, X_2$  (1)

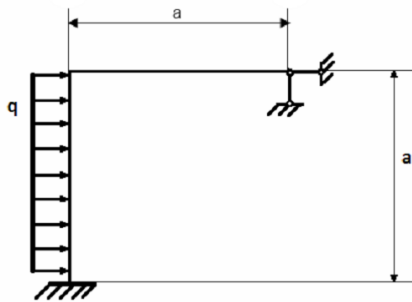


Рис.1  
Задана система

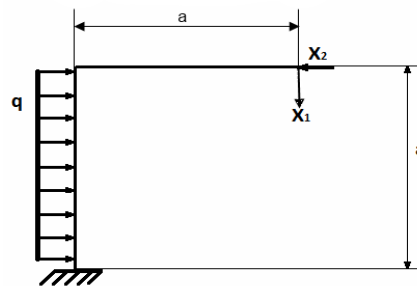


Рис.2  
Основна розрахункова схема

$$U(x_1, x_2) := \frac{1}{2 \cdot E \cdot I} \cdot \left[ \int_0^a \left( x_1 \cdot a + x_2 \cdot x - q \cdot \frac{x^2}{2} \right)^2 dx + \int_0^a (x_1 \cdot x)^2 dx \right]$$

Згідно умови мінімуму потенціальної енергії деформації (2) отримаємо невідомі значення реакцій  $X_1, X_2$

Приймаємо  $a=2$   $q=3$

$E=2 \times 10^{-5}$ ;

$$\frac{\partial}{\partial x_1} U_{x_1, x_2} = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x_2} U_{x_1, x_2} = 0$$

$$\text{Тоді } X_1 = -\frac{3}{14}; X_2 = \frac{18}{7}$$

Завдяки легкій алгоритмізації і програмуванню цього методу, весь процес розрахунку проведено в пакеті MathCAD

[1].Рибак Т.І.Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин.-ВАТ ВПК «Збруч»,2011.-33.

УДК 621.326

Цьонь О. – ст. гр. ХСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРО СТЕНД ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ РЕДУКТОРІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН**

Науковий керівник: ст. викл. Довбуш А.Д.

Ефективність і технологічна надійність коренезбиральної техніки впливає на основні агротехнічні характеристики врожаю. Підвищення надійності всього процесу збирання відбувається в основному за рахунок зниження питомої метало- та енергомісткості конструкцій, зниження динамічного і вібраційного навантаження вузлів і деталей, забезпечення необхідного ресурсу роботи конструкцій.

Враховуючи високу вартість випробувань, особливо польових, необхідним при конструюванні сільськогосподарських машин є пошук досконалих і ефективних інженерних методів розрахунку на міцність основних несучих складових частин машини чи окремих елементів конструкцій. Проте потреба у проведенні експериментальних досліджень розроблених чи удосконалених конструкцій робочих органів є очевидною.

Випробування робочих органів сільськогосподарських машин можна проводити на спеціальних стендах, полігонах і безпосередньо в умовах експлуатації при виконанні заданого технологічного процесу. Особливістю стендових і полігонних випробувань є їхня незалежність від погодних умов, пори року і сезонності робіт. На полігонах і стендах можна відтворювати експлуатаційні режими роботи деталей і вузлів нормально або форсовано по навантаженню або циклічності його прикладання. Тому широкого застосування набувають стендові випробування машин і та елементів їх конструкцій, які дозволяють перевірити ефективність знайдених рішень безпосередньо під час проведення випробувань. Основною умовою стендових випробувань є максимально можливе відтворення, тобто імітація, експлуатаційних умов.

Одним із елементів приводу дискових копачів коренезбиральних машин є конічний редуктор, деталі якого зазнають руйнувань у процесі експлуатації. Для дослідження удосконалених конструкцій редукторів копачів коренезбиральних машин запропоновано стенд для випробування редукторів. Аналізуючи методи навантаження стендів, вважаємо, що навантаження з використанням замкнутого контуру є найбільш прийнятним. Тому із редукторів, які будуть підлягати випробуванню, наладжують замкнутий контур. Для його замикання можна використовувати додаткові редуктори, які мають таке передаточне відношення, яке при замиканні створює однакові оберти замикаючого валу.

У сільськогосподарських машинах вали редукторів мають значне радіальне навантаження. Тому в замикаючий контур включають прилади, які навантажують вал радіальним навантаженням. Для цього використовують пружні кільця, їх розтягують і за рахунок пружної деформації кільця утворюється радіальне навантаження.

Виконано розрахунок основних елементів стенду для випробування редукторів копачів, зокрема, підібрано електродвигун, насос, дросель.

Стендові випробування значно скорочують час випробувань. Розроблений стенд також може бути використаний для проведення досліджень з метою підвищення технічних характеристик редукторів – зниження ваги, підвищення довговічності.

Секція:

**Машинобудування**

УДК 621.81

Бесага В. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІБРОІЗОЛЯТОРІВ ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Дичковський М.Г.

При сучасному розвитку техніки, із підвищенням швидкостей робочих органів механізмів і машин та широкому впровадженню в технологію виробництва вібраційних процесів, шкідлива дія вібрацій на машини і механізми виражається у зниженні коефіцієнта корисної дії (ККД), швидким зношуванням деталей, порушенням технологічних процесів та показів контрольно-вимірювальних приладів та апаратури.

Вібрації крім руйнівної дії на машини, обладнання і конструкції, спричиняють шкідливий вплив на організм людини.

Статистика свідчить, що значна частина поломок та аварій є результатом недопустимих амплітуд коливань. Зменшення амплітуд коливань або швидкості вібрацій машин та іншого обладнання, а також зміна збуджуючих частот з переводом їх у діапазон мінімальної чутливості суттєво покращують умови роботи, підвищують ККД та різко знижують аварійність на виробництві. Основна ціль віброізоляції металорізальних верстатів із динамічними перевантаженнями зводиться до зменшення амплітуди коливань які передаються від джерела на конструкцію фундаменту.

Усунення вібрацій у машинобудівному виробництві здійснюється за рахунок конструктивних і технологічних заходів: зміною жорсткості, або маси елементів конструкції машин та їх елементів для зменшення амплітуд коливань і усунення резонансних явищ; використанням матеріалів здатних поглинати енергію коливань; використанням матеріалів прокладок що утримують передачу коливань від одних деталей до інших. Для зменшення амплітуди коливань машин і обладнання (верстату) застосовують пружинні амортизатори і пружні прокладки. Досвід науково-дослідницьких робіт дозволяє встановити аналітичні залежності між амплітудою коливань і числом обертів, як для швидкохідних, так і для тихохідних верстатів (машин). Оскільки зусилля пропорційні квадрату частоти, то до швидкохідних ставляться більш жорсткі вимоги.

Показником якості ізолятора є коефіцієнт амортизації. Коефіцієнт характеризує величину динамічної дії агрегату через амортизатори на фундамент. Віброізоляція тим краща чим менше значення коефіцієнта амортизації.

Для забезпечення ефективної віброізоляції необхідно, щоб сумарна вага верстату і фундаменту була, як можна більшою, що забезпечує зменшення власної частоти коливальної системи, сприяючи тим самим зменшення коефіцієнта передачі.

Критерієм необхідної жорсткості віброізоляторів є власна частота системи, яку вона буде мати після встановлення на віброізолятори. Ефективне зниження вібрацій низької частоти в більшості випадків можливе лише за допомогою амортизаторів із сталених пружин. Розрахунок пружинних амортизаторів зводиться до визначення діаметра пружини і числа витків.

Гумові амортизатори мають значно простішу конструкцію і їх розрахунок полягає у визначенні висоти, поперечних розмірів та кількості прокладок.

УДК 621.9

Гульоватий С.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ СПІРАЛЕЙ ШНЕКІВ З ПІДСИЛЕНОЮ ОСНОВОЮ**

Науковий керівник: д. т. н., проф. Гевко Б.М.

Спосіб виготовлення спіралей з підсиленою основою, який включає в себе виготовлення плоскої заготовки 2 і швелера 1 заданих розмірів з наступним навівання спіралі швелера 3 з U- подібними ребрами 4 на оправку на заданий крок в такій послідовності: перша операція – нарізання плоскої заготовки 2 для виготовлення швелера 1 заданих розмірів. Друга операція – формування швелера 3 відомим способом. Третя операція – навівання спіралі швелера 3 на оправку з розміщенням з U- подібних ребер 4 по зовнішньому діаметру. Четверта операція здійснюється виготовленням стрічкової заготовки 5 способом навівання на оправку. П'ята операція здійснюється тангенціальною подачею стрічкової заготовки 5 в простір між U- подібними ребрами 4 спіралі швелера 3 з попереднім натягом і формуванням спіралей 5 зі стрічкової заготовки 6.

Після цього проводять зварювання контактним способом з прикладанням зварювального зусилля до U-подібних 4 ребер швелерної гвинтової заготовки 3 і спіралі 5 з нагрівом струмами високої частоти відомою установкою, яка на кресленні не показана. Ця операція виконується на токарному або іншому верстаті з підігрівом зон контакту двох елементів 4 і 5 струмами високої частоти відомої контактної зварювальної установки.

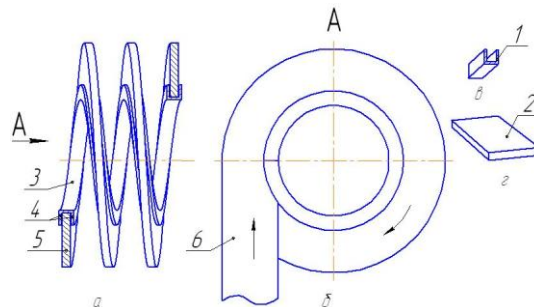


Рис. 1. Спіраль з підсилюючою основою.

Основні операції способу виготовлення спіралі з підсиленою основою здійснюється на наступному обладнанні: різка заготовок здійснюється на гільйотинних ножницях моделі КМ 3/200 або інші, навівання гвинтових швелерних заготовок зі швелера і стрічки здійснюється на токарному верстаті 16К20 або ДИП-200 чи ДИП-300 в залежності від розмірів спіралей і зусилля формоутворення. Наступна операція здійснюється тангенціальною подачею стрічкової заготовки в простір між U-подібними ребрами 4 спіралі швелера 3 попереднім натягом і при цьому здійснюється формування спіралі між U-подібними ребрами 4, ширина між якими є більшою товщини стрічкової заготовки 6, зварювання деталей здійснюється зварювальною контактною машиною відомої конструкції.

До переваг способу виготовлення спіралей з підсиленою основою слід віднести розширення використання і підвищення жорсткості конструкції і її експлуатаційної надійності і довговічності.



УДК 62-238.9

Вільчик М. – ст. гр. М-41

*Гусятинський коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГАЙКИ ПРУЖНОЇ СПІРАЛЬНОЇ**

Науковий керівник: к.т.н. Гудь В.З.

Елементи різьбових з'єднань в умовах вібрації піддаються знакозмінним навантаженням, що розбовтують і ослабляють з'єднання, у зв'язку з чим, потрібний захист з'єднань від розкручування. Найбільш поширене використання пружинних шайб. Проте шайба ефективно працює тільки при стискуванні з'єднання зусиллям до 600 кг. Для ряду конструкцій, наприклад рейкових стиків, зусилля значно перевищують вказані і різьбові з'єднання з часом розбовтуються. Внаслідок цього кінці рейок не співпадають, з'являються динамічні навантаження від ударів колеса на стиках і рухомий склад створює ударні і коливальні навантаження, що призводять до передчасного зносу полотна.

Застосування гайки пружної спіральної (ГПС) вирішує ці проблеми. Завдяки конструкції корпусу у вигляді пружини, дія вібрації на робочий торець призводить не до розкручування, а навпаки, до самозатягування. Упродовж півтора років проводились експлуатаційні випробування дослідної партії гайок ГПС, які показали, що жодна гайка не відкрутилася, а там, де з'єднання піддавалися великим навантаженням, зафіксовано самозатягування на кут від 10 до 90 градусів по колу гайки.

Міцність гайки ГПС у декілька разів перевищує міцність стандартної стикової гайки (ГОСТ 11532-76). При стендових випробуваннях на розрив гайки ГПС не зруйнувались при навантаженнях в 42 тонни. В той же час стандартна стикова гайка сповзла з болта при навантаженнях в 12 тонн.

При накручуванні на болт, гайка ГПС розширюється і щільно обтискає різь болта за усім профілем. Площа контакту гайки ГПС з поверхнею різь болта більше ніж у стандартної гайки більш ніж в 2 рази. При цьому, по своїх габаритах і вазі гайка ГПС менша за стандартну. Після відкручування, гайка приймає попередні розміри без залишкових деформацій.



Рисунок 1 –  
Гайка пружна  
спіральна

Форма гайки ГПС і її конструктивні особливості забезпечують захист різьбового з'єднання від стороннього втручання і неможливість виконання будь-яких операцій з гайкою без залучення спеціального оснащення.

Гайка ГПС виконана у вигляді циліндричної спіральної пружини навитої із сталевого профілю.

Дослідні партії спіральних гайок успішно апробовані протягом 3-х років на швидкісних і високонавантажених ділянках Донецької залізниці і на 5-ти вітках стрілочних електроприводів Придніпровської залізниці.

Контрольні спостереження показали, що з моменту експлуатації гайок затягування болтів не порушене, підтяжка гайок за період випробувань не проводилась, що свідчить про надійність болтового з'єднання. Відмічено зменшення експлуатаційних витрат в результаті відсутності необхідності виконання робіт по підтягуванню гайок.

УДК 621.825.5

Євтодій Ю. - магістр

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

## **АНАЛІЗ РОБОТИ ГВИНТОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ ІЗ ЗМІННОЮ ТРАЄКТОРІЄЮ РУХУ ВАНТАЖУ**

Науковий керівник: к.т.н. В. М. Рибалко

У процесі виробництва насіння овочевих культур часто використовують транспортуючі засоби із проміжним розвантаженням та змінною траєкторією руху вантажу. Ці транспортери виконують функції переміщення маси насіння, його перемішування та забезпечують рівномірний розподіл насіння на сушильних поверхнях. В основному ці функції виконують гвинтові транспортери.

Існуючі конструкції транспортерів із змінною траєкторією руху вантажу передбачають використання гнучкого вала із гвинтовою поверхнею. Недоліками цих транспортерів є: інтенсивне зношування робочої поверхні гвинта; значні витрати енергії на подолання сил тертя, які виникають у процесі транспортування вантажу; обмежений кут повороту рухомої частини транспортера. Гнучкий вал гвинтового транспортера використовують у поєднанні із гнучким кожухом, тому для зміни місця розвантаження, його переміщують вручну. Гнучкість кожуха і вала не забезпечують необхідних кутів повороту рухомої частини транспортера, оскільки він обмежується величиною пружної деформації гвинтової поверхні, яка жорстко кріпиться на валу.

Запропоновано конструкції гвинтового транспортера, який складається із завантажувальної (нерухомої) та розвантажувальної (рухомої) секцій. Обидві секції мають жорсткі вали із гвинтовою навивкою, кожухи циліндричної форми, які розміщені паралельно один відносно іншого. Кожухи мають завантажувальні та розвантажувальні вікна, причому вивантажувальне вікно нерухомої секції з'єднано еластичним патрубком із завантажувальним вікном рухомої секції. Секції з'єднанні за допомогою вала механізму повороту, який складається із мотор-редуктора, запобіжної муфти та ланцюгової передачі. Кожна секція має індивідуальний привод, який складається із мотор-редуктора і запобіжної муфти.

Перевагами такого транспортера є: постійний зазор між витками гвинта та поверхнею кожуха, навіть при змінні напрямку транспортування вантажу; кут повороту рухомої частини транспортера –  $\alpha=120^0 \dots 140^0$ ; вал транспортера (секції) не потребує проміжних опор.

Порівнюючи розрахункові технологічні та енергетичні показники існуючого та запропонованого транспортерів, прийшли до висновку, що запропонований транспортер потребує на 12...15% менше витрат потужності на переміщення вантажу. Продуктивність такого транспортера, завдяки індивідуальному приводу та використанню частотного перетворювача, може змінюватися, залежно від технологічних потреб виробництва, у межах 16...20%. Індивідуальний привод кожної секції дозволяє вибрати оптимальний режим роботи транспортера, залежно від фізико-механічних властивостей вантажу за рахунок регулювання швидкості обертання вала  $n_v$  шнека, змінювати продуктивність  $Q$  транспортера. Коефіцієнт заповнення  $\psi$  змінюється за рахунок зменшення витрат на проміжних опорах, особливо у похилих транспортерах, що позитивно впливає на продуктивність транспортера. На величину коефіцієнта заповнення  $\psi$  впливає спосіб завантаження.

УДК 621.11

Мазура Ю. – магістр

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ РУХУ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ КОЗЛОВОГО КРАНА**

Науковий керівник: д.т.н., професор Ловейкін В. С.

Під час руху козлового крана на ділянках перехідних процесів (пуск, гальмування) виникають динамічні навантаження в елементах приводу, металокопструкції. Крім того, спостерігається значне розгойдування вантажу на гнучкому підвісі, яке також приводить до додаткових навантажень на металокопструкцію крана та зменшує точність позиціонування вантажу при виконанні монтажних і транспортних операцій.

Для дослідження динаміки руху козлового крана запропонована динамічна модель механізму переміщення, в якій враховано основний рух крана, а також коливання вантажу на гнучкому підвісі. При цьому вважається, що всі елементи приводного механізму переміщення крана та металокопструкції є абсолютно твердими тілами, а канат механізму підйому вантажу є абсолютно жорстким. Рух крана розглядається лише в площині його переміщення. Таким чином динамічна модель козлового крана представляється у вигляді математичного маятника з масою вантажу  $m$ , яка з'єднана з масою крана  $m_1$  за допомогою невагомого і нерозтяжного каната довжиною  $l$ . При цьому маса крана  $m_1$  переміщується вздовж деякої осі  $x$ , а вантаж здійснює коливання на гнучкому підвісі відносно її центра мас. В такій динамічній моделі за узагальнені координати прийняті координати центрів мас крана  $x_1$  і вантажу  $x_2$ . Рушійний момент  $M_p$  двигунів і момент сил опору по переміщенню крана  $M_o$ , приведені до приводних коліс крана радіусом  $R$ . Також прийняте припущення, що кут відхилення вантажного крана від вертикалі  $\alpha$  є незначним і можна прийняти, що  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

Для складання диференціальних рівнянь руху козлового крана, представленого наведеною динамічною моделлю використано рівняння Лагранжа другого ряду. В результаті чого отримана система диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} m_1 \cdot \ddot{x}_1 + m_2 \cdot \ddot{x}_2 = M_p (\dot{x}_1) / R - M_o / R \text{Sign}(\dot{x}_1); \\ \ddot{x}_2 = -(x_2 - x_1)g / l \end{cases}$$

Отримана система рівнянь є нелінійною, оскільки рушійний момент описується складною функцією від швидкості руху крана  $x_1$  (для асинхронного електродвигуна формула Клосса), а момент сили опору також залежить від  $\dot{x}_1$  через функцію  $\text{Sign}$ , яка визначає напрям  $M_o$  в залежності від напрямку швидкості  $x_1$ . Тому для конкретних параметрів крана ці рівняння необхідно розв'язувати чисельними методами.



УДК 633.11

Сачик А. – магістр

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

## **АНАЛІЗ МОЛОТИЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Ловейкін В. С.

Одна з найважливіших сільськогосподарських машин, що здатна виконувати відразу кілька різних операцій – це комбайн. Головною частиною кожного з комбайнів є молотильний пристрій, від дієздатності якого залежить ефективність роботи машини. Тому важливим є аналіз конструкції саме молотильного пристрою зернозбирального комбайна.

Молотильні апарати більшості комбайнів світу мають схожі конструктивні схеми і процес роботи. Тому в загальному молотильний апарат складається (рис.1) з бильного барабана 1, решітчастого стану підбарабання 2 (деки) та механізмів привода і регулювання.

Барабан має вигляд ротора, вал 3 якого обертається на двох підшипниках кочення. На валу закріплені диски 4. До дисків приклепано підбильники 5, а до них закріплено сталеві штаби з рифлями – били 6. Привод барабана здійснюється від вала відбійного бітера гідрофікованим клинопасовим варіатором.

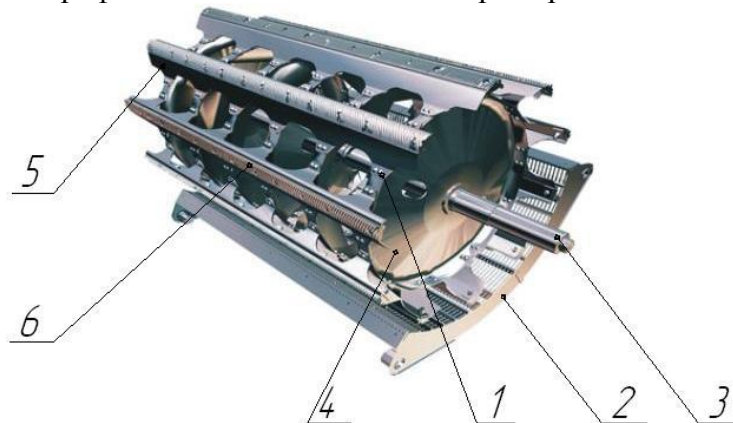


**Рис.1 Молотильний пристрій.**

Відрізняються молотильні апарати лише конструкцією певних елементів молотильного пристрою. Так, наприклад, відповідно до патенту № SU 1132842, крім бил на барабані встановлені опуклі назовні щитки, перекриваючі міжбильний простір. А в патенті № SU 1271439 запропонована конструкція барабана, в якій били замінені клинами з зубчастими криволінійними секторами. Відповідно до патенту № SU 1653517 на барабані встановлені додаткові елементи – циліндрові металеві пальці, обгумовані пальці і еластичні щітки. Метою всіх запропонованих в патентах конструкцій молотильного пристрою є інтенсифікація процесу вимолоту і покращення сепарації зерна, при зниженні його травмування. Проте при розробці даних конструкцій не враховувалась можливість накопичення на барабані значної кількості пилу технологічної маси. А це призводить до дисбалансу барабана, в результаті чого барабан піддається вібрації, що переходить на підшипники і інші частини комбайна, включаючи комбайнера. Тому виникає потреба у розробці такої конструкції молотильного пристрою, що враховувала б вищевказану проблему, а також цілі поставлені в патентах по створенню конструкцій молотильних пристроїв.

УДК 633.11

Пирогов О.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕВАТОРІВ ТА ЗЕРНОВИХ СХОВИЩ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Човнюк Ю.В.

Як свідчить світова практика, будь-якій країні потрібні потужності з перевалки та зберігання зерна обсягом на 10% більше, ніж середньорічна середньостатистична врожайність. В Україні урожайність зернових становить 40 млн. тонн на рік, а потужності з перевалки та зберігання зерна, враховуючи старі радянські елеватори, - 30 млн. тонн.

Зернові вантажі, що надходять у порти України на Чорному та Азовському морях на автомашинах, вивантажуються на спеціальних естакадах станцій для вивантаження автомашин.

На прикладах функціонування Іллічівського зернового комплексу та зерноперевантажувального комплексу державного підприємства «Херсонський морський торговий порт» у роботі наведена математична модель системи масового обслуговування з очікуванням для аналізу транспортних систем, які виконують навантажувально-розвантажувальні операції у вказаних портах.

Зокрема, для дослідження процесів утворення черг автомашин із зерном, які очікують свого розвантаження, використовується теорія марковських випадкових процесів, а для визначення імовірності перебування транспортної системи у певному стані – рівняння Колмогорова. Розв'язок останнього дозволяє встановити граничний стаціонарний режим та середній відносний час перебування транспортної системи у стані очікування (у черзі для розвантаження).

Отримані у роботі результати можуть слугувати для подальшого уточнення та вдосконалення інженерних методів розрахунків функціонування транспортних систем, які обслуговують зернові перевантажувальні комплекси, елеватори, зерносховища, а також для оптимізації роботи самих транспортних систем (мінімізації часу очікування у черзі для навантаження/розвантаження).

Подібний підхід може суттєво підвищити ефективність функціонування існуючих систем зберігання та перевантаження зерна, а також може бути використаний при проектуванні нових потужностей, призначених для обслуговування експортно-імпортних операцій України на світовому ринку зерна.

УДК 633.11

Ричанчик А.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ З РЕГУЛЯТОРОМ ПАЛИВОПОДАЧІ ТРЕЛЮВАЛЬНИХ МАШИН**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Човнюк Ю.В.

У якості силових установок двигунів вітчизняних та зарубіжних колісних та гусеничних машин (зокрема й тих, які задіяні у трелювальних роботах) застосовуються дизельні та газотурбінні двигуни, причому на абсолютній більшості машин знайшли застосування перші.

Скрутний момент, який розвиває дизель, залежить від кутової швидкості колінчатого валу й положення рейки паливного насосу. Ці залежності мають складний характер.

У роботі запропонована математична модель, яка описує функціонування дизеля з усередженим регулятором, що зводиться до системи нелінійних диференціальних рівнянь: 1) для динамічної рівноваги колінчатого валу дизеля; 2) рівняння, яке описує динаміку відцентрового чутливого елемента; 3) рівняння, яке описує динаміку серводвигуна вимірювача; 4) динаміку паливного серводвигуна. Слід зазначити, що вказана система рівнянь суттєво нелінійна, причому не лінійність системи обумовлена не тільки наявністю нелінійних функцій у рівняннях, але також і наявністю часу затримки між переміщенням рейки паливного насосу та реалізацією відповідного цьому переміщенню скрутного моменту двигуна.

Чисельний аналіз запропонованої у роботі математичної моделі функціонування двигуна внутрішнього згоряння з регулятором паливоподачі трелювальних машин проведений на ПЕОМ.

Особливої уваги конструкторів, інженерів-проектувальників таких двигунів, на думку автора роботи, вимагають перехідні режими функціонування двигуна (процеси його запуску та гальмування), які можуть призводити до перевантажень елементів двигуна (і всього двигуна у цілому), втрати надійності й передчасного руйнування. Для запобігання цим небажаним явищам запропоновані конкретні заходи та режими пуску/гальмування двигуна, які дозволяють уникнути цих небажаних явищ та процесів.

Отримані у роботі результати можуть бути у подальшому використані для уточнення та вдосконалення існуючих інженерних методів розрахунку подібних систем як у режимах їх реальної експлуатації, так і на стадії проектування з метою суттєвого збільшення ефективності функціонування.

УДК 621.11

Попов В. – магістр

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

## **СЕПАРАТОР ПОДРІБНЕНОЇ ДЕРЕВНОЇ СИРОВИНИ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Ловейкін В.С.

Пристрій належить до деревообробної галузі, до обладнання для переробки відходів деревини, а саме для виробництва паливних брикетів та палет.

Сепаратор подрібненої деревини, конструкція якого дозволяє у процесі відбирання некондиційного матеріалу, руйнувати грудки злежаного кондиційного і за рахунок цього зменшити втрати матеріалу і підвищити продуктивність пристрою.

Сепаратор подрібненої деревини складається із циліндричного барабана, робоча поверхня якого утворена горизонтальними та вертикальними прутками, напрямної поверхні, скатних лотків, привода. Напрямна поверхня має завантажувальні отвори та поздовжні канали змінного перерізу. Напрямна поверхня встановлена на зовнішній поверхні барабана, а площа поперечного перерізу її каналів, у напрямку від завантажувального отвору поступово зменшується.

Розміщення напрямної поверхні на зовнішній поверхні барабана дозволяє відокремлювати кондиційний матеріал від кори та не подрібненої деревини.

Наявність завантажувальних отворів та поздовжніх каналів змінного перерізу на напрямній поверхні дозволяє руйнувати грудки злежаного кондиційного матеріалу при проходженні їх вузькою частиною каналу.

Отже, даний пристрій дає можливість у процесі відбирання некондиційного матеріалу, руйнувати грудки злежаного кондиційного і за рахунок цього зменшити втрати матеріалу і підвищити продуктивність пристрою.

УДК 621.9.04

Бесага В. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АЛМАЗНЕ ВИГЛАДЖУВАННЯ ШИЙОК КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ, ЯК МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ткаченко І. Г.

Колінчастий вал є однією з основних базових деталей, які визначають термін служби двигуна. Від якості спряжень "шийки колінчастого валу - вкладиші" залежить моторесурс двигуна внутрішнього згорання до капітального ремонту, який пов'язаний з повним розбиранням двигуна, шліфуванням колінчастого валу та заміною підшипників. Основними видами зносу цих спряжень є механічний, молекулярно-механічний та корозійно-механічний, які, в основному, залежать від матеріалу та методів обробки поверхонь.

Якість шийок колінчастих валів визначається фізико-механічними та геометричними характеристиками поверхонь: твердістю, точністю розмірів і форми та шорсткістю. Твердість поверхневого шару деталі повинна бути вищою за твердість серцевини. Важливою характеристикою якості поверхні валів є відносна опорна довжина профілю мікронерівностей, яка визначає фактичну площину контакту на заданому рівні перерізу профілю (визначається відношенням опорної довжини профілю на заданому рівні до базової довжини, у відсотках). Чим більша опорна довжина профілю, тим більша частина поверхні сприймає силу тиску в процесі тертя, особливо під час запуску двигуна. Тобто чим більша опорна довжина профілю мікронерівностей, тим менше питоме навантаження на матеріал контактуючої поверхні, отже плівка мастила витримує більше навантаження без розриву і, в результаті, забезпечується більша довговічність роботи спряження.

За допомогою широко застосовуваних методів кінцевого оброблення (шліфування, хонінгування, доведення) створюється необхідна форма деталей із заданою точністю, але часто не забезпечується належна якість поверхневого шару. Вихідна шорсткість поверхонь після шліфування шийок колінчастого валу згідно нормативів повинна бути в межах  $Ra=0,32-1,0$ , а в реальності досягає значення  $Ra = 2,5$  мкм.

Зменшити і закруглити вершини профілю мікронерівностей валу та підвищити опорну довжину профілю можна за рахунок використання зміцнювально-вигладжувальних операцій. Вигладжування полягає у пластичній деформації оброблюваної поверхні інструментом що ковзає по ній, з метою зменшення або повного згладжування нерівностей поверхні від попереднього оброблення. При цьому, зменшення шорсткості поверхні деталі супроводжується підвищенням твердості її поверхневого шару. При обробці колінчастого валу з чавуну ВЧ 700-2 необхідне зусилля 550 Н. Таке зусилля може викликати недопустимі навантаження на деталь і вузли верстату. Враховуючи недостатню жорсткість вала пропонується обробляти кожну шийку одночасно з двох боків в діаметрально протилежних напрямках, що дозволяє замикати зусилля на оброблюючій шийці і не передавати його на інші вузли.

При вигладжуванні мікротвердість підвищується на 45...60 %, а глибина наклепаного шару досягає 400 мкм. На вигладженій поверхні виникають залишкові напруження стискання, що підвищує втомну міцність деталі.

УДК 621.952.002

Банах О. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ ВІБРАЦІЙ ПРИ ШЛІФУВАННІ**

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Капаціла Ю.Б.

З підвищенням вимог до якості машин, які виготовляються, та розширенням застосування загартованих і легованих сталей і твердих сплавів, значно зростає частка шліфувальної обробки в загальній верстатомісткості виготовлення машин.

В багатьох випадках шліфувальна обробка є завершальною в технологічному процесі виготовлення деталі, вона безпосередньо впливає на виконання деталлю свого службового призначення.

Одним з основних чинників, які негативно впливають на точність розмірів та якість поверхні після шліфування є вібрації, які неминуче виникають в процесі обробки. Основні параметри вібрацій – амплітуда і частота коливань. Амплітуда залежить від умов обробки: знижується зі збільшенням жорсткості технологічної системи і не залишається постійною в процесі шліфування. В міру забруднення й притуплення шліфувального круга амплітуда коливань зростає. При наявності вібрацій зростає зношування круга, шліфувального шпинделя і його опор.

З урахуванням досвіду, нагромадженого в промисловості, а також рекомендацій, викладених в науково-технічній літературі, можна запропонувати такі заходи щодо підвищення вібростійкості при шліфуванні.

1. Точні шліфувальні верстати захищати від вібрацій, що передаються від зовнішніх джерел. Для великих верстатів найпоширенішим способом запобігання від зовнішніх вібрацій є створення важких фундаментів. Для верстатів малих і середніх розмірів застосовуються амортизаційні пристрої.

2. Параметри коливальної системи повинні вибиратися так, щоб частота власних коливань системи перевищувала частоту сили, що збуджує коливання.

3. Необхідно максимально знижувати невірноваженість швидкообертових мас, у тому числі приводів електродвигунів і взагалі виключати вплив збудників вібрацій в самому верстаті.

4. Відокремлювати гідроприводи від верстата для ізоляції його від вібрацій, що виникають у гідросистемі при роботі насосів і клапанів.

5. Уникати застосування зубчастих передач у передній бабці верстатів.

6. Замінити клинопасові передачі на плоскостасові.

7. Підвищувати плавність роботи гідроприводів.

8. Приєднання гідростанцій і системи охолодження до верстатів здійснювати за допомогою еластичних трубопроводів.

9. Підвищувати динамічну жорсткість верстата і опор шпинделя, а також здатність до демпфування стиків і рухомих з'єднань.

Для одержання деталей з високою точністю й малою шорсткістю поверхні потрібно ізолювати високоточні верстати від вібрацій і ударів, що передаються від сусіднього обладнання транспорту, що проходить, і т.п. Така віброізоляція може здійснюватися шляхом встановлення верстатів на підлозі цеху на віброізолюючих опорах і прокладках або на спеціальних віброізолюючих фундаментах. Для гасіння вібрацій застосовують також конструкції пружинних, гідравлічних і інших пристроїв, в яких енергія коливань розсіюється завдяки внутрішньому тертю.

УДК 621.9.015

Бесага В. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИЛИ ПРИТИСКАННЯ ІНСТРУМЕНТУ ПІД ЧАС АЛМАЗНОГО ВИГЛАДЖУВАННЯ НА ШОРСТКІСТЬ ОБРОБЛЮВАНОЇ ПОВЕРХНІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ткаченко І. Г.

Розвиток сучасної техніки висуває усе більш високі вимоги до якості деталей машин: точності розмірів і форми, фізико-механічних властивостей і мікрогеометрії поверхні; до їх експлуатаційних характеристик: зносостійкості, втомної міцності, корозійної стійкості, довговічності тощо. У зв'язку з цим широкі перспективи використання на завершальному етапі технологічного процесу виготовлення отримує операція алмазного вигладжування. Цей метод обробки забезпечує сприятливе з позиції експлуатаційних властивостей поєднання параметрів шорсткості, мікрорельєфу поверхневого шару, мікротвердості, величини та характеру розподілу технологічних залишкових напружень при виготовленні широкого кола відповідальних деталей, таких як штоки, вали, осі та інші.

Вигладжування полягає у пластичній деформації оброблюваної поверхні вигладжувачем, що ковзає по ній, з метою зменшення, або повного згладжування нерівностей поверхні, які залишились від попереднього оброблення. У місцях дотику вигладжувача з мікровиступами виникає контактний тиск, що перевищує межу текучості матеріалу заготовки, унаслідок чого мікровиступи пластично деформуються, зминаються і затікають в обидві сторони від контактної зони.

Параметрами вигладжування, що відчутно впливають на шорсткість, є: сила вигладжування, а також подача і радіус робочої частини інструменту. При дослідженні впливу сили притискання інструменту при алмазному вигладжуванні, процесу вигладжування піддавалися зразки, виготовлені зі сталі та високоміцного чавуну. Зразки попередньо оброблялися шліфуванням. Вихідна шорсткість у зразків зі сталі 40 відповідала  $Ra = 0,5$  мкм, з чавуну ВЧ 700-2 -  $Ra = 0,85$  мкм.

При вигладжуванні зразків із сталі 40 та високоміцного чавуну ВЧ 700-2 для всіх трьох досліджених циклів вигладжування спостерігається екстремальний характер зв'язку шорсткості обробленої поверхні з зусиллям на вигладжувач.

При збільшенні сили притискання вигладжувача до певного значення шорсткість зменшується. За оптимальних значень сили вигладжування початкові нерівності повністю згладжуються і утворюється шорсткість зумовлена самим процесом вигладжування, пов'язаним з подачею. Подальше збільшення сили вигладжування збільшує пластичні спотворення, висота нерівностей зростає порівняно з найменшою, поверхневі шари можуть руйнуватись і можуть з'явитися тріщини. Якщо зусилля вигладжування недостатнє, то мікронерівності поверхні не зминаються повністю, а якщо більше оптимального - поверхня руйнується внаслідок структурних зрушень в поверхневому шарі.

Експериментами встановлено, що мінімальні значення шорсткості обробленої поверхні за величиною  $Ra$  мають місце при значеннях  $P = 210$  Н/мм для сталі 40 і при  $P = 410$  Н/мм для чавуну.

УДК 621.941. 521-24

Бица Р. – ст. гр. МВ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДИКА СТАТИСТИЧНОЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ПОДАЧІ НА ШОРСТКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ ТОРЦЕВИМ ФРЕЗЕРУВАННЯМ**

Науковий керівник: к.т.н. доцент Кривий П.Д.

Проаналізовано методи і прилади для визначення шорсткості оброблених поверхонь. Встановлено, що вітчизняними і закордонними вченими запропоновані різні математичні (аналітичні та емпіричні) моделі для визначення відповідних параметрів шорсткості, а саме: висоти нерівностей профілю за десятима точками –  $R_z$  і середнього арифметичного відхилення профілю  $R_a$ . Разом з тим в існуючих математичних моделях величина подачі, як одного із головних елементів режиму різання, який має найбільший вплив на  $R_z$  і  $R_a$  подається як детермінована величина. Зазначено, що такий підхід не повністю відповідає фізиці формування шорсткості поверхні, тобто існуючі математичні моделі не є повністю адекватними.

Висунуто гіпотезу про те, що подачі на зуб фрези  $S_{zi}$  при торцевому фрезеруванні, які забезпечуються певними кінематичними ланцюгами механізму подач фрезерних верстатів, внаслідок певних похибок зубчастих коліс (кінематична похибка зубчастого колеса, кінематична похибка кроку по зубчастому колесі, радіальне биття зубчастого вінця тощо) будуть дискретними випадковими величинами із певними законами розподілу. На основі граничних теорем, врахувавши те, що подача на зуб формується більше як шістьма елементами, прийняли гіпотезу, що випадкова величина  $S_{zi}$  підпорядковується нормальному закону розподілу. Запропоновано методику визначення значень математичних рядів  $S_{zi}$  і характеристик розподілу: середнього значення  $S_{zi}$  та дисперсії  $D(S_{zi})$  дискретної випадкової величини  $S_{zi}$ .

Суть методики наступна. На основі довідникових даних в залежності від заданої конструктором шорсткості встановлюють подачі на зуб фрези –  $S_{zt}$ . Визначають при заданих діаметрі і кількості зубів  $Z_{фр.}$ , швидкості різання  $V$  розрахункову частоту обертання  $n$  шпинделя верстата і розрахункову хвилинну подачу  $S_p = S_{zt} \cdot n \cdot Z_{фр.}$  (мм/хв.)

За паспортом верстата коректують значення  $S_p$  і вибирають найближче менше значення  $S_{хв.min}$  або найближче більше  $S_{хв.max}$ , якщо  $S_{хв.max} \leq 1,1 S_p$ . Здійснюють налагодження верстата, для забезпечення встановленого значення подачі. Врахувавши, що  $S_z$  - це переміщення заготовки за час повороту фрези на один кутовий крок знайдемо кут повороту шпинделя  $\phi_{шп.} = 2\pi / Z_{фр.}$ . Вибравши зазори в механізмах головного руху і подачі і встановивши прилад для вимірювання лінійного переміщення заготовки, тобто подачу на зуб фрези -  $S_z$ . і повторивши такий прийом  $N$  разів отримують статистичний ряд подач на зуб -  $S_{zi}$ , де  $i=1,2,3 \dots 100$ . За критеріями Ірвіна, Романовського та Греббса визначають однорідність статистичного ряду, а за критеріями Колмогорова і Пірсона чи використавши ряди Шарльє-Еджеворша встановлюють узгодженість експериментального розсіювання нормальному закону розподілу, який подають функцією густини розподілу  $f(S_z)$ . Підставивши  $f(S_z)$  в існуючі формули для визначення  $R_z$  і  $R_a$  знаходять характеристики розподілу цих параметрів шорсткості як випадкових величин. Використавши критерії Фішера і Стюдента оцінюють суттєвість впливу  $S_{zi}$  на середні значення  $R_z$  і  $R_a$  та дисперсії  $D(R_z)$  і  $D(R_a)$  і на цій основі визначають доцільність заданої кількості ступеней подач, прийнятого значення знаменника геометричної прогресії подач для даного верстата.



УДК 621.7.24

Босюк П. – аспірант

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## СПОСІБ ФОРМУВАННЯ РІЗІ У ПУСТОТІЛИХ ЗАГОТОВКАХ

Науковий керівник: д.т.н., професор Пилипець М.І.

В машинобудуванні та інших галузях народного господарства широко застосовуються пустотілі деталі з внутрішньою різью. Формувати різь відомими методами (мітчиком) не завжди можливо та доцільно, через складність затиску та низьку продуктивність. Нами запропоновано спосіб формування різі за допомогою різьотворюючої оправки.

Схема формування внутрішньої різі в пустотілій заготовці представлена на рис. 1, де прийняті наступні позначення: 1 – пустотіла заготовка, 2 – різьотворююча оправка, 3 – коливаюча матриця.

Виконується спосіб наступним чином. У заготовку 1 у вигляді склянки або труби вставляється різьотворююча оправка 2 і проштовхується через матрицю 3, яка коливається. Проштовхування заготовки типу склянки із дном здійснюється нижнім торцем різьотворюючої оправки через дно склянки. В випадку виготовлення різі в трубній заготовці на оправці виконується виступ, який розміщується за різьотворюючою частиною оправки, за допомогою якого заготовка проштовхується через обкатуючу матрицю.

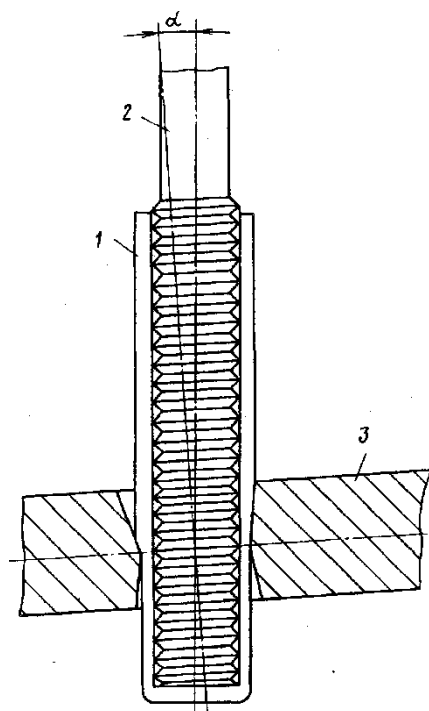


Рис. 1. Схема формування різі в пустотілій заготовці

При коливанні матриці навколо заготовки з оправкою місце деформації переміщується по спіралі навколо заготовки з оправкою, яка має поступальний рух. Матриця розташована в площині, перпендикулярній осі заготовки і робить коливальний рух. При цьому кут нахилу матриці дорівнює куту підйому різі. У цьому випадку місце деформації переміщується по витку різі і поширюється на всю товщину стінки, що забезпечує повне і якісне заповнення різьбового контуру оправки.

Рух оправки із заготовкою повинен бути рівним кроку різі на один цикл коливання матриці. Якщо подача буде більше кроку різі на один цикл, то деякі скроні виявляться поза зоною впливу місця деформації на метал і повного заповнення різі не відбудеться. Для надійного заповнення всього контуру різьотворюючої оправки подачу заготовки в матрицю задають меншою кроку витка.

Після обтискування заготовку на необхідну довжину її витягують разом з оправкою, яку вигвинчують з готового виробу. Цикл повторюється знову на наступній заготовці.

Запропонований спосіб характеризується простотою конструкції та дозволяє отримувати різі високої якості у пустотілих та тонкостінних деталях.

УДК 621.791.

Васевич О. – ст. гр. МЗм-51

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

## **КЕРУВАННЯ ПЕРЕНОСОМ МЕТАЛУ В АКТИВНИХ ЗАХИСНИХ ГАЗАХ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Пулька Ч. В.

Зварювання у вуглекислому газі виконується, як правило, постійним струмом зворотної полярності в більшості випадків дротом суцільного перерізу. Процес зварювання короткою дугою характеризується високими технологічними властивостями.

Більшість зварних конструкцій в автомобілебудуванні, суднобудуванні, тракторному і сільськогосподарському машинобудуванні виготовляються із металу товщиною 3-8 мм і зварюються у вуглекислому газі в діапазоні режимів зварювання 250-450 А. Тому підвищені технологічні властивості процесу зварювання довгою дугою у вказаному діапазоні є важливою та актуальною задачею. Зварювання активованим дротом у вуглекислому газі доцільно здійснювати на струмах вище критичного, які наближаються до режимів зварювання на підвищених густинах струму.

При зварюванні в активних захисних газах на струмі прямої і зворотної полярності накладання імпульсів струму з параметрами, які застосовуються для зварювання в аргоні, не забезпечує керування переносом металу. На прямій полярності має місце процес „підкидання” краплі. При зварюванні активованим електродом на докритичному струмі дуга інтенсивно блукає, переважно на межі оплавлення електроду.

Таким чином, накладання імпульсів струму довжиною  $(1,8 - 2,2) \times 10^{-3}$  с, хоча і призводить до відриву капелі електроду кожним імпульсом струму, не забезпечує направлено перенесення металу і характеризується підвищеним розбризкуванням.

Оброблення кінограм і осцилограм процесу показує, що чим більша величина базового струму, тим вищий відсоток неспіввісних крапель і великі втрати металу на розбризкування. Встановлено, що в діапазоні середніх струмів при зварюванні електродним дротом діаметром 1,6-2,0 мм накладання короткотривалих імпульсів довжиною  $(1,8 - 2,2) \times 10^{-3}$  с з амплітудою рівною  $(1,6 - 2,0) I_{кр}$  практично не знижує розбризкування металу.

Таким чином, вплив блукаючої дуги на перенесення металу виключається суміщенням плавлення і перенесення металу за час дії імпульсу, збільшенням довжини імпульсу, зниженням довжини паузи і базового струму. Замість відриву краплі кожним імпульсом струму в період його дії здійснюється короткотривале струменеве перенесення металу, який називається переривчато-струменевий.

Зниження величини амплітуди імпульсів нижче  $1,5 I_{кр}$  не дозволяє отримати струменеве перенесення металу. Наприклад, критичний струм для поверхневого активованого електроду двокомпонентними солями цезію і калію (7%CsCO<sub>3</sub> + 1,2%Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) діаметром 1,6мм складає 330-350А, а мінімальна амплітуда струму імпульсів 500А. Збільшення амплітуди імпульсів при постійній швидкості подачі електроду, виходячи із умови стабільності процесу зварювання і постійності ефективного струму, може призвести до порушення неперервності струму і зникненню всіх переваг процесу.

УДК 621.9

Ващук В. - ст. гр. МВс-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## КОНТРОЛЬ СИСТЕМИ МАЩЕННЯ З МІНІМАЛЬНОЮ ДОЗОЮ МАСТИЛЬНОЇ РІДИНИ

Науковий керівник: старший викладач Шарик М. В.

Проаналізовано різні системи мащення вузлів тертя [1]. Аналіз показав, що по типу мащення їх можна звести до двох груп: збагачене і мінімальне. У кожній групі існують системи, які контролюють наявність мастила у резервуарі та його витрати. Якщо контроль великих порцій мастила забезпечується відомими методами контролю з достатньою точністю, то контроль мінімальних ( $3-5 \text{ мм}^3$ ) доз здійснюється, як правило, посередніми методами, наприклад контролем руху дозуючого елемента. Такий метод не гарантує подачі порції мастила у зону тертя через можливі витрати у транспортній системі.

Таким чином виникає необхідність перевірити достовірність подачі порції мастила за призначенням. Таку інформацію можна отримати в результаті контролю на вході мастила в зону мащення. Запропоновано систему контролю (рис. 1), яка включає оптичний датчик 1 проходження порції мастила в зону тертя, лічильник 2, сумуючий пристрій 3, шифратор 4, цифроаналоговий перетворювач 5 і блок керування 6. При проходженні порції мастила через оптопару в зону мащення, виробляється сигнал, який поступає на лічильник і далі на суматор, що працює у режимі віднімання. Одночасно на суматор поступає інформація з шифратора, який програмується на величину раціонального поступлення мастила в зону тертя. Суматор видає інформацію про різницю між дійсним значенням витрат і запрограмованим на блок керування, який регулює подачу мастила в залежності від його дійсної наявності в зоні тертя.

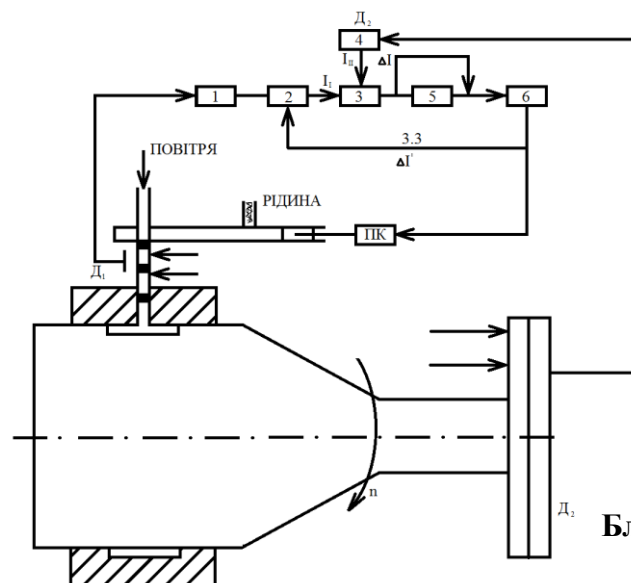


Рисунок 1  
Блок-схема пристрою

Така система ні в якому разі не замінює існуючі системи мащення, а тільки їх доповнює та дозволяє підвищити надійність вузла і обладнання в цілому.

### Література

1. Металлорежущие станки. Под редакцией Н.С. Ачеркана.-М.: Машиностроение, 1965- Том 1- 768 с., Том 2- 628 с.

УДК 621.791

Велігорський Б. - ст. гр. МЗ-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗВАРЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ РУЧНОМУ ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ

Науковий керівник : асистент Фостик В.Б.

Технічні характеристики розплавлення електродів визначаються експериментально і дозволяють оцінювати продуктивність і економічність процесу зварювання електродами різних марок. Під технічними характеристиками зварювальних матеріалів розуміють коефіцієнти: розплавлення  $\alpha_p$ , наплавлення  $\alpha_n$ , втрат  $\psi$ . Для якісної оцінки розплавлення електродного металу користуються коефіцієнтом  $\alpha_p$ , який визначається за формулою (1):

$$\alpha_p = G_p / I_{зв} \cdot t \quad (1)$$

де  $G_p$  - маса розплавленого електродного металу за час  $t$ , г;  $t$  - час горіння дуги, год;  $I_{зв}$  - сила зварювального струму, А. Для оцінки процесу наплавлення використовують коефіцієнт  $\alpha_n$ , який визначається за формулою (2):

$$\alpha_n = G_n / I_{зв} \cdot t \quad (2)$$

Втрати електродного металу визначає коефіцієнт  $\psi$ , який визначається за формулою (3):

$$\psi = ((G_p - G_n) / G_p) \cdot 100\% \quad (3)$$

Для дослідження використовували металеві пластини розміром 100×150×5 мм із сталі ВСтЗсп, зварні шви виконували ручним дуговим зварюванням з використанням електродів марок МР-3, АНО-24. Зварювання проводили при  $I_{зв}$ : 130, 150, 170 А. Коефіцієнт  $\alpha_n$  визначається шляхом зважування пластини до і після процесу зварювання. Коефіцієнт  $\alpha_p$  визначається шляхом замірювання довжини електродів після зварювання. Експериментальні результати досліджень показані на рисунку 1.

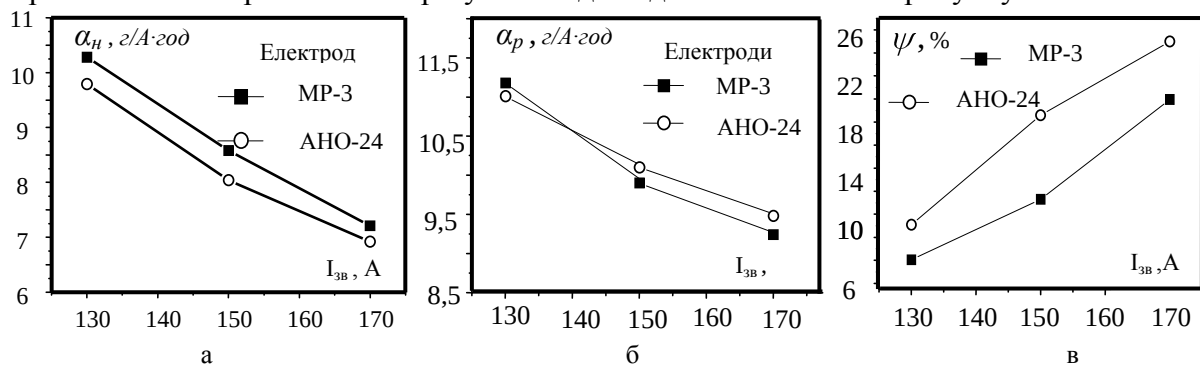


Рисунок 1- Графік залежності коефіцієнтів  $\alpha_n$  (а),  $\alpha_p$  (б),  $\psi$  (в) від величини

$I_{зв}$

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що при збільшенні величини  $I_{зв}$ , коефіцієнти  $\alpha_p$ ,  $\alpha_n$  зменшуються, а величина коефіцієнта  $\psi$  зростає, це відбувається через збільшення розбризкування металу. Також встановлено, що електроди марки МР-3 мають кращі технічні характеристики в порівнянні з електродами АНО-24.

УДК 621.941

Вознюк С. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВИХ ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ТОНКОСТІННИХ ЗАГОТОВОК НА МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ**

Науковий керівник: к.т.н., асистент Дячун А. Є.

Постійний розвиток техніки на сучасному етапі вимагає використання деталей, які є тонкостінними оболонками. В даний час їх кількість значно збільшується в загальній масі деталей, що піддаються механічній обробці. Разом із збільшенням частки тонкостінних виробів в загальній масі оброблюваних деталей, підвищуються і технічні вимоги до точності розмірів, шорсткості оболонкових поверхонь, форми і їх взаємного розташування, вимоги до якості поверхневого шару. Із-за основної особливості тонкостінних виробів – їх малої жорсткості, виконання цих вимог є досить складним завданням.

Найбільші труднощі при обробці оболонкових деталей виникають при вирішенні питання їх базування і закріплення на верстаті. Закріплення оброблюваних заготовок в пристроях і прикладання сил приводить до виникнення похибок. Для тонкостінних виробів, що характеризуються малою жорсткістю, похибки, пов'язані з прикладанням сил закріплення можуть приймати великі значення, тому цей чинник є визначальним при конструюванні затискних пристроїв і підборі оптимальних режимів обробки. Для затиску тонкостінних виробів використовуються різного типу патрони, пристрої і оправки. Окремо слід виділити гвинтові затискні пристрої із пружними затискними елементами, до яких відносяться затискні патрони та оправки із гвинтовими елементами затиску, що в порівнянні із іншими є дешевшими у виготовленні та експлуатації.

На основі проведених досліджень розроблено затискні пристрої з пружними гвинтовими елементами для забезпечення рівномірного розподілу зусиль затиску та розроблено методи їх проектування на основі аналізу їх характеристик.

Виведені аналітичні залежності, що описують величину зміни геометричних параметрів гвинтових затискних елементів циліндричної, конічної та гофрованої форм від дії зовнішнього навантаження, що дозволяє вибрати їх раціональні конструктивні параметри для забезпечення надійного затиску тонкостінних заготовок при наперед заданих умовах обробки та початкового зазору між гвинтовим затискним елементом і заготовкою. Досліджено величини моменту затиску циліндричних заготовок гвинтовими затискними елементами, зовнішній діаметр яких змінювався в межах від 80 мм. до 120 мм, кількість витків, які є у взаємодії із заготовкою 6..12 і діаметр або ширина дроту 2...6 мм для гвинтових затискних елементів виготовлених відповідно із круглого та квадратного поперечного перетину дроту. Виведені рівняння регресії для визначення величини моменту затиску циліндричних заготовок з використанням стандартного програмного забезпечення для ПК, за допомогою якого побудовані графічні залежності. Максимальне значення затискного моменту досягає 210 Н·м, при цьому мінімальне значення складає 75 Н·м при мінімальній кількості витків і мінімальній величині зовнішнього діаметра затискного елемента. Встановлено, що основними факторами, що впливають на збільшення моменту затиску є діаметри гвинтових затискних елементів і кількість їх витків.

УДК 621.326

Волошин М.– ст. гр. МТмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ФОРМОУТВОРЕННЯ ВНУТРІШНІХ СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Левкович М.Г.

Операції розточування сферичних поверхонь широко використовуються в машинобудівній промисловості для виготовлення матриць, штампів, кокілів, ливарних форм та іншого технологічного оснащення. Розточування сферичних отворів в деталях відноситься до складних і трудомісних технологічних операцій в плані точності, шорсткості, продуктивності. При цьому необхідно забезпечити не тільки точність розмірів і форми, а також точність і співвісність положення осі оброблюваного отвору з віссю інструменту. Проблемним завданням є підвищення продуктивності праці і якості технологічних процесів, що обумовлено важкими умовами роботи, недостатньою жорсткістю ріжучих інструментів і відповідно точністю. На шорсткість обробленої поверхні деталі впливають наступні фактори: марка оброблюваного і інструментального матеріалу, режими різання, параметри різця та його спрацювання тощо.

Подача, швидкість та глибина різання і радіус при вершині різця, впливають на температуру різання, яка створює постійну складову шорсткості, крім цього на постійну складову шорсткості впливають кути  $\alpha$  і  $\gamma$  різця. В процесі різання виникає висока температура, яка впливає на зміну радіуса  $R$ , утворюючи нарід на інструменті створює випадкову складову шорсткості.

Таким чином шорсткість поверхні формується з постійної складової профілю на який накладається випадкові фактори. Період постійної складової при розточуванні рівний подачі  $S$ , а частотні характеристики випадкових складових визначаються кінематичними факторами, а амплітудні – геометричними.

Відхилення реального профілю від розрахункового виникає в результаті повторних деформацій які виникають в зоні контакту головної і допоміжної задніх поверхонь інструменту або наросту з оброблюваним матеріалом. Змінюється реальний профіль від пластичного відновлення поверхневого шару і наявності вібрацій в процесі різання. В результаті цих факторів на обробленій поверхні спостерігаються задирки, вириви, деформуються залишкові гребінці. Відхилення реальної шорсткості від розрахункової в значній мірі залежить від динамічної жорсткості системи ВПД.

Як відомо із технологічних факторів найбільший вплив на шорсткість розточеної поверхні має подача. Із зменшенням подачі квадратична залежність порушується в наслідок збільшення частки випадкових складових. В межах подач  $S = 0,04...0,02$  мм/об шорсткість майже не залежить від подачі, а при подальшому зменшенні подачі навіть зростає. Шорсткість поверхонь деталей машин суттєво впливає на їх експлуатаційні властивості і характер процесів, що проходять на поверхнях – тертя і спрацювання, а також на концентрацію напружень, контактні деформації, герметичність і міцність з'єднань, втому і ударну міцність та ін.

Використання різців із фасонним заокругленим профілем різко зменшить шорсткість поверхні, яка утворюється за рахунок гвинтової лінії, що дасть можливість використати більшу подачу та глибину різання.

З аналізу випливає, що для зменшення параметрів шорсткості необхідно підвищувати швидкість обертання та зменшувати подачу різця.

УДК.621.791

Гаврилук В. – ст. гр. МЗм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ЗОНІ НАПЛАВЛЕННЯ

Наукові керівники: д.фіз.-мат.н., проф. Шаблій О.М.,  
д.т.н., проф. Пулька Ч.В.

Широке розповсюдження в різних галузях народного господарства для зміцнення робочих поверхонь деталей машин отримало індукційне наплавлення зносостійкими порошкоподібними твердими сплавами.

Метою даної роботи є розроблення математичної моделі для визначення температурного поля по ширині зони наплавлення зубчатих і суцільних дисків довільних діаметрів і розмірів зони наплавлення у випадку коли існує нагрівальна система ідуктор, тепловий та електромагнітний екрани (ІТЕЕ).

Для визначення необхідної температури в зоні наплавлення авторами отримана формула, яка дозволяє визначати температуру в зоні наплавлення за певний проміжок часу, яка має вигляд:

$$T = \frac{\alpha}{\lambda_g} \sum_{v=1}^{\infty} \left( e^{-\alpha \lambda_v^2 t} \int_0^{r_2} w(r, t) J_0(\lambda_v r) r dr \right) J_0(\lambda_v r) \quad (1)$$

де  $w(r, t)$  - питома потужність, а  $l_v^2 = \lambda_v^2 - m^2$ ;  $J_0(\lambda_v r)$  - функція Бесселя першого роду нульового порядку дійсного аргументу;  $\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі;  $\lambda_v$  - корені, які визначаються з характеристичного рівняння.

Для спрощення обчислень для визначення температури в зоні наплавлення, авторами отримана друга формула (інженерний варіант), яка має вигляд:

$$T_{01} = \frac{T_{30} \operatorname{sh}(\sqrt{m^2 t})}{\operatorname{sh}(\sqrt{m^2 \tau})} \quad (2)$$

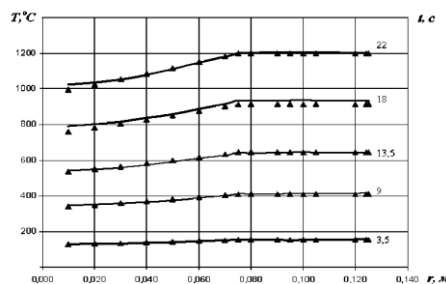


Рисунок – Розподіл температури по радіусу диска  $r_2 = 0,125$  м для різних моментів часу з шириною зони наплавлення  $S = 0,05$  м при нагріванні ( $\Delta$  – точні результати, формула 1; суцільна лінія – приблизні результати, отримані за формулою 2)

Таким чином отримані формули для визначення температури по ширині зони наплавлення тонких сталевих дисків довільних діаметрів і розмірів зони наплавлення, розходження температури отриманої за формулою (2) в порівнянні з формулою (1) складає 5 – 7 % (рис.).

УДК 621.326

Галан А. – ст. гр. МТмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТОЧНІСТЬ ОБРОБЛЕННЯ ТОРЦЕВИХ СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Левкович М.Г.

Сучасний стан розвитку машинобудування вимагає пошуку нових шляхів покращення експлуатаційних та технологічних параметрів деталей машин, технологічного оснащення, що дасть змогу покращити якість продукції, зменшити собівартість її виготовлення та ремонту.

Виготовлення сферичних поверхонь корпусних деталей машин характеризується важкими умовами перебігу процесу, низькою жорсткістю різальних інструментів і державок, а також поганим доступом до оброблюваних поверхонь. Оброблення цих поверхонь вимагає забезпечення точності геометричних параметрів, відхилення від сферичності, положення осі оброблюваних отворів відносно зовнішніх поверхонь, а також досягнення необхідної шорсткості поверхонь.

В процесах оброблення сферичних поверхонь важливе значення відіграє точність виготовлення й встановлення спорядження, встановлення, заточування і контролю вильоту різального інструменту.

Точність розточування сферичних поверхні визначається двома критеріями:

1. Точністю виготовлення пристрою.
2. Точністю виготовлення і заточкою різця.

Розрахунок точності оброблення сферичної поверхні визначається лінійними розмірними ланцюгами методом повної взаємозамінності шляхом дотримання послідовності розрахунків для вирішення зворотної задачі. Точність розточування сферичної поверхні визначається точністю встановлення різця в спорядженні.

Точність виконання сферичної поверхні у деталі в площині  $X$  дорівнює:

$$R = A_{\Sigma X} + \Delta_{\Sigma X} = 60 \pm 0,07 \text{ мм.} \quad (1)$$

Розмір замикальної ланки плоского ланцюга в площині  $Y$  дорівнює:

$$A_{\Sigma Y} = \sqrt{0,05^2 + 0,1^2} = \sqrt{0,0025 + 0,01} = 0,11 \text{ мм.} \quad (2)$$

Оскільки параметр  $A_{\Sigma Y}$  впливає на відхилення від сферичності поверхні, то використане оснащення може забезпечити точність сферичної поверхні в межах 0,11 мм, а це вказує на можливість проектування й подальшого дослідження оснащення для розточування.

Залежність точності оброблення сферичної поверхні від точності встановлення різця наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Залежність точності оброблення сферичної поверхні від точності встановлення різця

|                                       |       |       |       |      |      |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| Точність встановлення різця, $\pm$ мм | 0     | 0,01  | 0,02  | 0,03 | 0,04 | 0,05  | 0,06  | 0,07  |
| Точність розточування сфери, $\pm$ мм | 0,071 | 0,079 | 0,088 | 0,10 | 0,11 | 0,122 | 0,135 | 0,148 |

Із наведених залежностей видно, що точність оброблення сферичних поверхонь прямо пропорційно залежить від точності налагодження ріжучого інструменту.

Запропонований метод визначення точності оброблення сферичної поверхні забезпечує необхідні параметри виконання даного процесу.



УДК 621. 833. 65

Герасимчук А. – ст. гр. МБ-22

*Національний університет водного господарства та природокористування*

## **МУФТА З РАДІАЛЬНИМИ ПІДКОВОПОДІБНИМИ ПРУЖИНАМИ**

Наукові керівники: к.т.н., доцент Стрілець В.М. і асистент Стрілець О.Р.

Достатньо відповідальними механічними пристроями у приводах машин, що часто визначають їх надійність і довговічність є муфти. Основне призначення муфт – це передавати обертові моменти від одного до другого, з'єднаного ними вала. Крім цього, пружні муфти виконують і такі функції: компенсацію шкідливого впливу зміщення геометричних осей кінців валів, що виникають унаслідок неточностей виготовлення або монтажу; гасіння вібрацій, поштовхів та ударів, що виникають під час експлуатації механічних приводів.

Розглянуті конструкції відомих пружних муфт, які складається з двох подібних півмуфт та підковоподібних пружин. На зовнішніх поверхнях півмуфт виконані прямобічні западини і кулачки так, що при збирані між кулачками утворені зазори  $\delta$ . На торцевих поверхнях кулачків виконані отвори в які встановлені підковоподібні пружини. Основним недоліком таких пружних муфт є те, що вони мають значні габаритні розміри вздовж валів, які з'єднують.

На основі аналізу недоліків згаданих конструкцій відомих пружних муфт розроблена конструкція нової пружної муфти із зменшеними габаритними розмірами вздовж валів, які вона з'єднує. Результат досягається тим, що зі сторони торців виступів виконані поздовжні кругові наскрізні отвори з'єднані з зовнішніми поверхнями виступів півмуфт радіальними поздовжніми прорізами дотично до поздовжніх кругових наскрізних отворів, у які встановлені радіальні пластинчасті підковоподібні пружини, кінці цих пластинчастих підковоподібних пружин зігнуті та виконані у вигляді пустотілих розрізаних по довжині циліндрів, які за формою і величиною відповідають поздовжнім круговим наскрізним отворам.

Для широкого використання нової пружної муфти виконані теоретичні статичні та динамічні розрахунки. При вирішенні задач статички і динаміки прийняті наступні допущення: до вибору зазору  $\delta$  кулачки не деформуються і переміщуються паралельно, так як розміри їх поперечного перетину значно більші розмірів радіальних дугоподібних пружин; навантаження  $F_t$  прикладене на поздовжній середині кулачків; статичні і динамічні процеси не залежать від довжини кулачків.

Статичний розрахунок пружної муфти зводиться до розрахунку радіальних дугоподібних пружин з використанням інтеграла Мора для визначення вертикальних  $\delta_v$  і горизонтальних  $\delta_h$  переміщень, які виникають при їх деформації при передачі обертового моменту.

Динамічний розрахунок муфти зводиться до визначення її основної характеристики – жорсткості  $\tilde{N}_\varphi$ . Від величини жорсткості пружної муфти залежить здатність машини переносити різкі зміни навантаження і працювати без резонансних коливань. Тому в розрахунках коливань у пружних муфтах враховується тільки  $C_\varphi$ , а навантаження, що передається ними прийняте, як періодичне, ударне довготривале і короткотривале, значне перевантаження, аж до зупинки виконавчого механізму, без врахування втрат енергії у них.

УДК 658.26 (075.8)

Главацький О. – ст. гр. АР–409

Національний університет "Львівська політехніка"

## ЗАГАЛЬНИЙ ПРИНЦИП РОБОТИ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСУ

Науковий керівник: к.т.н., доц. Радик Д.Л.

На сьогоднішній день тепловий насос є найбільш енергоефективною системою опалення та кондиціювання. З початку теплові насоси встановлювались в будинках вищої цінової групи та підвищеної комфортності, але за рахунок застосування сучасних технологій та масового виробництва вони стали доступні й середньому класу.

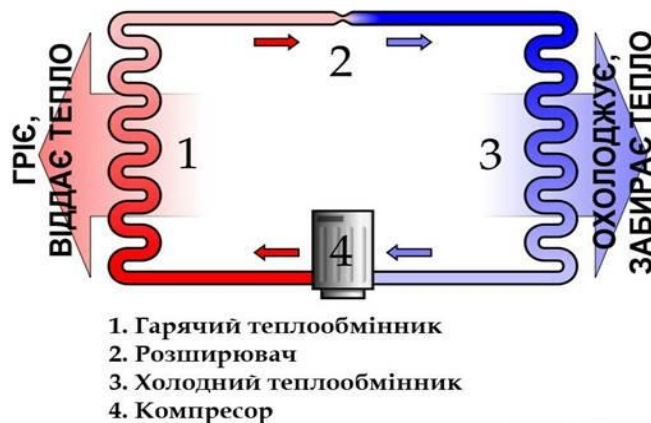


Рис. 1. Схема роботи теплового насосу

Геотермальний тепловий насос за принципом роботи схожий на звичайний кондиціонер реверсивного типу (здатний опалювати і охолоджувати), але має ширші функції. На відміну від кондиціонерів, він адаптований для роботи при будь-яких погодних умовах і мінусових температурах.

Принцип роботи теплового насосу відображений в циклі Карно. Практичну теплонасосну систему запропонував лорд Кельвін у 1852 р. під назвою

„помножувач тепла”. Принципова схема роботи теплового насосу зображена на рис. 1.

Принцип дії опалення геотермальними теплонасосами ґрунтується на зборі тепла з ґрунту або води, і передачі його для опалення будинку.

Для збору тепла незамерзаюча рідина тече по трубі, розташованій у ґрунті або водоймі біля будинку, і надходить до теплового насосу. Теплонасос, подібно холодильнику, охолоджує незамерзаючу рідину (відбирає тепло), при цьому рідина охолоджується орієнтовно на 5 °С. Вона знову тече по трубі у ґрунті або воді, відновлює свою температуру і надходить до теплонасосу. Відібрані тепловим насосом «градуси» передаються системі опалення на підігрів гарячої води.

Тепловий насос може відбирати енергію з підземної води, температура якої близько 10 °С, охолоджуючи її до +1...+2°С, а тоді повертає воду під землю.

При кондиціюванні геотермальний тепловий насос працює у зворотному напрямку, переносячи тепло з будинку в ґрунт або водойму.

Тепловий насос може відбирати тепло з будь-якого предмету – землі, водойми, льоду, підземної скали, води тощо, що має температуру вище – 273°С Цельсія.

Отже, в кліматичних умовах України для опалення будинку енергія береться з ґрунту ( водойми) та віддається до системи опалення будинку. Якщо ж будинок, наприклад влітку, потрібно охолоджувати, то відбувається зворотній процес – тепло забирається з будинку та скидається у землю ( водойму). Вочевидь, що тепловий насос одночасно може виконувати різні функції, тобто єдиний пристрій може взяти на себе функції по тепло-холодопостачанню будинку або комплексу будівель.

УДК 539.319:621.791.01

Головатий С. - ст. гр. МЗ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СПОСОБИ ЗМЕНШЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ НАПРУЖЕНЬ**

Науковий керівник: асистент Фостик В.Б.

Для зниження зварювальних напружень існує багато способів, які можна поділити на дві групи: способи запобігання виникненню зварювальних напружень та такі що змінюють напружений стан у готових виробах. Способи першої групи ґрунтуються на регулюванні температурного поля під час зварювання металів та попередньому навантаженні зварного з'єднання.

Регулювання температурного поля можна здійснювати інтенсивним тепловиділенням із зони шва, попереднім підігріванням зони зварного шва або зварного вузла. Наприклад підігрівання зварного з'єднання до температури 300°C понижує максимальне залишкові напруження в 1,5 рази. Значного зниження розтягуючих напружень можна досягти шляхом використання під час зварювання швидкого охолодження зварного шва рідким азотом під високим тиском та одночасне нагрівання основного металу з допомогою газового полум'я до температури 200°C. Внаслідок такого термічного оброблення в зоні зварного шва аустенітної нержавіючої сталі, напруження понижуються від 500 до 100 МПа.

До другої групи належать способи, які базуються на обробленні зварного шва та прилягаючої зони силовими або температурними полями. Це передусім загальне оброблення конструкцій або їх елементів (високий відпуск, силове перенавантаження виробів) та місцеве оброблення з'єднання (місцевий нагрів, поверхнєве пластичне деформування).

Найчастіше застосовують відпуск зварних конструкцій, особливо там, де інші способи не придатні, наприклад, для конструкцій із численними зварними швами габаритних конструкцій, доступ до яких утруднений. Зниження напружень відпуском проходить за двома механізмами-миттєвої та дифузійної пластичності. Перший проявляється у зміні границі текучості матеріалу, а за умов тривалого відпуску механізм дифузійної пластичності.

Із способів місцевого термічного оброблення зварних з'єднань найчастіше застосовують точковий нагрів за допомогою газових пальників, електронних променів, лазера та інших способів.

Суттєво знизити зварювальні напруження можна шляхом використання способів вібраційного та вібродугового навантаження зварних конструкцій. До перспективних способів можна віднести обробку вибухом та електрогідроімпульсом, які не тільки усувають розтягувальні залишкові напруження, але й спричиняють у поверхневих шарах виробів напруження стиску.

Отже, на даний час нараховується більше десяти способів зменшення зварювальних напружень. В кожному окремому випадку слід підбирати найбільш оптимальний спосіб зменшення зварювальних напружень або ж використовувати їх поєднання.

УДК 621.891

Гупка А. – ст. гр. МВ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ ТОЧОК ВЗАЄМОПЕРЕХОДУ ПРОЦЕСІВ ОКИСЛЕННЯ- МЕТАЛОПЛАКУВАННЯ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Гевко Б.М.

Згідно структурно-енергетичної теорії тертя та зношування єдиною причиною нормального механохімічного і специфічного виду схоплювання (метало-плакування)являється структурно-енергетична активація і наступна пасивація. Різниця полягає в різній інтенсивності активації та різних механізмах пасивації.

В залежності від умов на контакті пасивація відбувається шляхом взаємодії металу поверхневих шарів з киснем робочого середовища утворення захисних вторинних структур (ВС), або шляхом взаємодії спряжених активованих поверхонь між собою з утворенням металічних зв'язків металоплакуючі плівки (МП). Перевага процесів позитивного мікросхоплювання (утворення МП) над процесами окислювання ( утворення ВС ) визначається швидкістю процесів , які відповідальні за той чи інший вид тертя та зношування. Наявність зв'язків між процесами нормального зношування та метало-плакування підтверджується існуванням критичних точок переходу від нормальних процесів до явищ пошкодження при досягненні порогових значень швидкості переміщення  $V$  , навантаження  $P$  , температури  $T$ , параметрів середовища. При стабільному процесі (окислення або метлоплакування) швидкість руйнування поверхонь тертя не повинна перевищувати швидкість процесів , які визначають вид зношування. Спільність процесів , які протікають при різних умовах навантаження і матеріалах системи тертя свідчать про наявність фундаментальної закономірності тертя та зношування , яка об'єднує всі процеси в єдину взаємозв'язану систему. Враховуючи енергетичну єдність процесів , які відповідають за утворення ВС або МП , а також характер зміни процесів по вектору параметрів навантаження в роботі підтверджено припущення проф.. Костецького Б. І. про існування дисипативних структуру МП як специфічну форму впорядкованості за межами ( критичними точками) процесів окислення.

Методологічною основою для розробки способувизначення критичних точок взаємопереходу процесів окислення метало-плакування являється наступне припущення: відповідальними за зниження рівня і розширення діапазону нормального тертя та зношування (трибо технічних , структурно-енергетичних показників, являється або процес окислення ( ВС ), або метало плакування ( МП), тобто має місце антагонізм цих процесів. Поряд, із вимірюванням триботехнічних параметрів , дослідженням структури поверхонь тертя примінено метод вимірювання контактного електроопору ( КЕО ) поверхневих шарів ( ВС , МП ). Теоретичною передумовою примінення даного методу являється наступне припущення : при наявності на поверхнях тертя ВС значення КЕО-тах , при перехідних процесах окислення - метало плакування КЕО- $\min$  , при наявності МП КЕО $\approx 0$ .

З'явилася можливість дослідження кінетики процесів окислення метало плакування,циклів утворення та руйнування плівок ВС,МП, перехідних процесів. Розроблена схема визначення діапазонів стабільності процесів окислення - металоплакування , фіксації критичних точок взаємопереходу даних процесів.

УДК 621.9

Гуриш В. – ст. гр. МВмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ БАГАТОІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ОПЕРАЦІЇ В УМОВАХ БАГАТОНОМЕНКЛАТУРНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Науковий керівник: д.т.н., професор Луців І.В.

Питання оптимізації багатоінструментальної операції в умовах багатономенклатурного виробництва є достатньо складним і потребує спеціальних досліджень.

Ефективність вирішення загальної оптимізаційної задачі збільшиться у випадку використання декількох критеріїв оптимальності, наприклад, продуктивності операції і питомих витрат на виготовлення деталі.

Припущення про доцільність використання декількох критеріїв оптимальності для вирішення оптимізаційної задачі потребує окремого обґрунтування, на основі якого стає можливим перейти до постановки задачі дослідження.

Необхідність урахування порівняно великого числа чинників, які розбивають вплив режимів різання на якісні і кількісні показники процесу механічної обробки в умовах дрібносерійного багатономенклатурного виробництва, робить цю задачу достатньо складною і вимагає розробки спеціальних методів її розв'язання.

В загальному випадку розв'язання задачі параметричної оптимізації припускає використання результатів структурної оптимізації багатоінструментальної операції і складається з таких етапів:

- 1) визначення лімітуючих, з погляду умов обробки, інструментальних переходів у структурі технологічної операції;
- 2) вибір критеріїв оптимізації, а також визначення обмежень за параметрами і показниками технологічної операції;
- 3) визначення оптимальних значень елементів режимів різання інструментальних переходів з метою досягнення найвигідніших умов для ефективного використання інструмента, оснащення технологічного устаткування за максимальної продуктивності процесу механічної обробки.

Для визначення найвигіднішого варіанта структури багатоінструментальної технологічної операції пропонується використовувати метод концентрації і диференціації технологічних переходів. При цьому в результаті реалізації методу параметричної оптимізації передбачається підвищити рівень ефективності отриманих у результаті проектування конструкторсько-технологічних рішень.

При такому підході під параметричною оптимізацією структурно-компоновочних схем багатоінструментальних налагоджень токарних автоматів розуміється: процес перебування такої сукупності тимчасових зв'язків інструментальних переходів, яка, задовольняючи прийнятим обмеженням, забезпечувала б максимальне значення технологічної продуктивності за найменших витрат.

В умовах частопереналагоджуваного виробництва оперативність розв'язання подібних задач параметричної оптимізації суттєво впливає на підвищення гнучкості системи технологічної підготовки виробництва багатономенклатурних груп деталей. Отже, вибір технологічного рішення, зумовленого множиною тимчасових зв'язків повинен бути віднесений до багатономенклатурної групи деталей, яка характеризується набором якісних і кількісних конструктивно-технологічних ознак.

УДК.621.791.

Гуцало В. – ст. гр. МЗм -51

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

## **МЕТОДИ КЕРУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОЮ ДУГОЮ**

Наукові керівники: д.т.н. проф. Пулька.Ч.В.,к.т.н.Окіпний І.Б.

Керування зварювальною дугою і її властивостями має дві мети:вплив на процеси пов'язанні з електродом (керування плавленням і переносом металу) і вплив процесу в зварювальній ванні і біляшовній зоні.

Керування дугою може привести до зміни її властивостей. Так примусове переміщення дуги з великою швидкістю викликає інтенсивне охолодження і відповідно зміну її властивостей.

Механічне керування дугою з допомогою поперечних коливань дозволяє отримати шви з оптимальним відношенням параметрів незалежно від значення струму і напруги на дузі.

Газодинамічне керування широко використовується для дуги в плазмотронах. Газовий струмінь впливає не лише на зварювальну ванну,але і на дугу. В даному випадку можна говорити про газодинамічне керування властивостями дуги. Газовий потік взаємодіє з потоками дуги ,приводить до її стиснення,зменшення струму і довжини дуги,збільшення величини розплавлення електроду.

Магнітне керування просторовим положення дуги застосовують при зварюванні стрічкою для забезпечення рівномірного плавлення при значній ширині і для розігріву торців з'єднань в стик деталей,а також для зміни геометрії шва шляхом поперечних коливань дуги. За допомогою магнітного поля можна керувати процесами зварювальної ванни,здійснювати переміщення металу,а саме утримувати ванну в повітрі що важливо при великих зазорах зварювальних елементів.

Керування властивостями дуги шляхом зміни параметрів режиму є одним із найпоширеніших і ефективних способів. До основних параметрів ,за допомогою яких керують властивостями дуги є:струм,напруга,нахил електрода,виліт електрода,тиск газу при зварюванні в контролюючій атмосфері.

Керування властивостями дуги шляхом зміни хімічного складу електроду. Це один з найпоширеніших шляхів впливу на дугу. До різновидів описаного способу відносяться:зміна хімічного складу електроду введенням рідкоземельних елементів металургійним шляхом,застосування порошкових дротів спеціального складу,а також дротів суцільного перерізу з активуючими шлаковими елементами. Керування технологічними властивостями дуги шляхом зміни захисного середовища. Склад захисних газів суттєво впливає на фізичні та технологічні параметри дуги. Тому зміна складу захисного середовища є найефективнішим способом керування технологічними властивостями дуги. Захисні гази діляться на: інертні(аргон,гелій),активні(вуглекислий газ,азот,кисень),газові суміші. В свою чергу, газові суміші бувають трьох типів:суміші інертних газів,суміші активних газів і суміші активних газів з інертними. За хімічною дією гази поділяють на інертні ,окислювальні та відновлювальні.

В залежності від вимог,які пред'являються до виробу можна застосовувати той чи інший метод керування зварювальною дугою.

УДК 621.941 – 229.323

Дмитрів М. – ст. гр. МВ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ГНУЧКОСТІ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ШИРОКОУНІВЕРСАЛЬНИХ ЗАТИСКНИХ ПАТРОНІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Волошин В.Н.

В умовах ринкової економіки співвідношення продуктивності та гнучкості металорізальних верстатів, які використовуються в дрібносерійному і серійному виробництві, має велике значення. При токарній обробці це співвідношення значно залежить від технологічного оснащення для затиску заготовок, яким у більшості випадків служать механізовані токарні патрони. Можливість переналагодження затискного патрона при зміні типорозміру оброблюваної деталі, час та вартість такого переналагодження в значній мірі визначають ефективність механічної обробки. Швидкопереналагоджувані (вручну чи автоматично) затискні патрони, якими оснащуються токарні верстати, що працюють в умовах багатомоделного виробництва, побудовані в основному на дискретній схемі охоплення діапазону розмірних параметрів заготовок, яка передбачає наявність комплектів затискних елементів, а при вмонтуванні верстатів у верстатні комплекси – пристроїв їх накопичення та швидкої заміни. Це все відбивається на собівартості переналагодження. Тому зменшення кількості затискних елементів для охоплення робочого діапазону заготовок і скорочення часу на переналагодження є актуальною науковою задачею.

Підвищенню гнучкості затискних патронів присвячено багато робіт вітчизняних та зарубіжних вчених, в яких закладені наукові основи створення самоналагоджувальних, широкодіапазонних, швидкопереналагоджувальних та багатофункціональних затискних механізмів, запропонований диференціально-морфологічний метод структурно-схемного синтезу, який дозволяє створювати нові структури затискних патронів, що розширюють технологічні можливості автоматизованого обладнання для токарної обробки та верстатних модулів на його основі. На основі аналізу літературних джерел показано, що при широкому діапазоні затиску доцільно реалізовувати структури затискних патронів із дискретно-неперервною схемою охоплення, що зменшує кількість затискних елементів і скорочення часу на переналагодження. Це вимагає вирішення задач, зв'язаних із пошуком нових підходів до реалізації дискретно-неперервної схеми охоплення і її втілення в конструкцію затискного патрона.

Запропоновано типові кінематичні структури широкоуніверсальних затискних патронів на основі дискретно-неперервної схеми охоплення, які включають два і більше кінематичних ланцюгів, кінцевими ланками яких є різного типу затискні елементи. Ці кінематичні структури дозволяють визначати передаточні відношення передавально-підсилювальних ланок, встановлювати діапазони охоплення заготовок кінцевими ланками кінематичних ланцюгів, визначати кількість кінцевих ланок кінематичних ланцюгів для охоплення всього діапазону діаметрів заготовок, що обробляються на верстаті. Запропоновано конструкції широкоуніверсальних затискних патронів з двома кінематичними ланцюгами, призначеними для затиску пруткових та штучних заготовок в широкому діапазоні діаметрів, для оснащення токарних верстатів.

УДК 621.791.1

Жук В. – ст. гр. МЗ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИБІР СПОСОБІВ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС**

Науковий керівник: к.т.н., ст. викладач Окіпний І.Б.

Зварювання пластмас застосовують в тих випадках, коли в порівнянні з іншими способами з'єднання, забезпечують одержання високих технічних і економічних показників при виготовленні і експлуатації виробів і конструкцій. Зварюванню надають перевагу, якщо з'єднувальні деталі, виготовлені з однорідних матеріалів; якщо недоцільне використання кріпильних елементів і клеїв; коли необхідно одержати конструкцію мінімальної маси; у випадку пред'явлення особливих вимог по забезпеченню високої продуктивності праці, механізації й автоматизації процесу; по герметичності та ін.

Способи зварювання виробів з пластмас відрізняються технологічними параметрами, конструкцією оснащення й устаткування, мають свої області застосування, характеризуються різними умовами праці і техніко-економічними показниками.

При виборі способів зварювання необхідно враховувати теплопровідність матеріалу, інтервал між температурами течіння і деструкції, інтервал температур плавлення, діелектричні характеристики та ін. Наприклад, при зварюванні труб із твердого полівінілхлориду в монтажних умовах рекомендується зварювання нагрітим інструментом з підведенням тепла до поверхонь за допомогою профільованого інструменту, що збільшує поверхню зварювання в порівнянні з плоскими інструментами і забезпечує підвищенням міцності з'єднання на розтяг на 30%. Це зв'язано з тим, що в полівінілхлориду дуже вузький інтервал оптимальних температур зварювання, дотримання яких можливо лише за умови виконання зварювання на автоматизованому устаткуванні в стаціонарних умовах, а використання профільованого інструменту дозволяє розширити цей інтервал.

Зварювання розплавом застосовується для пластмас у яких відносно низька температура розм'якшення і які здатні витримувати значне перегрівання без помітної деструкції. Зварювання тертям рекомендується для термопластів, в'язкість яких вище температури плавлення змінюється плавно (поліолефіни, твердий полівінілхлорид).

З конструктивних факторів при виборі способу зварювання повинні враховуватися товщина виробів, ширина і довжина шва, можливість доступу до з'єднання з двох сторін. До технологічних факторів відносяться обсяг підготовчих і заключних робіт, необхідність застосування індивідуального оснащення, можливість механізації процесів, трудомісткість і тривалість роботи, технологічні параметри, параметри навколишнього середовища, можливість застосування даного способу зварювання та забезпечення необхідних технологічних параметрів в умовах виготовлення з'єднання. До технічних показників різних способів зварювання відносять їх продуктивність, енергетичні і матеріальні витрати, необхідні для здійснення зварювального процесу; масштаби виробництва, вимоги до кваліфікації робочого персоналу. Серед експлуатаційних параметрів, що впливають на вибір способу зварювання найбільш істотне значення має навантаження на з'єднання в період виготовлення й експлуатації конструкцій. Спосіб зварювання вибирають з умови найкращого сприйняття навантажень готовим з'єднанням. При цьому необхідно враховувати можливість появи залишкових деформацій і напружень.



УДК 621.941 – 229.323

Залуцький С. – ст. гр. МВ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИЧНИХ СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРОМЕХАНІЧНИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАТИСКНИХ ПАТРОНІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Волошин В.Н.

У сучасній обробці матеріалів різанням існує безліч нових технологій, які безперервно досліджуються і оптимізуються. Їх об'єднують зниження собівартості виготовлення і підвищення якості. До відомих нових технологій обробки металів різанням, які останнім часом все більше використовуються і розвиваються, відноситься високошвидкісна обробка. Завдяки перевагам у порівнянні з традиційною обробкою, таким як зменшення часу обробки, зменшення сил різання і споживаної потужності при однаковій продуктивності зняття матеріалу, покращення якості оброблюваної поверхні, підвищення точності розмірів і форми, уникнення вібрацій при різанні, зменшення теплового потоку на деталь, зменшення кількості операцій подальшої обробки або їх виключення, економія використання інструментальних матеріалів, підвищення гнучкості високошвидкісна обробка все ширше впроваджується на підприємствах авіакосмічної, автомобільної, верстатобудівної промисловості та інших галузях машинобудування. Вирішальним фактором при оцінці процесу високошвидкісної обробки є продуктивність верстатів, які визначають собівартість виробництва, і таким чином, амортизацію інвестованих коштів.

Важливою системою верстата є система “шпиндельний вузол-затискний патрон-різальний інструмент”, яка повинна забезпечити високу швидкість різання, що у порівнянні із звичайною обробкою зростає в 10 раз і більше. Затискний патрон служить ланкою, яка зв'язує шпиндель та різальний інструмент, і від нього в значній мірі залежить збалансованість всієї системи. Тому затискні патрони для високошвидкісної обробки повинні відповідати ряду вимог: висока осьова і радіальна жорсткість; невелика маса та момент інерції; висока радіальна точність; хороші демпфувальні властивості та висока динамічна жорсткість; гарантований надійний затиск на високих частотах обертання; можливість передачі середовища та сигналів (діагностики або керування).

До інструментальних патронів, які в значній мірі, забезпечують наведені вище вимоги, відносяться гідромеханічні затискні патрони, що характеризуються великими зусиллями затиску, високою точністю, високою швидкістю заміни інструмента та універсальністю, які зумовлені їх принципом затиску. В таких патронах використовується самогальмівний механізм закріплення, тому в робочому стані всередині патрона відсутній надлишковий тиск, на відміну від гідравлічних затискних патронів.

Зусилля затиску інструменту в патроні є важливою силовою характеристикою. На основі розгляду схем затиску в статичні на етапах вибірки зазору та затиску хвостовика інструменту виведені аналітичні залежності для визначення радіального тиску на хвостовик інструменту та крутного моменту, який може передаватися патроном. За результатами моделювання проаналізовано вплив геометричних параметрів на радіальне зусилля затиску хвостовика інструменту.

УДК 621.941 – 229.323

Іванко В. – ст. гр. МВ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛУНЖЕРНИХ ТОКАРНИХ ПАТРОНІВ З КОМПЕНСАТОРАМИ ВІДЦЕНТРОВИХ СИЛ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Волошин В.Н.

Значний прогрес в розвитку автоматизованих металорізальних верстатів для токарної обробки та, зокрема, в області приводів головного руху дозволяє проводити обробку в умовах дрібносерійного та середньосерійного виробництва з високими частотами обертання шпинделя. Для оснащення токарних верстатів, що працюють в таких умовах, можна використовувати плунжерні затискні патрони (ЗП), широкодіапазонні плунжерні ЗП, які мають невеликі радіальні габарити, володіють більш високим ККД в порівнянні з клиновими, і дозволяють зменшити виступання заготовки за рахунок використання частини корпусу для її розміщення. Окрім того, вони також повинні забезпечувати необхідну силу затиску в усьому діапазоні частот обертання для забезпечення утримання заготовки в процесі різання.

Причиною зниження сумарної радіальної сили затиску заготовки в процесі обробки є відцентрові сили ексцентрично розташованих відносно осі обертання патрона плунжерів із затискними елементами. Для компенсації відцентрових сил використовується ряд механізмів, серед яких найбільше розповсюдження отримали механізми, виконані у вигляді зрівноважувальних вантажів і важільної системи, завдяки їх простоті і надійності. В загальному випадку затискне зусилля, яке розвиває ЗП в площині затиску під час обробки, визначається багатьма факторами, основними з яких є конструктивна схема патрона, тип ЗЕ та їх маса, положення центра ваги ЗЕ, жорсткість ЗП, яка залежить від параметрів податливості розташованих в силовому потоці деталей та стиків, та ін. З цієї точки зору актуальною задачею є оцінка силових характеристик плунжерних токарних патронів з компенсаторами відцентрових сил, як функції частот обертання, вирішення якої дозволить вибрати їх конструктивні параметри та встановити потенційні можливості для забезпечення безпечної роботи на токарних верстатах.

Вирішення задачі оцінки динамічних силових характеристик проводилося для двох конструктивних схем розміщення компенсаторів відцентрових сил у токарному патроні плунжерного типу. На основі розгляду схем силової дії на плунжер із затискним елементом виведено залежності для визначення розподілу радіальних сил тиску по довжині затискного елемента і сумарної радіальної сили затиску заготовки в статиці, в процесі обертання без компенсації відцентрових сил та в процесі обертання із компенсацією відцентрових сил. За результатами обробки даних, отриманих в процесі моделювання із використанням математичного пакету MathCAD, побудовані динамічні силові характеристики та визначені допустимі частоти обертання для двох схем розташування компенсаційних вантажів в токарному патроні плунжерного типу.

Застосування комп'ютерного моделювання дозволило встановити вплив ряду параметрів конструктивного та експлуатаційного характеру на статичні та динамічні силові характеристики плунжерних токарних патронів з компенсаторами відцентрових сил та вибрати їх раціональні значення для забезпечення надійного затиску в процесі обробки.

УДК 631.3.01

Іванушко Б. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ШНЕКІВ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS**

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Капаціла Ю.Б.

При виконанні технологічних процесів транспортування робочі органи гвинтових конвеєрів зазнають складних впливів. Схеми прикладання зовнішніх зусиль залежать від виду технологічних операцій, які виконуються, від характеристик технологічного матеріалу, режиму роботи та інших факторів. Величина навантаження може досягати значних значень та викликати деформацію, а іноді і пошкодження робочого органа. Для запобігання цим явищам необхідно ще на етапі проектування вибрати оптимальні геометричні характеристики шнека та узгодити їх із технологією виготовлення.

Розвиток сучасних інформаційних технологій дозволяє проводити подібні дослідження за допомогою персонального комп'ютера. Для цього необхідно перш за все побудувати комп'ютерну 3D-модель об'єкту дослідження і далі за допомогою відповідного програмного забезпечення провести власне дослідження.

В якості програмного забезпечення для вирішення поставлених задач було вибрано CAD-систему SolidWorks – продукт компанії SolidWorks Corporation, яка являє собою систему автоматизованого проектування, інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів будь-якої складності і призначення. Solidworks є ядром інтегрованого комплексу автоматизації підприємства, за допомогою якого здійснюється підтримка життєвого циклу виробу відповідно до концепції CALS-технологій, включаючи двонаправлений обмін даними з іншими Windows-додатками і створення інтерактивної документації.

Для виконання аналізу необхідно перш за все створити модель шнека. Процес побудови 3D-моделі шнека в середовищі SolidWorks базується на переміщенні прямокутного перерізу по гвинтовій траєкторії.

Для аналізу створеної моделі використовують модуль COSMOSXpress. В діалоговому вікні цього модуля вибирають одиниці вимірювання, місце збереження результатів, матеріал шнека, вказують обмеження і навантаження. В якості обмежень необхідно в графічній області вибрати одну або декілька граней, які будуть визначені як нерухомі, тобто для них будуть відсутні переміщення у всіх напрямках. Для випадку, який розглядається, такою гранню служить внутрішня кромка спіралі, оскільки вона жорстко кріпиться на валу шнека. Після встановлення обмежень, потрібно задати навантаження, тобто, вибрати його тип (сила чи тиск), вказати значення, вибрати грань, до якої прикладена сила і напрям прикладання.

Далі запускають аналіз. У відповідь програма розбиває деталь на деяку множину елементів і розраховує напруження в кожному з них. Після завершення аналізу активується вкладка результатів. В цій вкладці можуть бути відображені розподіл напружень в моделі, розподіл зміщень в моделі, деформована форма моделі, а також дається можливість зберегти результати роботи у вигляді звіту.

Застосування CAD- системи SolidWorks дає змогу знизити вартість і час від початкової стадії проектування аж до виготовлення виробу, зокрема завдяки можливостям комп'ютерного моделювання замість проведення дорогих довготривалих виробничих випробувань.

УДК 621.924.42.002.2

Кадиляк В. – ст. гр. МВм - 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ КОНТАКТНИХ НАПРУГ В РК-ПРОФІЛЬНИХ З'ЄДНАННЯХ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Склярів Р.А.

При розрахунку контактних напруг в РК-профільних з'єднаннях доцільним є використання методу кінцевих елементів (КЕ). При цьому для виконання умов збіжності необхідно виключити розрив між деталями, а їх переміщення в просторі розглядати як переміщення абсолютно твердих тіл.

У відомих процедурах це досягається двома способами: з'єднання тіл в одне шляхом створення на ділянках (на яких є зазор) спільних вузлів або шляхом введення стрижневих зв'язків.

При цьому слід дотримуватися наступної послідовності проведення розрахунку контактних напруг:

1. Просторову геометричну форму деталей (об'єм) представляють множиною  $\{\Phi\}$  вузлів КЕ.

2. Якщо деталі РК-профільного з'єднання мають відхилення розмірів, форми поверхні і її положення в просторі, а також зазори (натяг), то для опису цих поверхонь з множини  $\{\Phi\}$  вузлів виділяється підмножина  $\{\Phi_s\}$  вузлів, яка описує геометричну форму оброблюваних поверхонь.

3. Вузли, які створюють множини  $\{\Phi\}$  і  $\{\Phi_s\}$ , з'єднуються уявними лініями або поверхнями. В результаті цього поверхні деталей представляються множиною поверхневих КЕ, а їх внутрішня структура - множиною об'ємних КЕ. При рішенні контактної задачі в площині  $ХОУ$  поверхневі КЕ апроксимуються відрізками, а об'ємні КЕ представляються трикутними симплекс-елементами.

4. Безперервні величини (параметри поверхні, переміщення) для кожного КЕ апроксимуються лінійною моделлю.

5. Взаємодія між вузлами у області контакту здійснюється через фіктивні стрижневі зв'язки.

6. Для заданого положення вузлів визначаються діючі зовнішні навантаження, теплові чинники, а також граничні умови для окремих вузлів.

7. На основі підсумовування жорсткості окремих КЕ будується схема сполучення поверхонь. В результаті рішення зводиться до розрахунку матричного виразу вигляду:  $[K] \cdot \{U\} = \{F\}$ , де  $[K]$  - глобальна матриця жорсткості;  $\{U\}$  - вектор переміщень вузлів;  $\{F\}$  - вектор зовнішніх навантажень.

8. Рішення задачі проводиться ітераційним методом. На кожному кроці ітерації вводяться стрижневі зв'язки в місцях контакту і уточнюються межі області контакту.

Проведені розрахунки вибраного РК-профілю, що має наступні розміри: середній діаметр з'єднання 50 мм; ексцентриситет 1,8 мм; первинний зазор 0,15 мм; модуль пружності матеріалу  $2 \cdot 10^5$  Н/мм<sup>2</sup>; коефіцієнт Пуассона 0,3.

З'єднання апроксимувалося 42 вузлами з 60 КЕ. При прикладанні до валу крутного моменту 29 Н\*м отримали кут контакту поверхонь, що сполучаються  $\varphi_k = 13,8^\circ$  і максимальні контактні напруги не більше 80 МПа.

УДК 621.92-002.56

Капаціла Б. – ст. гр. КАМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВІБРОАБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ**

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Савків В.Б.

Зростання вимог до точності оброблення та зменшення шорсткості поверхні при збільшенні частки опоряджувальної та зачищувальної обробки, що постійно зростає, ставить задачу підвищення продуктивності шляхом механізації та автоматизації трудомістких ручних операцій, розроблення і впровадження раціональних та економічних конструкцій устаткування для нових технологічних процесів.

Віброабразивне оброблення є одним із найбільш перспективних та продуктивних методів опоряджувального та зачищувального оброблення. При віброабразивному обробленні заготовок в умовах крупносерійного та масового виробництва доцільно створювати механізовані та автоматизовані дільниці, в яких застосовуються як окремі одиниці устаткування, так і технологічні системи і комплекси з використанням засобів обчислювальної техніки, промислових роботів та маніпуляторів, дозуючих, транспортних та завантажуючих пристроїв. Такий підхід відкриває нові можливості, які відповідають вимогам сучасного автоматизованого багатомономенклатурного виробництва.

При автоматизації технологічних процесів віброабразивного оброблення необхідно вирішити низку задач, характер яких залежить від змісту процесу, об'єктів виробництва, типу та специфіки виробництва. В будь-якому випадку автоматизація повинна бути комплексною і передбачати застосування автоматизованого електроприводу та систем автоматичного регулювання, використання програмного керування і датчиків зворотного зв'язку, автоматизацію допоміжних операцій, зокрема таких як завантаження-розвантаження, сепарація і промивання деталей тощо.

Крім того, автоматизація віброабразивного оброблення повинна передбачати створення систем і устаткування, які забезпечують контроль та оптимізацію процесу в цілому та його складових, зокрема, режими оброблення та їх тривалість, стан і склад робочого середовища, контроль продуктивності та якості продукції.

Отже, для забезпечення ефективного використання технологічних процесів віброабразивного оброблення в умовах автоматизованого виробництва необхідно вирішити такі задачі:

- забезпечити наскрізний контроль заданих технологічних параметрів якості виробів;
- розробити конструкції автоматизованого устаткування для виконання основних операцій технологічного процесу;
- розробити конструкції відповідних транспортних, завантажуючих і контрольних пристроїв, промислових роботів, маніпуляторів та інших пристроїв, які забезпечують зв'язок устаткування для віброабразивного оброблення з відповідним технологічним обладнанням автоматизованих дільниць;
- розробити системи керування, які забезпечують керування всіма етапами технологічного процесу та передачу інформації на всі рівні автоматизованої системи управління;
- створити базу даних оптимальних технологічних процесів віброабразивного оброблення для різних деталей.

УДК 621.81

Кирик С. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ВИСОКОШВИДКІСНОГО ТОЧІННЯ РІЗУЧИМ ІНСТРУМЕНТОМ З МІНЕРАЛОКЕРАМІКОЮ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Пилипець М.І.

У технології машинобудування одним з найбільш значних і принципових досягнень в області підвищення продуктивності стала обробка металів з високими швидкостями різання, що отримала назву швидкісної обробки різанням.

Дуже актуальним є вивчення впливу швидкості різання на зміну тангенціальних зусиль при роботі різцями з від'ємними кутами. Американські вчені, що проводили вимірювання тангенціальних зусиль при різанні сталей різцями з від'ємними передніми кутами в умовах широкого діапазону зміни швидкостей різання (від 30 до 350 м/хв), встановили, що при великих швидкостях різання тангенціальне зусилля із збільшенням швидкості різання зростає при використанні додатних кутів і, навпаки, зменшується при використанні від'ємних.

За даними цих досліджень величина тангенціального зусилля для обох випадків буде однаковою, і далі, при збільшенні швидкості різання, зусилля різання при додатних передніх кутах буде менше, ніж при від'ємних. Для перевірки цих тверджень проводили досліди з оброблення сталі 50 і чавуну СЧ 20 (HB = 143) в умовах вільного різання різцями з кутами  $\gamma = + 20^\circ; + 10^\circ; 0^\circ, - 10^\circ$  і  $- 20^\circ$  при задньому куті  $\alpha = 3^\circ$ , подачі  $s = 0,1$  мм; різцями з кутами  $\gamma = + 10^\circ$  і  $- 10^\circ$  і заднім кутом  $\alpha = 3^\circ$ , при подачі  $s = 0,2$  мм; різцями з кутами  $\gamma = + 10^\circ$  і  $- 10^\circ$  і заднім кутом  $\alpha = 8^\circ$  при подачі  $s = 0,05$  мм.

Результати дослідів дозволяють зробити наступні висновки.

А. При різанні сталей:

- 1) збільшення швидкості різання при роботі різцями з додатними передніми кутами викликає збільшення тангенціального зусилля різання;
- 2) при різанні різцями з нульовим переднім кутом швидкість різання в діапазоні від 50 до 350 м/хв на величину тангенціального зусилля різання не впливає;
- 3) збільшення швидкості різання в діапазоні 50 – 400 м/хв при роботі різцями з від'ємними передніми кутами викликає зменшення тангенціального зусилля різання;
- 4) значення швидкості різання, при якій зусилля різання стають однаковими для різців з від'ємними і додатними передніми кутами, при обробці сталі 50 досягає приблизно 400 м/хв.

Природним поясненням такого явища представляється вплив на процес різання наросту, утворення якого у вказаному діапазоні швидкостей різання протікає найінтенсивніше.

Б. При різанні чавуну:

- 1) при роботі різцями як з від'ємними, так і з додатними передніми кутами тангенціальні зусилля різання у міру збільшення швидкості різання спочатку падають, а потім залишаються незмінними;
- 2) при невисоких швидкостях різання зусилля різання для різців з від'ємними передніми кутами більше, ніж для різців з додатними передніми кутами;
- 3) при достатньо високих швидкостях різання (більше 100 м/хв) зусилля різання при роботі інструментами з від'ємним переднім кутом ( $\gamma = - 10^\circ$ ) виявляються меншими, ніж при роботі з позитивним переднім кутом ( $\gamma = + 10^\circ$ ).

УДК 621.81

Кирик С. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВИБОРУ МІНЕРАЛОКЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РІЖУЧИХ ІНСТРУМЕНТІВ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Пилипець М. І.

У сучасних умовах загального прагнення до підвищення продуктивності праці і нарощування обсягів виробництва актуальною стає розробка і впровадження нових і прогресивних методів обробки. Такі методи повинні дозволяти здійснювати обробку заготовок отримуваних по новітніх технологіях, для яких основною тенденцією розвитку є зменшення припусків на механічну обробку. У технології машинобудування одним з найбільш значних і принципових досягнень в області розробки методів, що були описані вище впродовж вже тривалого періоду часу стала обробка металів з вельми високими швидкостями різання, що отримала назву швидкісної обробки різанням.

Швидкісне різання металів стало можливим у результаті як удосконалення твердих сплавів, так і розвитку нових принципів конструювання і експлуатації ріжучих інструментів. Основними видами швидкісного різання металів є: швидкісне точіння і розточування, фрезерування, зубофрезерування, стругання і свердління.

Відмітною особливістю усіх різновидів високошвидкісної обробки є застосування інструментальних матеріалів, що відрізняються підвищеною міцністю і зносостійкістю. Широкого поширення набули такі інструментальні матеріали як тверді сплави і мінералокераміка.

Мінералокерамічні матеріали для виготовлення ріжучих інструментів почали застосовувати порівняно нещодавно. Найбільш широкого поширення набув мінералокерамічний матеріал марки ЦМ332, основу якого складає окис алюмінію  $Al_2O_3$  з невеликим додаванням окису магнію  $MgO$ . Мінералокераміка, що не містить дорогих і дефіцитних елементів, має наступні основні переваги: підвищену продуктивність і якість обробки, стабільність цін і практично необмежені сировинні ресурси похідних матеріалів.

Окрім цього слід зазначити, що швидкісна обробка різанням переважно застосовується для точіння загартованих і важкооброблюваних матеріалів. Тим часом однієї з тенденцій розвитку сучасного машинобудування є розробка і застосування прогресивних інструментів на основі високоякісних інструментальних матеріалів, зокрема, мінералокераміки. У зв'язку з цим виникає питання про раціональне використання таких інструментальних матеріалів для обробки конструкційних сталей, що мають найбільш широке розповсюдження.

Грунтуючись на результатах досліджень, можна зробити висновок про те, що швидкісне різання дозволяє забезпечити підвищення продуктивності лезвійної обробки при високій якості оброблюваної поверхні. Поява нових інструментальних матеріалів дозволяє значно підвищити швидкості різання, проте вимагає проведення додаткових досліджень для вивчення закономірностей високошвидкісного різання.

УДК 621.81

Клендій В. – ст. гр. МК - 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ БАЗУВАННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ОТВОРІВ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Пилипець М.І.

Практика обробки отворів свердлінням показує, що вісь обробленого отвору заготовки відхиляється від заданого положення прийнятої бази на значні величини, причому похибка етапу установки і встановлення заново в робочому процесі є домінуючою при обробці звичайнимиспиральними свердлами на верстатах нормальної і підвищеної точності, оскільки в деяких випадках перевищує сумарну похибку статичного і динамічного налаштувань.

На ріжучому конусі свердла перпендикулярно до поверхні ріжучої кромки прикладена зосереджена сила  $\vec{P}$ , яка змінює в часі величину і напрям. Її складові і компоненти як векторні величини розкладання вектора  $\vec{P}$  за трьома осями:  $P = P_x + P_y + P_z$ . Оскільки нерівні (на двох ріжучих зубах) сили розкладаються симетрично осі приведення, то з'являються двійні позначення:  $P_{x1}, P_{x2}, P_{y1}, P_{y2}, P_{z1}, P_{z2}$ , і ін. Всі ці сили в процесі різання створюють моменти пар, одні з них створюють моменти опору різанню, будучи корисними, інші - моменти різниць сил створюють моменти закручування тіла свердла, що приводять до нерівномірного зрізування шару металу і коливанням.

Для здійснення різання сума моментів сил опору різанню і момент на шпинделі мають бути рівні:  $M_c = M_{Pz} - M_{Py} + M_{Pc} + M_P + M_{Pn} + M_{\Delta Pz} - M_{\Delta Py} + M_{\Delta Pn} + M_{\Delta P} + M_{\Delta Pc}$ ; або можна записати:  $M_c = M_{\text{уп.}}$ .

Дослідивши замкнуту схему силових векторів спірального свердла в двох осьових координатних площинах бачимо, що сума векторів  $R'_{xo}$  і  $R''_{xo}$  дає в просторі узагальнений вектор  $R'_{об}$ .

Метод кінетостатики має чотири випадки приведення сил і пар системи. У першому випадку  $R_{об} = 0$ ,  $M = 0$ , тобто рівнодійна системи дорівнює нулю і головний момент  $M = 0$  - система знаходиться в рівновазі. У другому випадку  $R_{об} = 0$ ,  $M \neq 0$  - система приведена до пари. У третьому випадку  $R_{об} \neq 0$ ,  $M \neq 0$ , але вектор моменту перпендикулярний до сили  $R_{об}$ . У четвертому випадку  $R \neq 0$ ,  $M \neq 0$  і вектор головного моменту не перпендикулярний до сили  $R_{об}$ .

Відомо, що напрямки векторів моментів вибрано умовно, але в з'єднаннях контактуючих і близько лежачих тіл вибрані напрямки відображають вже важливу фізичну взаємозалежність. Спочатку вважаємо, що осі обертання свердла і шпинделя приблизно збігаються. Геометрична вісь свердла, як правило, не збігається з віссю обертання у зв'язку з несиметричністю і нерівноваженістю тіла свердла, а також похибкою етапу встановлення за відносним його розташуванням.

На основі проведеного аналізу можна рекомендувати правило вибору комплектів баз для будь-якої деталі або ПІ. Головну базу вибирають шляхом визначення основного напрямку потоку векторного силового поля на виконавчій поверхні деталі або поверхні різання. Як при відомих так і невідомих аналітичних залежностях силових чинників. В першому випадку через поверхню заданого об'єму потоків векторного поля в окремих напрямках. В другому - за головних векторів і величин їх модулів, що визначають стабільне положення системи в робочому процесі.



УДК 621.685

Клепцьо Ю.С. – ст. гр. КТм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ТИСКУ В ПАРОГЕНЕРАТОРІ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Савків В.Б.

Точність і оперативність засобів вимірювання та інформаційно-вимірювальних систем визначає оптимальність роботи парогенераторів в цілому. Без достовірних значень параметрів і автоматичного контролю в більшості випадків неможливо управляти процесом парогенерування.

Система регулювання тиску є підсистемою САР парогенератора. Загальна функціональна схема системи представлена на рис. 1. На вхід вимірювального елемента (ВЕ) подається існуюче  $P_1$  і задане  $P_2$  значення тиску пари парогенератора. На виході отримуємо сигнал розбіжності  $s$  який надходить на імпульсний елемент (ІЕ) в результаті він перетворюється у дискретний сигнал  $s^*$ . Цей сигнал надходить на підсилювач (П) де після підсилення і нормування  $U$  надходить на виконавчий механізм що складається з двигуна (Дв.) і редуктора (Р). Виходом виконавчого механізму є кут повороту  $\varphi$  регулюючого органу – засувки.

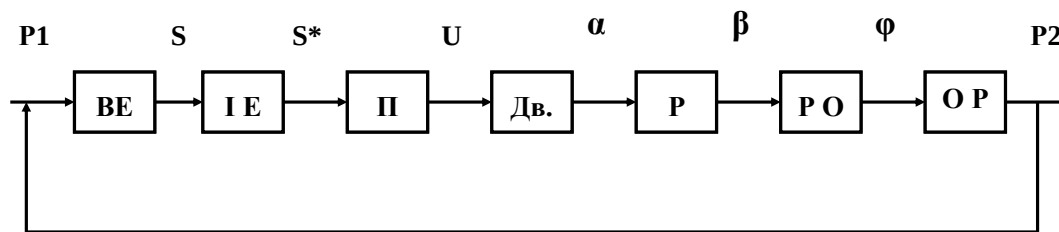


Рис. 1 – Функціональна схема системи регулювання тиску

Аналіз функціонування розробленої системи, проведений шляхом моделювання процесу регулювання тиску у парогенераторі у середовищі пакету MatLab, показав адекватність розробленої моделі і дозволив отримати її якісні динамічні характеристики. Зокрема на рис. 2. приведено результати моделювання по дослідженню запасів стійкості по амплітуді та по фазі.

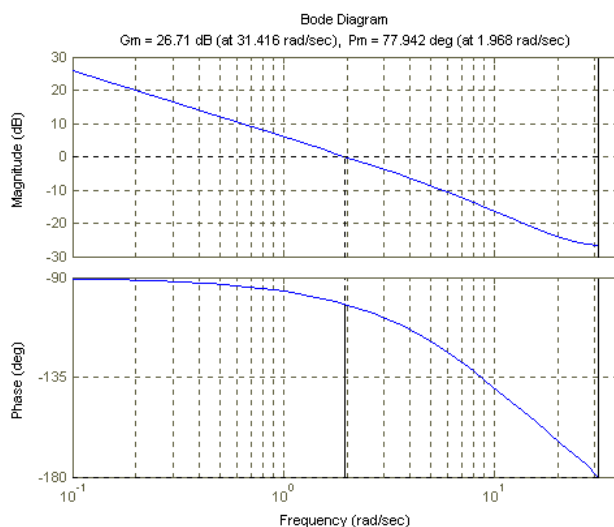


Рис. 2 – Запаси стійкості по амплітуді та по фазі

Отже, дослідивши лінійну систему, вплив імпульсного елемента та загальну імпульсну систему на стійкість і якість, за допомогою різних методів, можна стверджувати, що лінійна система стійка, але перехідний процес встановлення тиску має велике перерегулювання. Це можна усунути шляхом використання імпульсного елемента.

УДК 621.791.1

Кметь І. – ст. гр. МЗ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КЛАСИФІКАЦІЯ ОСНОВНИХ СПОСОБІВ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС**

Науковий керівник: к.т.н., ст. викладач Окіпний І.Б.

Зварювання пластмас є технологічний процес одержання нероз'ємного з'єднання деталей або елементів конструкції з пластмас, який базується на дифузійно-реологічних або хімічних процесах, що протікають у зоні зєднувальних поверхонь, при їхньому нагріванні або без нагрівання та механічному впливі. В результаті зварювання між поверхнями зникає початкова границя розділу, перетворюючись у міжфазний шар з однорідною або різнорідною хімічною структурою.

За механізмом процесу розрізняють дифузійно-реологічне і хімічне зварювання пластмас.

Дифузійно-реологічне зварювання пластмас здійснюється шляхом нагрівання поверхонь, або за допомогою розчинника, а зварне з'єднання утвориться переважно в результаті течіння пластмаси і дифузії макромолекул полімеру в зоні зварювання. При хімічному зварюванні з'єднання здійснюється в результаті утворення хімічних зв'язків між макромолекулами полімеру в зоні зварювання. Хімічне зварювання може виконуватися із застосуванням присадного матеріалу або без нього. На відміну від склеювання при хімічному зварюванні не утворюється самостійна фаза.

Залежно від виду енергії і способу її передачі до з'єднувальних поверхонь, розрізняють термічний, термомеханічний, механічний і електромеханічний класи зварювання пластмас.

Термічний клас зварювання поєднує способи зварювання, при яких з'єднання утвориться в результаті зміни внутрішньої енергії матеріалів лише за рахунок конвективного теплообміну і випромінювання без передачі механічної енергії. У нього входять такі види зварювання: полум'ям, випромінюванням і плазмою.

Термомеханічний клас зварювання включає способи, при яких з'єднання утвориться в результаті зміни внутрішньої енергії матеріалів за рахунок конвективного теплообміну і випромінювання з використанням механічної енергії (додавання тиску в зоні шва). До нього відносять зварювання нагрітим газом, нагрітим інструментом, закладним елементом, розплавом, розчинником.

Механічний клас зварювання об'єднує способи зварювання, при яких з'єднання утворюється за рахунок перетворення енергії механічного руху і взаємодії деталей у теплоту (переважно кінетичної енергії інструмента, що рухається, чи деталі), а щільність з'єднання поверхонь забезпечується створенням на них тиску. В нього входять ультразвукове зварювання і зварювання тертям.

До електромеханічного класу зварювання відносять способи зварювання, при яких з'єднання утвориться в результаті перетворення електромагнітної енергії радіочастотного діапазону в теплоту, а щільність з'єднання поверхонь, забезпечується створенням на них тиску. До нього відносять високочастотне і магнітно-імпульсне зварювання.

УДК 347.771 (094.7)

Корніцький Н. – ст. гр. 413

*Національний інститут аерокосмічних систем управління НАУ, Київ*

## **ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ОБҐРУНТУВАННІ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ**

Науковий керівник: к.е.н., доц. Гащин Є.В.

Технічне обґрунтування інженерних рішень включає не тільки розробку функціональних та експлуатаційних характеристик, але й обов'язкові дослідження на патенту чистоту та патентоспроможність (новизну).

Патентні дослідження – це складова науково-дослідних проектних, конструкторських та інших технічних робіт, передбачених стандартами і нормативними документами, що регламентують розробку, виробництво і реалізацію об'єктів техніки-машин, устаткування, приладів, матеріалів тощо.

Патентні дослідження проводяться при:

- розробці науково-технічних прогнозів та планів розвитку науки і техніки;
- складанні заявок на розробку і освоєння продукції;
- створенні об'єктів техніки (наукові дослідження і розробки);
- освоєнні і виробництві продукції, в т.ч. у рамках міжнародної промислової кооперації;
- вдосконаленні продукції, що випускається, або визначенні доцільності зняття її з виробництва;
- експертизі техніко-економічних показників продукції і технології;
- стандартизації та атестації промислової продукції;
- визначенні доцільності експорту промислової продукції за кордон;
- експонуванні згаданої продукції на міжнародних виставках;
- продажі та придбанні ліцензій
- захисті державних інтересів в області охорони промислової власності.

Метою патентних досліджень вважається отримання вихідних даних для забезпечення високого технічного рівня і конкурентоспроможності об'єкта техніки, використання сучасних світових науково-технічних досягнень та включення невиправданого дублювання досліджень і розробок.

Завдання на проведення патентних досліджень затверджується керівником організації (підприємства).

Матеріали звітів про патентні дослідження повинні використовуватись для складання наступних документів:

- вихідних вимог замовника в заявках на розробку і освоєння продукції;
- технічного завдання на розробку продукції;
- карт технічного рівня і якості продукції.

Як самостійна робота, експертиза на патентну чистоту проводиться також для раніше освоєних пристроїв, способів і речовин, що стають об'єктами експорту або ліцензій, чи виставковими експонатами.

УДК 621.791

Костюкович Р. – ст. гр. МЗм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ В ВУГЛЕКИСЛОМУ ГАЗІ НА ГЕОМЕТРИЧНІ РОЗМІРИ І ФОРМУ ЗВАРНОГО ШВА ТА ЙОГО ЯКІСТЬ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Татарин Б.П.

При виготовленні зварних конструкцій із вуглецевих сталей невеликої товщини (до 6-8 мм.), найбільш раціональним є спосіб автоматичного чи напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі. В порівнянні з зварюванням під флюсом при зварюванні у вуглекислому газі шви можна виконувати в різних просторових положеннях, в тому числі і стельові, без додаткових спеціальних заходів, а в порівнянні з зварюванням в інертних газах, вуглекислий газ є значно дешевшим і не дефіцитним, а тому є більш економічним.

В даній роботі аналізувались вплив і залежність основних параметрів автоматичного зварювання в вуглекислому газі на геометричні розміри і форму зварного шва і на якість зварного з'єднання при зварюванні сталі марки Сталь 08кп товщиною 3мм., яка використовується для виготовлення зварних корпусів енергетичних установок.

Таким чином, визначали межі оптимальних значень величини напруги на дузі, швидкості подачі електродного дроту, коефіцієнта розплавлення і ефективного коефіцієнта корисної дії дуги в залежності від величини струму зварювання, діаметра електродного дроту і напруги (рис. 1-4) та від яких факторів залежать витрати вуглекислого газу та ін.

Як показав аналіз результатів, що оптимальною величиною напруги на дузі при зварюванні електродним дротом діаметром 1.2 мм марки Зв 08Г2С є струм 130А, а напруга 25В. При виборі оптимальних величин напруги на дузі враховується і коефіцієнт втрат електродного металу при зварюванні.

Суттєво на стабільність процесу зварювання впливає і величина вильоту електродного дроту тому, що із збільшенням вильоту збільшується коефіцієнт розплавлення за рахунок підігрівання електродного дроту зварювальним струмом.

Надмірне збільшення вильоту електродного дроту приводить до погіршення формування шва і до підвищення розбризкування електродного металу а відповідно більші втрати. При малому вильоті збільшується забризкування електродного металу на струмопідвідний мундштук і сопло, а також ускладнюється спостереження за процесом зварювання.

Аналіз експериментальних даних показує, що на величину коефіцієнта форми проплавлення і форми валика, які є основними характеристиками зварного шва, в основному, впливає величина зварювального струму і напруги на дузі та діаметр електродного дроту.

При автоматичному і напівавтоматичному зварюванні значенні коефіцієнта форми проплавлення повинні знаходитися в межах 0,8-4. Значення коефіцієнта форми валика для добре сформованих швів не повинно виходити за межі 7-10.

Витрати вуглекислого газу залежить від діаметра електродного дроту, а відповідно від величини зварювального струму і швидкості зварювання.

УДК 621.9

Кубів Т. – ст. гр.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **БАГАТОШПІНДЕЛЬНА ГОЛОВКА ДЛЯ ОБРОБКИ ОТВОРІВ**

Науковий керівник: д. т. н., проф. Гевко Б.М.

Одним із шляхів підвищення продуктивності праці і точності оброблення отворів з різними міжцентровими віддальми є використання багатошпіндельних головок із змінним положенням розміщення інструментальних шпинделів.

Головка для обробки отворів (рис. 1) виконана у вигляді корпусу 1, зверху якого жорстко встановлена кришка 2. В центральних отворах корпусу і кришки встановлено вал-шестерню 3, яка встановлена на підшипнику кочення 4. На середній частині по довжині вал-шестерні нарізані зуби 5, які є у взаємодії з приводними шестернями 6, одна з яких жорстко встановлена на інструментальний шпіндель 7, який жорстко закріплений до корпусу з можливістю кругового повертання. Другий поворотний інструментальний шпіндель 8 жорстко закріплений в поворотному корпусі 9 з рукояткою 10 з можливістю провороту по радіусному пазу 11 в межах зміни міжцентрових віддалей між інструментальними шпинделями від мінімальної до відстані рівній діаметру середнього діаметра зубів вал-шестерні і з жорсткою його фіксацією за допомогою різьбового з'єднання відомим способом. Корпус 1 з кришкою 2 жорстко з'єднані між собою болтами 12 з гайками.

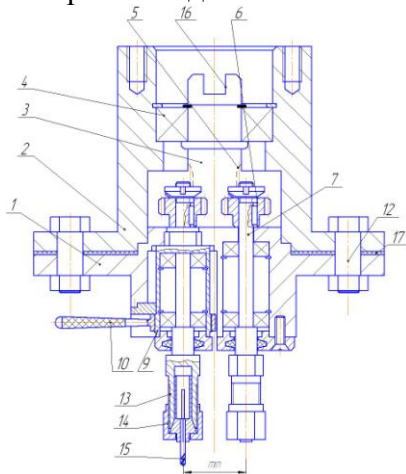


Рис. 1. Багатошпіндельна головка для обробки отворів

В нижній частині інструментальні шпинделі 7 і 8 є у взаємодії з цангами 13 і гайками 14 для закріплення свердл 15, або інших інструментів, наприклад, зенкерів і розверток.

Головка для оброблення отворів встановлюється і кріпиться до пінолі свердлильного або іншого верстату за допомогою кришки 2 відомим способом (на кресленні не показано). Шпіндель верстату (на кресленні не показано) під'єднаний до вал-шестерні 3 через паз 16, який розміщений 4 верхній його частині і здійснює його повертання під час роботи. При цьому обертовий рух передається на інструментальні шпинделі 7 і 8 і відповідно свердла 15, які обертається в одну сторону. При зміні міжцентрової віддалі між інструментальними шпинделями за допомогою рукоятки 10 звільняють поворотний шпіндель 8 від затиску і переміщують по пазу на необхідну відстань з забезпеченням необхідної між центральної віддалі між інструментальними шпинделями. Для покращення герметичності між корпусом 1 і кришкою 2 в головці встановлена прокладка 17.

Головку можна використовувати для свердління зенкерування, розверстування та інших операцій для оброблення отворів деталей з різними між центровими віддальми.

До переваг головки відноситься те, що конструкція відпрацьована на технологічність і забезпечує зміну між центрових віддалей простим способом з підвищенням продуктивності праці.

УДК 621.87

Кулик Я. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя*

## ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗНОШЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ

Науковий керівник: к.т.н. Дзюра В.О.

Мета досліджень: скласти математичну модель и визначити методом найменших квадратів величину зносу інструменту (різець з твёрдосплавною пластиною матеріал - ВК8).

На токарному верстаті, який оснащений спеціальним обладнанням виготовляють деталь втулка циліндра дизеля 40Д14. Приймаємо  $X$  - термін роботи у хвиликах, а  $Y_1$  - величина зносу інструменту по задній поверхні у сотих долях міліметра.  $X$ ,  $Y$  - можна вважати нормально розподіленими і незалежними. Так як аналіз зносу будемо проводити методом найменших квадратів, щоб компенсувати відсутність справжніх результатів мною запропоновано програму, складену у електронній таблиці EXEL.

Критерієм зносу металорізального інструменту прийнято вважати ширину зношеної площадки на задній поверхні інструмента. Стійкість інструменту визначається тривалістю (в хв.) безпосередньо різання між переточуванням.

Головна вимога до різального інструменту – висока продуктивність при заданих класах чистоти і класу точності обробки – забезпечується виконанням умов по відношенню до допусків на виготовлення, відхилень геометричних параметрів, міцності ріжучої частини, зовнішнього вигляду та інше. Конструкція різального інструменту повинна забезпечувати можливість багатократного переточування, надійне та швидке закріплення. При створенні нових конструкцій металорізального інструменту прагнуть вдосконалити їх геометричні параметри і конструктивні елементи, використовувати матеріали з підвищеними ріжучими властивостями, а також використання інструменту із змінними непереточуваними пластинами, особливо у автоматизованому виробництві.

Ефективне керування процесом обробки на верстатах, визначення оптимальних режимів різання і раціональних областей експлуатації ускладнені через протікання процесу різання в різних умовах та впливу комплексу діючих факторів. Велика

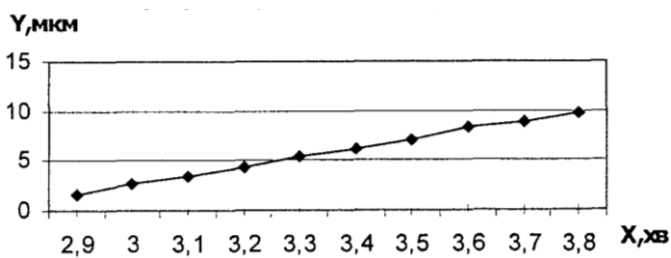


Рисунок 1 – Графік апроксимації функції

кількість факторів є випадковими і змінюються протягом часу.

Для аналізу процесу зносу інструменту необхідно розглянути фізичну суть процесу у комплексі:

положення інструменту, режими різання оброблюваний матеріал та багато інших факторів. Для повного їх урахування слід провести ряд дослідів та скласти математичну модель процесу. У зв'язку з тим, що ми не маємо можливості провести досліди, то наведемо результати дослідження зміни величини зносу  $Y$  в часі  $X$ . Будуємо графіки заданої функції та отриманої залежності  $f(x)$ . Для того щоб компенсувати час на проведення дослідів мною була розроблена алгоритм визначення зносу інструменту методом найменших квадратів за допомогою програми EXEL.

УДК 621.9

Кутрань О. – ст. гр. МВм-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ОДНОШПИНДЕЛЬНИХ ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ В УМОВАХ ГНУЧКИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Луців І.В.

Токарні автомати є більш продуктивними порівняно з токарними і револьверними верстатами. Їх можна застосовувати в серійному і дрібносерійному виробництві для обробки невеликих партій заготовок.

В зв'язку з тим, що після налагодження на визначений вид деталей цикл роботи автоматів повторюється без участі робітника, широке застосування має багатOVERстатне обслуговування. Незважаючи на це, використання автоматів в умовах дрібносерійних і навіть серійних виробництв вважається нераціональним внаслідок того, що технологічний процес виробництва для них потребує великих витрат часу. Для вирішення питання про доцільність використання автоматів велике значення мають затрати, які необхідні для виготовлення комплекту керуючих кулачків, а також час налагодження автомата.

Технологічні рішення містять техніко-економічну оцінку варіантів, а також опис структури оптимального варіанта у вигляді таблиць рішень із вказівкою отримання інструментальних переходів, найменування коду різального і допоміжного інструменту та координат його розташування в робочому просторі верстата. При цьому технологічна підготовка токарних автоматів визначає техніко-економічну оцінку варіантів технологічних операцій, послідовність інструментальних переходів і структуру інструментального налагодження.

За ступенем формалізації процес проектування технології обробки деталей на верстатах-автоматах можна розділити на два етапи: побудова послідовності переходів обробки деталей і концентрації переходів; визначення режимів різання, норм часу, параметрів керуючих органів автомата та інших елементів технологічного процесу.

Другий етап технологічного проектування є цілком визначеним процесом, оскільки параметри режимів різання, норми часу, тощо є функціями від відомих аргументів. Ці функції виражаються через явні математичні описи.

Математичне моделювання і оптимізація компоновочно-технологічних рішень для проектування інструментальних налагоджень токарних автоматів представляє інтерес під час технологічної підготовки процесів механічної обробки в умовах застосування гнучких автоматизованих виробництв. Особливо важливою і типовою задачею оптимізації інструментальних налагоджень є отримання оптимальних структур технологічних операцій і налагоджень, тобто такий розподіл інструментальних переходів за супортами верстата, який за максимальної продуктивності дозволить би скоротити до мінімуму величину питомої собівартості продукції, яка виготовляється.

Розв'язання подібних задач сприяє підвищенню продуктивності праці, більш ефективному використанню металорізального обладнання, інструменту і оснащення, а також створює передумови для підвищення ефективності гнучких виробництв.

УДК 531.374

Кучвара І. – ст.гр. МК - 31

*Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАЛИШКОВІ НАПРУЖЕННЯ В ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВКАХ ПРИ НАВИВАННІ НА ОПРАВУ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Пилипець М.І.

В процесах пластичного формозмінювання металів вальцюванням або навиванням спіральних заготовок виникають деформації та неоднорідні поля напружень. При холодному навиванні металевих стрічок неоднорідний напружено-деформований стан заготовок супроводжується виникненням залишкових напружень, на краєвих формах заготовки, які суттєво впливають на їх якість та механічні властивості. Відомо, що залишкові напруження суттєво впливають на процес старіння заготовок з маловуглецевих сталей типу 08кп, та на межу плинності такого металу.

Маловуглецеві сталі мають на діаграмі залежності інтенсивності напружень від інтенсивності деформацій площадку плинності, яка суттєво впливає на розподіл залишкових напружень. У процесі навивання заготовок з тонкої стрічки периферійні частини її зміцнюються, а в центральній частині є ідеально пластичний шар, що відповідає площадці плинності на діаграмі стану.

Величина відносного обтискування  $\Delta H/H$  пов'язана з заданою величиною довжини площадки плинності  $\varepsilon_i$ , товщиною ідеального пластичного шару  $h_i$  і величиною коефіцієнта пластичного тертя  $\mu$  співвідношенням

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{\sqrt{3}}{2} \varepsilon_i \sqrt{1 - 4\mu^2 \frac{h_i^2}{H^2}}$$

Коефіцієнт пластичного тертя можна визначити за формулою

$$\mu = \frac{\tau_k}{2k} = \frac{\sqrt{3}\tau_k}{2\sigma_s} = \frac{\sqrt{3}\tau_k}{2\sigma_{io}}$$

де  $\tau_k$  – контактне граничне напруження;  $\sigma_s$  – границя текучості;  $\sigma_{io} = \sigma_s$  – величина інтенсивності напруження в центральному, ідеально пластичному шарі стрічки.

Визначивши розподіл напружень в ідеально пластичному шарі та напруження, що виникає в зміцнюваних шарах стрічки можна відмітити, що залишкові напруження, які виникають у заготовці після пластичного деформування стрічки, можна визначити за теоремою про розвантаження:

$$\frac{\sigma_{x_0}}{\sigma_s} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{1 - 16\mu^2 \frac{y^2}{H^2}} - \frac{d + P_n}{\sigma_s}, \text{ при } |y| \leq \frac{h_i}{2},$$

$$\frac{\sigma_{x_0}}{\sigma_s} = \frac{\varphi \int_{-P_c}^{\varphi} d}{\sigma_s} = \frac{\varphi \int_{-d}^{\varphi} d}{\sigma_s} - \frac{d + P_n}{\sigma_s}, \text{ при } \frac{h_i}{2} \leq |y| \leq \frac{H}{2}.$$

Різниця  $\varphi \int_{-P_c}^{\varphi} d$  у даному виразі не є залежною від зусилля навивання стрічки. Це в свою чергу показує, що за умови  $\frac{h_i}{2} \leq |y| \leq \frac{H}{2}$  на залишкові напруження  $\sigma_{x_0}$  на краю

стрічки не впливають зусилля навивання  $P_n$  стрічки. З цього випливає, що залишкові напруження у заготовці визначені за даними залежностями не залежать від зусилля навивання стрічки, а залежить від інших технологічних факторів які потрібно дослідити.



УДК 621.923

Луцький О. –ст. гр. МТпз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПАДКОВОСТІ НА ЯКІСТЬ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Матвійчук А.В.

Разом з кінцевими методами обробки значний вплив на якість поверхневого шару деталей машин надає попередня обробка.

Це явище перенесення властивостей поверхневого шару від попередніх операцій до подальших, по А.М.Дальському, називається технологічною спадковістю.

Початкові нерівності поверхні деталі (макровідхилення, хвилястість і шорсткість) приводять до нерівномірності глибини різання, а отже до змін сил різання і вимушених коливань інструменту відносно оброблюваної поверхні. Ці коливання робитимуть вплив на формування нерівностей при кінцевій обробці деталей.

Аналіз показує, що при лезвійній обробці формування шорсткості залежить від  $R_{z\text{вух}}$  і коливань початкової поверхневої твердості  $HV_{\text{max}}$ . Хвилястість залежить від її початкової величини, від  $R_{z\text{вух}}$  і змін поверхневої твердості. Початкове макровідхилення залежить від початкових фізико-механічних параметрів поверхневого шару. Причому, передуючі ступінь і глибина зміцнення робитимуть вплив на виникаючі поверхневі залишкові напруги. Крім того, початкові нерівності викликать нерівномірність силового і температурного дій на різні ділянки оброблюваної поверхні, а отже, нерівномірності структури і формування поверхневих залишкових напруг. Враховуючи, що попередня лезвійна обробка проводиться з більшою глибиною різання і подачею, як правило, з меншою швидкістю різання, ніж подальша, то при ній створюватимуться великі ступінь зміцнення і глибина зміцненого шару. Отже, при кожній подальшій обробці залежно від глибини різання силове і температурне дії робитимуть вплив поверхню.

Особливо технологічна спадковість виявляється при плоско вершинній алмазно-абразивній обробці, поліруванні і суперфініші, коли припуск, що знімається, знаходиться в межах початкової висоти нерівностей шорсткості.

При обробно-зміцнюючій обробці поверхневою пластичною деформацією (ОЗО ППД) фізична картина технологічного спадкоємства параметрів якості поверхневого шару значно відрізнятиметься від лезвійної і алмазно-абразивної обробок. Оскільки обробка проводиться не за рахунок зняття поверхневого шару, а за рахунок пластичних деформацій, то навіть незначна зміна величини натягу унаслідок початкових нерівностей поверхні буде викликати значні зміни робочого тиску. Особливо це торкається жорсткого інструменту, що використовується при ОЗО ППД.

Дослідження показали, що при проектуванні технологічних процесів доцільно дотримуватися наступного правила технологічного спадкоємства: кожна подальша обробка зменшує початкові висотні параметри шорсткості в 2-6 разів. Наприклад, якщо вимагається обробити зовнішню поверхню обертання з параметром шорсткості  $R_a = 0,05...0,08\text{мкм}$ , а заготівкою є поковка, то необхідно передбачити наступні операції:

точіння:

чорнове -  $R_z := 40...60\text{мкм}$ ,

чистове -  $R_a = 2,9...3,0\text{мкм}$ ;

суперфінішування або притирання -  $R_a = 0,05...0,08\text{мкм}$ .

шліфування:

чорнове -  $R_a = 0,6...1,0\text{мкм}$ ,

чистове -  $R_a = 0,16...0,2\text{мкм}$ ;

УДК 621.923

Луцький О. – ст. гр. МТпз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОБРОБЛЮВАНОГО МАТЕРІАЛУ НА ПРОЦЕС СТРУЖКОУТВОРЕННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Матвійчук А.В.

Процес стружкоутворення, що становить фізичну суть процесу різання, є одним з видів пластичної деформації матеріалів і як такий підкоряється загальним закономірностям механіки твердих середовищ, що деформуються. Проте на відміну від інших схем пластичної деформації, що використовуються при обробці матеріалів, він характеризується більшою свободою для пластичного перебігу матеріалу, що деформується. Тому в процесі різання властивості оброблюваного матеріалу впливають не тільки на опір деформації, але і на величину самої деформації.

Дія оброблюваного матеріалу на процес стружкоутворення обумовлена всім комплексом властивостей, властивих даному матеріалу, і в першу чергу його механічними і теплофізичними властивостями. Дослідження впливу цих властивостей на параметри стружкоутворення утруднено через складність експериментального відділення даного ефекту від впливу на той же параметр інших властивостей оброблюваного матеріалу.

Одним з можливих експериментальних рішень даної задачі є проведення дослідів по різанню матеріалів одного хімічного складу, термічно оброблених на різну твердість. Теплофізичні властивості таких матеріалів трохи відрізняються, а механічні - дуже істотно. Оскільки ж дія цієї температури на стружкоутворення пов'язана з деформаційними процесами, що відбуваються в тонкому контактному шарі стружки, і виявляється саме через зміну властивостей цього шару при нагріванні, то роль визначального чинника тут повинна грати не температура як така, а так звана температура контакту - безрозмірний параметр, що розраховується в частках від температури плавлення:

Питання про мінімально можливу товщину  $a_z$  шару, який може бути знятий одиничним зерном, постійно знаходиться в зоні уваги дослідників, що займаються проблемами абразивної обробки. Величина переднього кута  $\gamma'$ , змінна і залежить від координати  $a'$ , даної точки на передній поверхні зерна.

При деякому значенні  $a' > a$ , стружка зніматиметься. Якщо ця умова не виконується, то відбуватиметься деформація без відділення металу. Отже, необхідно визначити таке значення переднього кута  $\gamma'$ , яке є критичним при даних параметрах зерна і умовах обробки. Передня поверхня інструменту діє на шар, що зрізується, з нормальною силою  $N$ . За законом тертя нормальна сила створює силу тертя  $F = \mu_1 N$  (де  $\mu_1$  - коефіцієнт тертя ковзання між стружкою і інструментом  $\mu_1 = \tan \zeta$ ). Складаючи сили  $N$  і  $F$ , одержимо силу стружкоутворення  $R$ , нахилену до поверхні різання під кутом  $\omega$ . Розкладемо силу стружкоутворення на дві: силу  $P_N$ , перпендикулярну до умовної площини зсуву, що характеризується кутом зсуву  $\beta_1$ , і силу  $P_\tau$ , діючу в площині зсуву. Сила  $P_N$  стискає зсовуваний шар, а сила  $P_\tau$  (сила зсуву), зсовує його. Для утворення стружки необхідно, щоб сила зсуву  $P_\tau$  була б, в усякому разі, позитивною.

УДК 621.941.2

Лучка В. – ст. гр. МВм - 61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОГНОЗУВАННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ОБРОБКИ НА ТОКАРНИХ АВТОМАТАХ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Скляр Р.А.

Сучасні токарні автомати (ТА) можуть розвинути високу (8-12 тис. об/хв) частоту обертання шпинделя і вимагають швидкопереналагоджуваного, швидкодіючого та придатного для роботи на високих частотах обертання оснащення. При цьому підвищення частоти обертання шпиндельних вузлів ТА стримується рядом факторів, зокрема непристосованістю до роботи на високих частотах обертання опор шпинделя, затискних механізмів, зубчасто-пасових передач крутного моменту на шпиндель та коливаннями довгомірних прутків.

Згідно з існуючими рекомендаціями для успішного рішення задачі прогнозування доцільно використовувати сполучення декількох взаємодоповнюючих статистичних методів прогнозування.

Для проведення прогнозних досліджень ми використовували інформацію про максимально можливі частоти обертання шпиндельних вузлів ТА, які серійно випускались промисловістю, та швидкості різання, які на них досягались. При виборі даних ми вибирали верстати з максимальним діаметром обробки прутка 40 мм.

Глибина ретроспективного аналізу становила 60 років, нами були зібрані та систематизовані дані про токарні автомати, які випускались серійно починаючи з 1950 по 2010 рік. Це дозволило нам отримати досить великий масив статистичних даних.

Прогнозні дослідження ми проводили з використанням лінійних та екстраполяційних моделей.

Прогнозування швидкості різання на токарних автоматах за допомогою лінійних моделей дозволило з достатньою точністю (85...90%) відобразити тенденції розвитку на досить короткому часовому інтервалі (5...8 років). Використання цих моделей на більшому часовому інтервалі (10...15 років) не є ефективним, оскільки точність прогнозу при цьому різко падає (60...80%). Отримана нами лінійна залежність  $y = 9,0875x - 17551$  дозволила спрогнозувати, що на 2020 рік максимально досяжна швидкість різання буде становити 800 м/хв.

Оскільки величина зміни частоти обертання шпинделя (швидкості різання) не має постійного характеру, то застосування лінійної моделі для прогнозування у цьому випадку не є ефективним. Тому в подальшому ми провели прогнозні дослідження з використанням степеневих поліномів.

Так згідно отриманої нами моделі  $y = 0,1508x^2 - 588,09x + 573744$  прогнозне значення максимально досяжної швидкості різання буде становити 1000 м/хв. Для оцінки якості опису отриманої експериментальної залежності використовується коефіцієнт детермінації  $R^2$ , який є величиною достовірності апроксимації. В отриманій моделі  $R^2=0.936$ , тому можна вважати, що 90% змін (варіацій) досяжної швидкості різання враховано у рівнянні регресії, і лише 10% змін можливі за рахунок впливу інших неврахованих чинників.

Отримані нами дані дозволяють сформулювати технічне завдання на проектування шпиндельних вузлів ТА з врахуванням можливого розвитку техніки та технології на найближчі 10 років.

УДК 621.685

Мадараш М., Погорілець І. – ст. гр. КАм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОПТИМАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ АДСОРБЦІЇ РОСЛИННИХ ОЛІЙ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Савків В.Б.

Процес адсорбції (відбілювання) рослинних олій представляє собою складний, нестационарний процес з окремими параметрами, які не підлягають безпосередньому вимірюванню (термічний опір пристінного шару, швидкість газопарової суміші, теплоємність олії, теплофізичні властивості крапель олії і т.д.). Це зумовлює необхідність адаптації математичних моделей процесу адсорбції з метою забезпечення заданої точності.

Система оптимального управління статичними режимами процесу відбілювання використовує шість контурів АСР, які забезпечують стабілізацію режимних параметрів за допомогою контролера Modicon TSC Micro.

АСР температури забезпечує стабілізацію температури на виході збірника олії та в підігрівачі олії. Сигнал про поточне значення температури олії формується давачем температури та порівнюється із заданим значенням. В залежності від результату порівняння, контролером виробляється управляюча дія за вибраним алгоритмом управління на регулюючий клапан, який встановлений на лінії подачі гріючої пари в збірник.

АСР співвідношення «олія – глина» на вході в адсорбер забезпечує стабілізацію подачі кількості відбілюючої глини в апарат для відбілювання. Сигнал про поточне значення витрат олії і глини контролюється витратоміром та порівнюється з заданим значенням. Контролером виробляється управляюча дія на регулюючий клапан, який встановлений на лінії подачі відбілюючої глини в адсорбер.

АСР рівня в адсорбері забезпечує стабілізацію рівня в апараті для відбілювання. Сигнал про поточне значення рівня формується рівнеміром та порівнюються із заданим значенням. Контролером виробляється управляюча дія по вибраному алгоритму управління на регулюючий клапан, який встановлений на лінії переливу олії. АСР рівня глини в резервуарі працює за аналогічним принципом. АСР тиску в адсорбері забезпечує стабілізацію тиску в апараті для відбілювання олії.

Цільова функція оптимального управління процесом відбілювання має вигляд:

$$Z(\theta_0, L_1, g_1, g_2) = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i \cdot S_{1C} + S_{2C} + S_{3C} + \frac{\theta_0 - Z_C}{200} + \\ + \left(1 - \sum_{i=1}^k \alpha_i\right) \cdot (\theta_{oi}^0 - Z_0) + Z_0 \cdot \frac{S_1 t + S_2 t + S_3 t}{U_0} \rightarrow \min$$

Далі, з використанням ЕОМ розраховують коефіцієнти ідентифікації математичних моделей, вихідні параметри процесу відбілювання та визначають оптимальні управляючі дії.

Алгоритми задачі «Оптимальне управління процесом відбілювання» включають в себе наступні алгоритмічні модулі:

- управління роботою пакета;
- розрахунок оптимальних управляючих дій;
- розрахунок значень параметрів процесу;
- ідентифікація математичних моделей процесу відбілювання.

УДК 621.867

Орлова О. – ст. гр. КАМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТІКАННЯ СИПУЧОГО МАТЕРІАЛУ В БУНКЕРНОМУ ЖИВИЛЬНИКУ**

Науковий керівник: Федорів П.С.

Залежно від властивостей матеріалу та форми бункера розрізняють два способи витікання матеріалу з отворів бункера: нормальний, коли матеріал рухається вниз у вигляді стовпа над отвором, і гідравлічний, коли рухається весь сипкий матеріал. У більшості випадків насипний вантаж із бункерів витікає нормально, а в бункерах з великим кутом нахилу стінок і при постійному їх струшуванні спостерігається гідравлічне витікання [1]. Кут нахилу стінки залежить від матеріалу:  $\beta = 36^\circ$  для зерна;  $\beta = 45-60^\circ$  для сортового і дрібного вугілля (більше значення);  $\beta = 65^\circ$  для руди [2].

Правильно обрані поверхні плинності і зв'язані з ними особливості забезпечують розумне сполучення спеціальних допущень. Головний недолік тут полягає в тому, що зміна об'єму в процесі плинності залишається невизначеною і тому повинна бути задана заздалегідь. У зв'язку з цим при використанні математичного апарату теорії пластичності стає особливо важливим формулювання фізичної картини процесу руху сипучого матеріалу з визначенням зон пластичної деформації шаруючи.

Загальновизнаним є той факт, що границею між нерухомим і матеріалом, що рухається, служить поверхня, що має форму еліпсоїда обертання. Конфігурація поверхні, при переході, через яку матеріал починає інтенсивно деформуватися, також визначається різними емпіричними залежностями. При реалізації другої форми витікання ця поверхня трактується як геометричне місце часток матеріалу з однаковим часом перебування.

Усталений рух СМ у зоні стоку супроводжується безупинним утворенням і руйнуванням агрегатних структур. Зменшення поперечного розміру цієї зони в міру наближення до випускного отвору приводить до збільшення імовірності утворення динамічних склепових структур. Їхнє виникнення обумовлене зменшенням різниці між вертикальною і горизонтальною складовими напруження і визначає величину протитиску на рівні випускного отвору при усталеному русі сипучого середовища. З огляду на те, що горизонтальні напруження в зводі однакові, для опису форми склепової поверхні над випускним отвором

$$r_{ce}^2 = \frac{d_0^2}{4 \sin^2 \alpha_3} \left( \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_3} \right)^{\nu-2} \frac{\sin^2 \alpha - \frac{1}{f} \cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha_3 - \frac{1}{f} \cos^2 \alpha_3},$$

де  $d_0$  — лінійні розміри отвору;  $\alpha$  — кут полярного радіуса;  $\alpha_3$  — кут, що визначає зону прискореного руху часток;  $\nu$  — коефіцієнт розподільної здатності сипучого середовища.

Список літератури

1. Гячев Л. В. Движение сыпучих материалов в трубах и бункерах / Гячев Л. В. — М. : Машиностроение, 1968. — 184 с.
2. Дженике Э. В. Складирование и выпуск сыпучих материалов / Дженике Э. В. — М. : Неджа, 1969. — 161 с.

УДК 621.865

Островський В., Козбур І.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧНИХ ПРИВОДІВ КРОКУЮЧИХ ШАСІ**

Переваги крокуючого шасі над традиційним колісним чи гусеничним є очевидними, – висока прохідність, відсутність радіусів розвороту, можливість переступати перешкоди. Недоліком крокуючого шасі є відносно низька швидкість пересування.

При створенні крокуючих шасі (КШ) одним із головних завдань є вибір та проектування системи приводів. Найкращі силові характеристики при відносно малих масогабаритних показниках забезпечують гідравлічні приводи. Система керування (СК) КШ повинна забезпечувати погоджений рух кожного ступеня рухливості ноги шляхом одночасного керування сервоприводами в шарнірах ніг залежно від положення машини на місцевості, показів датчиків, управляючих сигналів від водія або верхніх рівнів СК автоматичного КШ, а також характеристик опорної поверхні. Повинна враховуватися специфіка роботи гідроприводу при використанні його на автономному КШ, а саме: жорсткі масогабаритні обмеження; висока швидкодія; обмежена

потужність приводного двигуна. Схема приводу однієї ноги КШ зображена на рис. 1.

Є можливим застосування кількох схем гідроприводів з об'ємно-дросельним регулюванням у системі керування приводами КШ. Доцільно використовувати гідросистеми, у яких використовуються насоси змінної продуктивності з LS-керуванням (load sensing control – управління з чутливістю до навантаження). Як можливі варіанти розглянуто гідросхеми з одним насосом, що працює на всі гідроциліндри та з кількома окремими насосами, кожний з яких працює на гідроциліндри окремих ніг. Розглянуто лінеаризовану математичну модель, що описує динаміку гідроприводу ноги крокуючої машини. У гідроприводі використані розподільники з

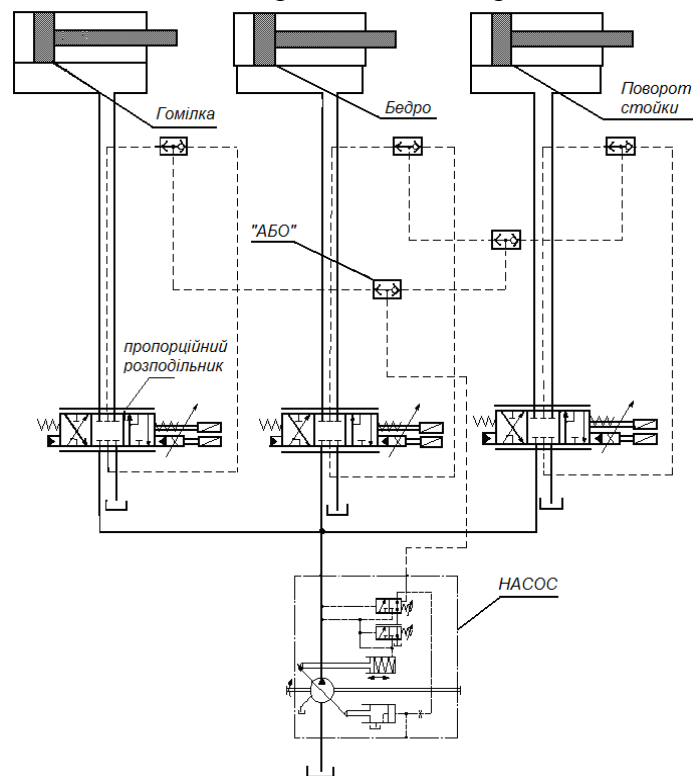


Рис. 1 Гідравлічна схема однієї ноги КШ

пропорційним управлінням, насос із LS-керуванням і гідроциліндри.

У результаті моделювання динаміки гідроприводу були отримані логарифмічні амплітудні фазові частотні характеристики. Запаси по фазі й амплітуді дозволяють зробити висновки про межі стійкості системи. Розглянуто перехідні процеси для гідроприводів кожного ступеня свободи ноги (гомілка, поворотна стійка, стегно).

УДК.621.791.

Порохонько В. – ст. гр. МЗм-51

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Пулька Ч. В.

Дослідження процесу наплавлення тонких плоских деталей, в тому числі сталевих дисків, індукційним способом, присвячені вибору і вивченню стійких проти спрацювання присаджувальних сплавів, розробці технології і обладнання [1,2]. Що стосується зміцнення робочих поверхонь тонких сталевих дисків зубчатої форми, то існуюча технологія неперервно-послідовного їх наплавлення має ряд недоліків, що вимагає її вдосконалення з метою покращення техніко-економічних показників.

Для підвищення зносостійкості металу, в ТНТУ ім. І. Пулюя розроблена нова технологія індукційного наплавлення тонких фасонних дисків одночасно по всій робочій поверхні за допомогою двовиткового кільцевого індуктора з круглим і прямокутним поперечним перерізом витків, а також енергоощадний режим наплавлення, який дозволяє економити електроенергію на 15...25% в залежності від типу використання порошкоподібних твердих сплавів.

Для проведення порівняльних досліджень зносостійкості наплавленого металу, отриманого за існуючою і розробленою технологіями, були наплавлені зразки у вигляді тонких дисків із сталі Ст3, і порошкоподібний сплав ПГ-С1. Під час експериментів випробовували енергоощадний режим наплавлення і порівнювали його з результатами які отримали за існуючою технологією при постійній питомій потужності в часі.

Результати досліджень показали, що структура і мікротвердість практично ідентичні між собою. Зразки наплавлені за енергоощадним (експоненціальним) режимом, відрізняються віялоподібним характером виділень первинних карбідів в поверхневих шарах. Мікротвердість карбідів в цьому випадку максимальна. Вуглець зв'язаний в карбідах, що позитивно позначається на зносостійкості наплавленого металу. За даними рентгеноструктурного аналізу, це карбіди типу  $(Fe, Cr)_7C_3$ .

Були проведені лабораторні випробовування зносостійкості наплавленого металу зразків за двома технологіями. Встановлено, що меншу зносостійкість наплавленого металу мають зразки наплавленні при неперервно-послідовному (відповідно 2.16 і 2.17), а найбільшу – зразок при одночасному напавленні з використанням енергоощадного режиму нагрівання, відповідно (2.6).

Отже, при напавленні дисків за допомогою двовиткового кільцевого індуктора і енергоощадного режиму нагрівання зразків досягається найвища зносостійкість, що зумовлена сприятливою структурою наплавленого металу. Також встановлено, що енергоощадний режим нагрівання дозволяє регулювати пошарове розподілення хрому і вуглецю по товщині наплавленого металу при якому збільшується їх вміст в поверхневих шарах з утворенням карбідів  $(Fe, Cr)_7C_3$ .

### Література:

1. Шаблій О.М. Пристрій для наплавлення тонкостінних деталей [Технологія]/ Шаблій О.М., Пулька Ч.В., Базар М.С.// Патент на винахід UAC2 №93288 B23K 13/00, Бюл. №2, від 25.01.2011р.
2. Шаблій О.М. Технологічні пристосування для індукційного наплавлення деталей сільськогосподарських машин / шаблій О.М., Пулька Ч.В., Король О.І., Сенчишин В.С.// Вісник ТНТУ ім. Івана Пулюя №1 С.138-146, 2010р.

УДК 621.822

Пристапа С. – ст. гр. ПТМм-51

Луцький національний технічний університет

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗМІЦНЮВАЛЬНО-ВИГЛАДЖУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ В МАШИНОБУДУВАННІ

Науковий керівник: д.т.н., професор Марчук В.І.

Надійність роботи машин та механізмів безпосередньо пов'язана з якістю поверхневого шару деталей. За допомогою широко застосованих методів кінцевого оброблення (шліфування, хонінгування, доведення тощо) створюється необхідна форма деталей із заданою точністю, але часто не забезпечується оптимальна якість поверхневого шару. Вона досягається зміцнювально-вигладжувальним обробленням, при якому стружка не утворюється, а відбувається тонка поверхнева пластична деформація поверхневого шару (ППД). У багатьох випадках завдяки застосуванню ППД вдається підвищити запаси міцності деталей, що працюють при змінних навантаженнях, у 1,5-3 рази і збільшити термін експлуатації деталей в десятки разів.

Схеми формування мікронерівностей у напрямі вектора швидкості та подачі під час вигладжування показана на рис. 1.

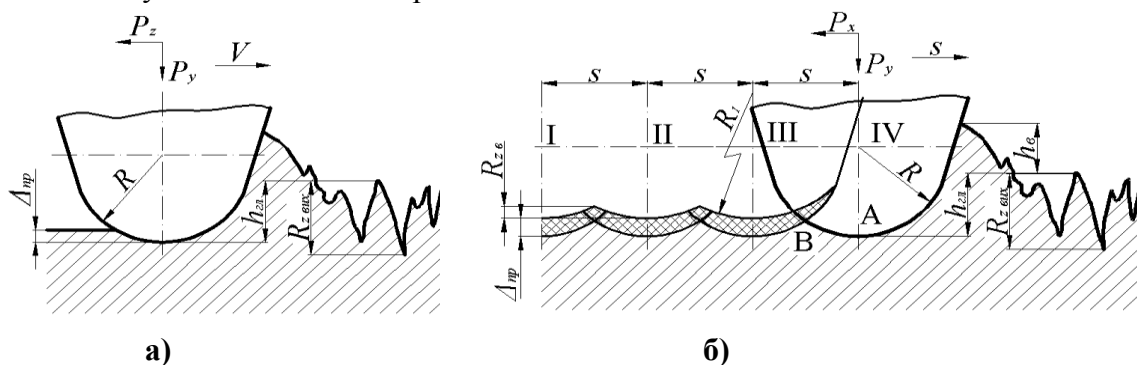


Рис. 1. Схеми формування мікронерівностей в напрямі вектора швидкості (а) і подачі (б) під час вигладжування

Важливим завданням проектування технології вигладжування є вибір матеріалу інструменту, зусилля взаємодії вигладжувача з поверхнею вигладжування, швидкість подачі та швидкість вигладжування для забезпечення раціональних параметрів шорсткості поверхні. З цією метою проведено комплекс експериментальних досліджень процесу вигладжування.

Для проведення дослідів, в рамках виконання атестаційної магістерської роботи, було виготовлено індентори-вигладжувачі з робочою частиною із твердосплавного матеріалу ВК8 та підготовленні циліндричні зразки з матеріалу сталь 45. Для вигладжування використовувалась пружна державка з відтарованим індикатором годинникового типу, для контролю сили вигладжування.

В результаті проведення досліджень було виявлено, що в процесі вигладжування покращується не тільки мікрогеометрія поверхні але й відбуваються структурні зміни в поверхневому шарі, які, очевидно, сприяють покращенню експлуатаційних властивостей поверхонь.



УДК 621.81

Пронкевич М. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ВАЛ-ШЕСТЕРНІ ПРОХІДНМ РІЗЦЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЕОМ.**

Науковий керівник: к.т.н. Дячун А. Є.

Одним з найважливіших якісних показників процесу обробки виробів на металорізальних верстатах є точність розмірів. Під точністю розуміють відповідність готової деталі вимогам креслення за розмірами, геометричною формою, правильністю взаємного розташування поверхонь та за ступенем шорсткості. Підвищення точності збільшує довговічність і надійність, при складанні забезпечує повну взаємозамінність.

Оцінка точності обробки містить наступні етапи:

- вимірювання параметрів деталі, що контролюється, заповнення протоколів вимірювання, побудова графічних залежностей (точкових діаграм).
- статистична обробка результатів вимірів;
- аналіз результатів статистичної обробки.

Алгоритм визначення на ПЕОМ статистичних характеристик точності технологічних операцій проводять по одній реалізації з використанням теорії випадкових величин.

Алгоритм аналізу процесу різання – це аналіз фізичного процесу різання по ланцюгу: конкретні режими різання ( $V$ ,  $S$ ,  $t$ ), джерело енергетичних та силових впливів (різець, верстат) – процес різання – виміри стану і положення СП і Д у просторі і в часі (різець, елементів верстатів деталі) – зміни параметрів різального інструменту та його траєкторії у просторі верстата та деталі, що обробляється.

Реальна траєкторія руху різця при обробці деталей відрізняється від запрограмованої у результаті дії ряду чинників, супроводжуваних процесом різання. В загальному випадку на точність обробки на верстатах впливають похибки, що виникають ще до початку процесу різання:

$\Delta_H$  - похибка налагодження різального інструменту;

$\Delta_n$  - похибка позиціонування;

$\Delta_o$  - похибка встановлення деталі.

В процесі різання (у період  $\tau_o$ ) виникають наступні похибки:

$\Delta_o$  - похибка від швидкопротікаючих процесів (із-за вібрацій, перехідних процесів) обумовлених режимами різання;

$\Delta_r$  - геометричні похибки (верстата, різального інструмента);

$\Delta_y$  - похибка від пружних відтискань (залежать від режимів різання);

$\Delta_{T.i}$ ,  $\Delta_{T.e}$ ,  $\Delta_{T.o}$  - похибки теплової деформації інструменту, верстату, деталі.

У загальному випадку похибка обробки буде оцінюватись по формулі:

$$\pm \Delta = \sum \pm \Delta_i \pm K_r \cdot \sqrt{\sum \sigma_i^2} = \pm \Delta_o \pm \Delta_n \pm \Delta_o \pm \Delta_r \pm \Delta_y \pm \Delta_{Ti} \pm \Delta_{Te} \pm \Delta_{To},$$

де  $\Delta_i$  - середнє значення похибок;  $\sigma_i^2$  - їх дисперсія;  $K_r$  - квантіль нормального розподілу.

УДК 621.7.043

Радик М. – ст. гр. МК–31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК

Науковий керівник: к.т.н., доц. Васильків В.В.

У теплообмінних апаратах широко використовують гвинтові елементи і зокрема гофровані гвинтові спіралі, які відрізняються великою площею контакту з робочим тілом чи навколишнім середовищем. Найбільш ефективний спосіб їх отримання є формоутворення методом пластичного деформування із плоскої стрічкової заготовки.

Розроблений пристрій для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок містить основу 1 та зубчастий валок 2, які виконані приводними, а також механізм подачі стрічкової заготовки 3 (рис. 1).

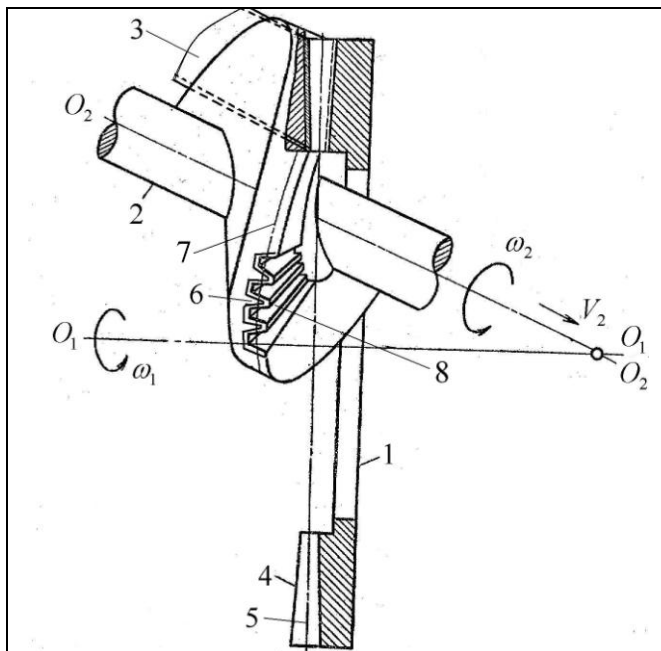


Рис. 1. Пристрій для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок.

Основа 1 встановлена з можливістю обертання із кутовою швидкістю  $\omega_1$  відносно осі  $O_1O_1$ , а зубчастий валок 2 встановлений з можливістю обертання із кутовою швидкістю  $\omega_2$  та поступального переміщення з лінійною швидкістю  $V_2$  відносно осі обертання  $O_2O_2$ . Робоча поверхня 4 основи 1 виконана зубчастою і розміщена на торцевій поверхні 5 що перпендикулярна до осі його обертання  $O_1O_1$ . Зубчастий валок 2 виконаний гвинтовим, зубчаста поверхня 6 якого виконана на гвинтовій поверхні 7 евольвентного гелікоїда. Для одержання гвинтової гофрованої заготовки 8 зубчастий валок 2 та основа 1 встановлені з можливістю зубчастого зачеплення між собою через товщину стрічкової заготовки 3.

Для формоутворення гофрованої заготовки стрічкову заготовку 3 встановлюють у зазор між зубчастими поверхнями 4 і 6 відповідно основи 1 та зубчастого валка 2. При вмиканні приводів обертання основи 1 і зубчастого валка 2, вони здійснюють обертання із постійними кутовими швидкостями  $\omega_1$  і  $\omega_2$  відносно осей  $O_1O_1$  та  $O_2O_2$ , а зубчастий валок 2 також здійснює поступальне переміщення вздовж своєї осі з лінійною швидкістю  $V_2$ . Внаслідок цього стрічкова заготовка деформується їх зубчастими поверхнями завдяки лінійному контакту між зубами через товщину стрічкової заготовки 3. Це призводить до утворення гвинтової гофрованої заготовки 8 з формою виступів і впадин гофрів витків, які відповідні формам виступів і впадин зубчастим поверхням 4 і 6 відповідно основи 1 та зубчастого валка 2.

Після закінчення процесу формоутворення гвинтової гофрованої заготовки вимикають приводи обертання, а одержану заготовку калібрують на крок.

УДК 621.941

Ревіцький І. – ст. гр. МКС-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННІ ТОЧНОСТІ ПОДАЧ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 16K20 В ІМОВІРНІСНОМУ АСПЕКТІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Кривий П.Д.

Робота присвячена дослідженню розсіювання подач токарно-гвинторізного верстата (ТГВ) моделі 16K20 з використанням положень теорій імовірності та математичної статистики.

Проаналізовано існуючі методи перевірки точності ТГВ та встановлено, що при всіх існуючих методах досліджень перевірка точності розсіювання подач не проводилася. Тому використання імовірнісно-статистичного підходу до дослідження точності подач ТГВ є актуальною задачею. Метою роботи є розробка методики і проведення досліджень розсіювання подачі ТГВ моделі 16K20.

Методика досліджень наступна: на кожному кінематичному ланцюгу, що забезпечує паспортні значення подач  $s_1 = 0.05 \text{ мм/об}$ ,  $s_2 = 0.06 \text{ мм/об}$ ,  $s_3 = 0.075 \text{ мм/об}$ ,  $s_4 = 0.09 \text{ мм/об}$ ,  $s_5 = 0.1 \text{ мм/об}$ ,  $s_6 = 0.125 \text{ мм/об}$ ,  $s_7 = 0.15 \text{ мм/об}$ ,  $s_8 = 0.175 \text{ мм/об}$ ,  $s_9 = 0.2 \text{ мм/об}$  здійснювали вимірювання переміщень супорта. Для цього встановлювали на верстаті задану подачу, створювали силу  $P_x$ , яку прикладали до супорта, щоб ліквідувати можливі зазори в зачепленнях елементів кінематичних ланцюгів і, прокручуючи патрон на один оберт, за допомогою індикатора годинникового типу з ціною поділки 1 мкм, який встановлювався на штативі, що за допомогою магніта кріпився до направляючих верстату, визначали переміщення супорта, яке приймали рівне значенню подачі  $s_i$ . Таким чином отримували статистичні ряди розсіювання подач.

Визначивши середні значення подач у сформованих статистичних рядах  $\bar{s}_i$  та дисперсії  $D(s_i)$  їх розсіювання. За критерієм Греббса визначали ті значення  $\bar{s}_i$ , які різко виділялись та вилучали їх з статистичних рядів. Далі знаходили остаточні характеристики розсіювання: середнє значення, яке приблизно рівне математичному сподіванню  $\bar{s}_i \approx M(s_i)$ ; дисперсії розсіювання  $D(s_i)$ ; середньоквадратичні значення розсіювання  $\sigma(s_i)$ ; поля розсіювання  $\bar{s}_i \pm 3\sigma(s_i)$ . Ґрунтуючись на граничній теоремі Чебишева, висунули гіпотезу, що випадкова величина  $s_i$  підпорядкована нормальному закону розподілу. Використавши критерій Пірсона ( $\chi^2$ ) перевіряли узгодженість гіпотези на відповідність нормальному розподілу. Підтвердили гіпотезу, що величина  $s$  на кожній з паспортних подач підкоряється розподілу Гауса. За критерієм Стюдента  $t_k$  та Фішера  $F$  перевіряли суттєвість їх відмінностей за середніми значеннями та дисперсіями.

Встановили, що із збільшенням подачі на верстаті росте і її дисперсія розсіювання. Апроксимувавши дану залежність за допомогою методу найменших квадратів, отримали:  $D(s) = 0.331s - 6.44$ .

Дана методика може бути використана при дослідженні точності подач на верстатах токарної та інших груп верстатів.

УДК 621.7.043

Ревіцький І. – ст. гр. МКС-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УСТАНОВКА ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ НА КРОК РІЗНОПРОФІЛЬНИХ ГВИНТО-ВИХ ЗАГОТОВОК НА ОСНОВІ УНІФІКОВАНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Васильків В.В.

Для калібрування на крок різнопрофільних гвинтових заготовок, наприклад, зі змінним міжвитковим об'ємом використовують технологічні установки, у яких швидкості взаємозв'язаних елементарних рухів, що утворюють складні формоутворюючі рухи, не залишаються постійними, тобто один з рухів обов'язково повинен бути нерівномірним. Нерівномірний обертальний рух в установці найчастіше отримують за допомогою сумуючого механізму і додаткового внутрішнього кінематичного ланцюга, який перетворює рівномірний рух в нерівномірний. Виконавчі рухи забезпечуються кінематичними ланками, рух в яких передається через механічні ланки як в ланцюгах головного руху, так і у внутрішніх (формоутворюючих) ланцюгах установки.

Проаналізувавши ці установки було виявлено такі недоліки кінематичних ланцюгів (КЛ) з механічними ланками: непостійна крутна жорсткість, яка залежить від протяжності ланцюга, числа та жорсткості стиків кінематичних пар. Використання механічних зв'язків ускладнює конструкцію установки, підвищуючи її металомісткість, а при значній протяжності ланцюга не завжди можна забезпечити необхідну кінематичну точність без використання спеціальних корегуючи пристроїв.

При раціональній побудові внутрішніх КЛ установок їх висока кінематична точність може бути реалізована зменшенням до мінімального значення похибок елементів складових ланок ланцюга. Одним з можливих способів підвищення точності внутрішніх КЛ і збереження їх в процесі експлуатації є скорочення їх протяжності, що веде до значного зниження металоємності установки в результаті утворення високоточних приводів, що забезпечують безпосереднє з'єднання двигуна з заготовкою та інструментом, виключаючи при цьому коробки швидкостей і подачі, проміжні механічні передачі та ланки. Такі кінематичні зв'язки можуть бути виконані у вигляді розімкнутого крокового гідроприводу, використання яких в ланках установки дозволить реалізувати керуючі функції з високою точністю. Використання гідравлічних крокових приводів пояснюється такими перевагами: малі габарити та маса при високій силі напруженості, що забезпечує малу інерційність рухомих частин; високу швидкодію та точність відтворення взаємозв'язаних рухів; використання дискретних пристроїв дозволяє значно спростити систему управління.

В якості силового виконавчого органу в них використовується спеціальний гідравлічний кроковий двигун, що з'єднаний системою трубопроводів з ланкою налаштувань, який перетворює енергію рідини в гідравлічні імпульси і розподіляє їх у визначеній послідовності по робочим камерам крокового двигуна, а вихідний вал гідравлічного крокового двигуна відпрацьовує дискретні управляючі сигнали з високою точністю і великим посиленням потужності.

Побудова внутрішніх (формоутворюючих) ланцюгів установок у вигляді гідравлічних зв'язків на основі крокового гідроприводу дозволяє забезпечити конструктивну перевагу над КЛ побудованими за допомогою механічних ланок.

УДК 631

Романовська К. - ст. гр. ТМ-22

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Матвійчук А.В.

Одним з резервів підвищення функціональних експлуатаційних параметрів коренезбиральних машин є розробка принципово нових і модернізація існуючих викопувальних і очисних пристроїв, визначення їх оптимальних конструктивно-кінематичних параметрів, в поєднанні з компоувальною схемою та рядністю машини, а також технологією збирання. Підвищення якісних показників процесів збирання коренеплодів представляє собою комплексну науково-технічну проблему, вирішення якої повинно базуватись на пошуку нових конструктивних рішень робочих органів та компоувальних схем коренезбиральних машин, теоретичному обґрунтуванні їх конструктивних та технологічних параметрів, експериментальному підтвердженню проведених досліджень з метою аналізу і синтезу оптимальних параметрів бурякозбиральних комплексів.

Аналіз робіт показав, що вибір параметрів робочих органів коренезбиральних машин необхідно проводити з врахуванням механіко-технологічних принципів, на яких базуються процеси викопування та очищення коренеплодів.

В Україні виготовляються бурякозбиральні комплекси, які працюють за трифазною технологією збирання коренів. Однак на відміну від зарубіжних машин, фази розподіляються наступним чином: збирання гички; доочищення головок коренеплодів від залишків гички; викопування, очищення (сепарація), завантаження у транспортні засоби коренеплодів (самохідними бурякозбиральними машинами). Досить часто застосовують і четверту фазу, коли завантаження здійснюють буряконавантажувачами.

Такі комплекси є надзвичайно енерго- і металомісткими, що призводить до значного ущільнення ґрунту. Основним недоліком комплексу є двофазне видалення гички, яке виконується за два окремих проходи машин.

В західно-європейських країнах застосування тієї чи іншої технології і засобів механізації в основному залежить від розмірів плантацій.

Вибір конструкції робочих органів та компоувальних схем коренезбиральних машин в значній мірі визначається типом ґрунту, його вологістю, а також врожайністю коренеплодів. Варто підкреслити, що розміри втрат при застосуванні окремих типів робочих органів можуть залежати від рядності копача, способу його з'єднання з рамою а такої конструкції сепаруючого вузла. Втрати залежать такої від робочої швидкості машини, типу і вологості ґрунту. Бурякозбиральні машини повинні забезпечити: високу технологічну надійність, агротехнічну ефективність, необхідну універсальність при модульному принципі агрегування робочих органів, високу надійність і довговічність, інтенсифікацію процесів збирання буряків за рахунок підвищення робочих швидкостей і пропускної здатності коренезбиральних машин, а також зменшення їх метало- і енергомісткості.

При виготовленні бурякозбиральних машин висуваються ряд технічних вимог.

УДК 621.825.6.

Саньоцький А. – аспірант

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СУХАРНИХ СИНХРОННИХ КАРДАННИХ ШАРНІРІВ В ПРИВОДАХ ТРАНСМІСІЙ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Пилипець М. І.

Сухарні синхронні карданні шарніри рівних кутових швидкостей являють собою компактну конструктивну модифікацію подвійного вильчатого карданного шарніра Гука. Їх використовують як синхронні механізми в приводах трансмісії транспортних засобів для кутової передачі крутного моменту між карданными валами та в приводах ведучих і одночасно керованих коліс при забезпеченні синхронності обертання півосей з ведучими колесами з постійною частотою обертання. Якщо розділити по осі симетрії сухарний синхронний карданний шарнір на дві частини, то кожна частина, як правило, являє собою асинхронний карданний шарнір нерівних кутових швидкостей з фіксованими осями коливання (аналогічно подвійному карданному шарніру). Завдяки наявності розвинених поверхонь взаємодіючих деталей такий карданний шарнір здатний передавати значний за величиною крутний момент при забезпеченні кута між валами  $45...50^\circ$ . Йому притаманні простота конструкції, більш низькі вимоги до точності виготовлення і достатня компактність. Він забезпечує відносно великий діапазон передаваних обертових моментів з досить широкими межами зміни кутових значень ведучого і веденого валів.

Сухарні синхронні карданні шарніри передають обертання між валами з частотою, близькою до постійної. Невелике відхилення від строго постійної частоти обертання обумовлено неточністю встановлення карданного шарніра всередині пристроїв, що забезпечують його опору і центрування. При його точному геометричному розташуванні з пристроями опори і центрування він передає обертання з постійною частотою при різних кутках в межах розрахункового діапазону. Сухарний синхронний карданний шарнір використовують в закритій поворотній цапфі рульового пристрою переднього вільно, або жорстко встановленого мостів різних транспортних засобів, призначених для експлуатації як на автострадах, так і в умовах бездоріжжя.

Проте притаманні недоліки сухарних карданных шарнірів дещо обмежили їх застосування на валах привідних мостів – це більші, ніж у інших типів, втрати на тертя, оскільки для їх елементів характерне тертя ковзання, що призводить до підвищеного нагріву всього вузла і знижує його ККД. При експлуатації протягом тривалого часу з високими значеннями обертового моменту і швидкості обертання спостерігається іноді і задири деталей механізму в результаті незадовільного підведення змащувального матеріалу до поверхні тертя. Тому, при великому навантаженні з максимальним кутовим значенням між валами, коли тертя-ковзання складових деталей механізму найбільше, карданний шарнір може функціонувати задовільно тривалий час лише при номінальній частоті обертання із забезпеченням достатнього змащення в тертьовій зоні для підтримання належного його теплового балансу.

Таким чином, для забезпечення надійності і довговічності під час експлуатації та підвищення ККД, конструкція сухарного синхронного карданного шарніра потребує спрощення шляхом зменшення кількості складових деталей і зменшення площі поверхневого контакту в механізмі із застосуванням замість поверхневого – лінійного контакту між карданными вилками і проміжною ланкою при забезпеченні ущільнення і надійного змащення тертьової зони контактних поверхонь.

УДК 621.81

Семеген В.О. – ст.гр. МТм - 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОТИ НА ЯКІСТЬ ОБРОБКИ ПРИ ТОЧІННІ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Пилипець М.І.

Ефективне функціонування технологічної системи в значній мірі визначається тепловими явищами, які впливають на якість обробки деталей і працездатність обладнання, оснащення, інструменту. Сучасні тенденції інтенсифікації процесу різання призводять до значного підвищення теплових навантажень на різальний інструмент, в зв'язку з чим зростає і актуальність задач з їх досліджень.

В наш час достатньо добре розроблені методи досліджень теплового стану в зоні контакту різального інструменту з заготовкою. Велику увагу приділено першому етапу теплофізичного аналізу систем – вивченню джерел тепла та основних закономірностей формування теплових потоків в зоні різання. Але існуюча методика визначення теплових потоків, діючих на передній та задній поверхнях леза різального інструменту, доволі складна для практичного застосування. Представляє інтерес її подальше вдосконалення та розширення можливостей використання для вирішення практичних задач. Метою запропонованої роботи є вдосконалення методики визначення теплових потоків зони різання та дослідження їх впливу на якість оброблення.

Для здійснення процесу різання потрібно затратити визначену роботу, яка служить основним джерелом виникнення теплоти в зоні різання. Ця теплота впливає на стійкість інструменту до спрацювання, на наріст і коефіцієнт тертя та на якість оброблюваної поверхні. Відомо, що кількість теплоти, яка виділяється в процесі різання, еквівалентна роботі різання. Загальна кількість теплоти, що виділяється при різанні за одиницю часу  $Q$  (Вт).  $Q = P_z \cdot V$  (1)

де  $P_z$  – сила різання, (Н);  $V$  – швидкість різання, (м/с).

В зоні різання виникають три основних джерела тепла: тепло деформації в зоні стружкоутворення на площині зсуву  $N$  (інтенсивність джерела  $q_o$ ), тепло тертя на площині контакту між стружкою та передньою поверхнею інструменту (інтенсивність джерела  $q_{2T}$ ). Тепло кожного з джерел передається всім твердим тілам, які беруть участь в процесі обробки – деталі, різцю, стружці, причому в зоні різання має місце переплетіння шляхів руху потоків тепла, і тому математичне описання процесу теплообміну достатньо складне.

Температура в різальному лезі інструменту формується під впливом джерел  $q_1$  та  $q_2$ , густина яких для практичних розрахунків приймається рівномірно розподілених по площинах інструменту. Розрахунок щільності теплових джерел  $q_1$  та  $q_2$  з достатньою точністю може бути виконаний за відомою методикою А.Н.Резникова.

В результаті числового рішення виведених залежностей для визначення щільності теплових джерел отримано значення критичного спрацювання інструменту  $h_{0T}$  для різних кутів загострення  $\beta$ . Таким чином, в результаті проведених досліджень вдосконалена методика визначення теплових потоків в зоні різання і досліджений їх взаємозв'язок із спрацюванням задньої поверхні леза інструменту і відповідно точності оброблення.

УДК 621.326

Скрипник О.– ст. гр. МВм – 51

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОПОР КОЧЕННЯ ТА ВАЛІВ КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ ВЕРСТАТА мод. 16K20T1

Науковий керівник: доц., к.т.н. Шанайда В.В.

Токарно - гвинторізні та токарно –револьверні верстати є найбільш широко вживаними для обробки деталей машин типу тіл обертання. Модернізація цих верстатів, як правило, торкається питань їх специфічного переобладнання для обробки деталей складних геометричних форм або не типової конфігурації.

З метою покращення технологічних характеристик верстатного обладнання нами проведено вдосконалення конструкції коробки швидкостей (КШ) токарно – револьверного верстата моделі 16K20T1. Особливу увагу приділено дослідженню підшипникових опор та геометричним параметрам валів КШ. Інженерні розрахунки та проектні роботи проводилися з використанням спеціального програмного забезпечення – програми APM Win Machine 9.6.

Аналіз конструкції і параметрів валів коробки швидкостей показав, що при передачі крутного моменту  $100 \text{ Н}\cdot\text{м}$ , з числом обертів на виході 2500 об/хв. та прогнозований довговічності 10000 годин. реакції в опорах будуть рівними: осьова реакція 0 Н; радіальна реакція 698,675 Н; вертикальна реакція -191,881 Н; горизонтальна реакція 681,810 Н. модуль реакції 698,675 Н;. Моменти згину: вертикальний –  $35 \text{ Н}\cdot\text{м}$ , горизонтальний -  $10,3 \text{ Н}\cdot\text{м}$ , кут згину - вертикальний –  $0,007^\circ$ , горизонтальний –  $0,024^\circ$ . Поперечні сили – вертикальні – 214 Н, горизонтальні – 670 Н. Переміщення – вертикальні – 0,03 мм, горизонтальні - - 0,01 мм. Моменти кручення - -  $50 \text{ Н}\cdot\text{м}$ , кут кручення - -  $0,30^\circ$ , напруження – 185 Н/кв. мм, коефіцієнт по втомленій міцності - 20.

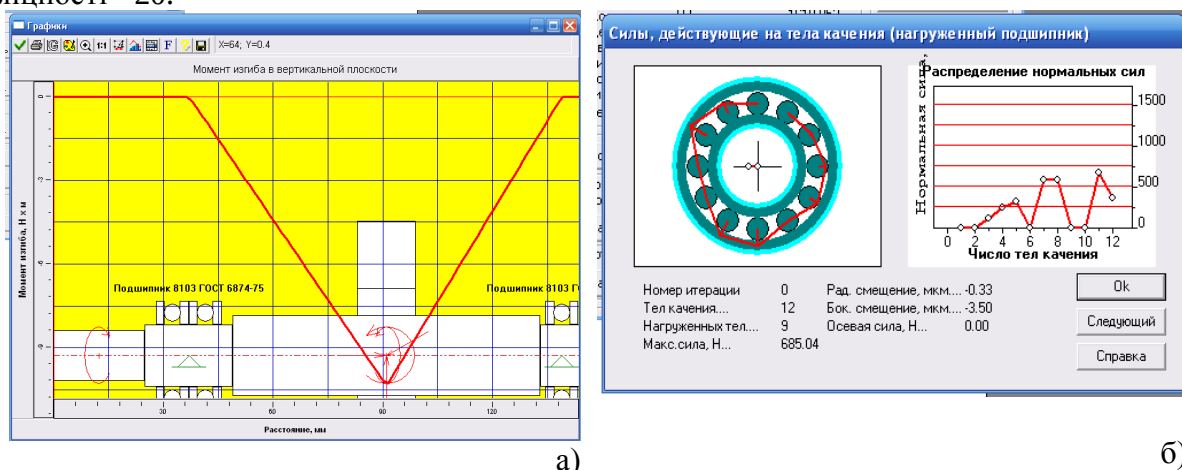


Рис. 1 Приклад використання програми APM Win Machine 9.6 для дослідження конструктивних елементів коробки швидкостей: а- дослідження параметрів привідних та проміжних валів; б – дослідження опор кочення.

В результаті модернізації було встановлено, що геометричні параметри коробки швидкостей, можна зменшити у поздовжньому напрямку. В результаті такої модернізації будуть знижені мас – геометричні параметри досліджуваного вузла, а відповідно і вартість цього вузла.



УДК 621

Теслюк Р. – ст. гр. АДЕТ ПВ8-1

Українська інженерно-педагогічна академія

## **УСТАНОВКИ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ ТА ДРІБНОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Наукові керівники: к.т.н., доц. Ковалевський С.В.,  
к.т.н. доц. Голоп'яров І.В.

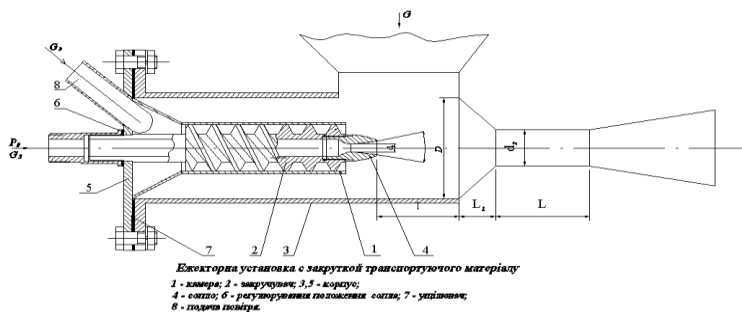
Пневматичні транспортні установки використовуються на промислових підприємствах та у сільському господарстві в якості технологічного, транспортного ті спеціального обладнання. Найбільш широко застосовуються пневмотранспортні установки при транспортуванні, переміщенню сипких, дрібнодисперсних та гранульованих матеріалів. Крім того вони використовуються в системах вентиляції промислових установ та підсосу вибухонебезпечних газів і шкідливих речовин.

Пневмотранспортні установки в залежності від технологічних особливостей виробництва, довжини траси переміщення сипких матеріалів, властивостей матеріалів та економічних показників (витрати енергоносіїв) можуть відрізнятись значними конструктивними відзнаками і поділятись на ежекторні, струмні насоси та камерні живильники. Створення нових типів пневмотранспортного устаткування базується на дослідженнях фазового стану аеросуміші та якісного переходу під час переміщення в транспортуючому трубопроводі підчиняється загальним законам енергетики, що забезпечує наукове обґрунтування явища саморегулювання потоку суміші та самоорганізації масопереносу у матеріалопроводі.

Удосконалення конструкції відомих технічних рішень пневмотранспортного устаткування та розширення використання пневмотранспортної техніки забезпечується з допомогою методики розрахунків струмкових апаратів по теорії Соколова Е.Я. та використанню корисної дії на процес транспортування закручених потоків приведених в розрахунках Халатова А.А.

На кафедрі ЕМС УПА розроблена конструкція ежекторної установки для транспортування сипких, дрібнодисперсних гранульованих матеріалів, зернових та ін., яка дозволяє при значно менших витратах енергоносія підвищити продуктивність та зменшити витрати матеріальних ресурсів.

На рис. 1 приведена конструкція ежекторної установки, яка при випробуваннях забезпечила підвищення експлуатаційних показників.



Об'єднання таких фізичних явищ як вихід енергоносія із сопла Лавалю і закрутка концентрично йому паралельного потоку навколо сопла Лавалю транспортуючого матеріалу

забезпечує рівномірний вхід транспортуючої суміші навколо та в потік енергоносія (струї стислого повітря). Таке інженерне рішення дозволяє значно підвищити ефективність роботи пневмотранспортної техніки, зменшити витрати енергоносія, збільшити дальність транспортування та підвищити продуктивність.

УДК 621.791

Глуховецька О. – ст. гр. МЗм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ЗВАРЮВАННЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКУ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Шпак Р.І.

При зварюванні плавким електродом в захисному газі в зону дуги, яка горить між електродом (зварювальним дротом), що плавиться, і виробом через сопло подається захисний газ, який захищає метал зварювальної ванни, краплини електродного металу і закристалізований метал від дії активних газів атмосфери. Теплом дуги розплавляються кромки зварювального виробу і електродний (зварювальний) дріт. Розплавлений метал зварювальної ванни, кристалізуючись, утворює зварний шов.

Геометричні розміри зварного шва в більшій степені визначають його властивості. Геометрію зварного шва характеризують глибиною проплавлення основного металу, шириною шва, висотою зміцнення, площею проплавлення.

Незалежно від типу і способу виконання зварний шов складається з певної кількості основного і електродного металу. Геометрія зварного шва залежить від параметрів режиму зварювання: сили зварювального струму  $I_{зв}$ , напруги на дузі  $U_d$ , діаметру електрода  $d_{ел}$ , швидкості зварювання (швидкості переміщення дуги)  $V_{зв}$ , роду струму і кута нахилу електрода. При постійному діаметрі електрода, із збільшенням сили зварювального струму, зростає концентрація теплової енергії в плямі нагрівання. При цьому зростає величина зварювальної ванни (довжина, глибина і ширина). З підвищенням напруги на дузі (при постійних інших параметрах) збільшується її довжина і рухомість. Це обумовлює збільшення ширини шва і зменшення висоти його підсилення (кількість наплавляючого електродного металу залишається практично постійною). Із збільшенням діаметра електрода (при сталих інших параметрах) зміцнюється блукання активної плями по торцю електрода, і відповідно, активної плями, розміщеної на виробі. Введення тепла дуги через велику поверхню призводить до зменшення щільності зварювального струму і температури стовпа дуги, збільшує ширину шва і тепло відведення, що приводить до зменшення глибини проплавлення. Із збільшенням швидкості зварювання зменшується погонна енергія дуги, тому зменшується ширина шва. При зварюванні постійним струмом, тепла потужність, що виділяється в катодній плямі, є більшою ніж в анодній. Це обумовлює зменшення ширини шва і глибини проплавлення при зварюванні постійним струмом прямої полярності в порівнянні з зварюванням на зворотній полярності. При зварюванні змінним струмом, зона проплавлення при таких самих параметрах займає середнє значення. В теперішній час зварювання в вуглекислому газі, як правило, проводиться постійним струмом зворотної полярності.

Випробовуваннями встановлено, що для надійного запалювання дуги в вуглекислому газі при дроті з діаметром 0,8–1,2мм струм короткого замикання повинен бути не менше 350–550А, а час , на протязі якого він зростає до цієї величини, не більше 0,002–0,004 сек. На продуктивність зварювання значно впливають коефіцієнти розплавлення і наплавлення. Збільшення струму призводить до збільшення коефіцієнта наплавлення ( $\alpha_n$ ) і коефіцієнта розплавлення ( $\alpha_p$ ) при зварюванні в вуглекислому газі значно підвищує коефіцієнт наплавлення.

УДК 621.423:621.333

Чанчін А. – ст. гр. КА-068

Одеський національний політехнічний університет

## **ВІБРОДІАГНОСТИКА УШКОДЖЕНЬ ПЛАНЕТАРНИХ КОЛІСНИХ РЕДУКТОРІВ ТРОЛЕЙБУСІВ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Гутиря С.С.

За результатами статистичних досліджень технічного стану тролейбусного парку України (до 70 % машин відпрацювали нормативний ресурс) та експлуатаційної надійності планетарних колісних редукторів (ПКР) у складі провідних мостів типу RABA (інтенсивність відмов трьохсателітних ПКР складає  $\lambda_t = (2,0 \dots 2,4) \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$ ) обґрунтовано доцільність запровадження вібродіагностики типових ушкоджень зубчастих передач, що дозволить суттєво покращити техніко-економічні показники роботи транспортних підприємств. Перевагою застосування вібродіагностики є можливість проведення безрозбірного контролю ПКР в робочих умовах навантаження.

Особливості і складності діагностики ПКР наступні:

- вібросигнали від всіх зубчастих пар містять як синхронні компоненти (гармоніки), пропорційні обертовим частотам коліс, так і *несинхронні*, пов'язані з резонансними процесами і не пропорційні обертовій частоті;
- притаманні зубчастим зачепленням гармоніки мають невисокий енергетичний рівень, тому для підвищення інформативності необхідно використовувати вібросигнали у розмірності *віброшвидкості* або *вібропривидшення*;
- амплітуда гармонік віброспектру суттєво залежить від рівня навантаження ПКР, через це вимірювання необхідно виконувати обов'язково при *однаковому, якомога більшому рівні навантаження*;
- вібрації від зубозачеплення мають нестационарну природу через відносне ковзання зубців, що призводить до виникнення поблизу збурюючих частот зачеплення *неоднорідного "білого шуму"*, який складається із несинхронних компонент;
- *відсутність нормативних даних* щодо допустимих рівней як власно вібросигнала, так і окремих його складових і гармонік.

За означених причин для дослідної діагностики ПКР обґрунтовано застосування метода порівняння спектру вібросигналів редуктора з відомим ушкодженням з "опорним спектром", який отримано на роботоздатному зразку в ідентичних, найбільш сприятливих для прояву ушкоджень, умовах випробування.

За опублікованими результатами експериментальних досліджень тролейбусів моделей ЗиУ-9, 14 Tr і ЮМЗ-Т1 вібропривидшення у салоні сягають максимуму (до 75 дБ) у частотному діапазоні 1...8 Гц на пікових підйомах з ухилом 4...8 % при максимальній силі тяги. Результати комп'ютерного моделювання і експериментальні вимірювання при обертovому моменті навантаження на провідних колесах  $T_k = 3000 \text{ Н} \cdot \text{м}$  і частоті обертання  $n_k = 100 \pm 10 \text{ хв}^{-1}$  на дослідному стенді з біговими барабанами підтвердили придатність комплексу "Дельфін-1М" для діагностики типових ушкоджень зубчастих передач ПКР у складі провідних мостів тролейбусів за генерованими вібросигналами, а також можливість його застосування для контролю якості регламентних ремонтних робіт та вхідного контролю запасних частин. Розроблено схему формування діагностичних ознак ушкоджень ПКР як основу для накопичення відповідних "еталонних віброспектрів", обґрунтовано ефективність запровадження обслуговування ПКР по фактичному технічному стану.

УДК 621.941

Чепига В. – ст. гр. МВм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ФАКТИЧНІ І ПЕРСПЕКТИВНІ РЕЖИМИ НАВАНТАЖЕННЯ ГОЛОВНОГО ПРИВОДУ ВЕРСТАТІВ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Луців І.В.

Для створення конструкції верстатів заданої продуктивності і точності при високій надійності і економному використанні конструкційних матеріалів необхідно володіти інформацією про фактичне навантаження верстатів і рекомендаціями щодо розрахункових навантажень і їх режимів.

Рекомендації щодо навантажень, складені раніше для верстатів з ручним керуванням, застосовувались і для верстатів з ЧПК, але по мірі розвитку систем програмного керування і конструкції самих верстатів вони перестали відповідати фактичним режимам роботи і в ряді випадків сприяли збільшенню ваги верстатів або зниженню їх надійності.

Розвиток і застосування високопродуктивних верстатів з ЧПК супроводжується змінами: технології обробки деталей, організації виробництва і конструкції самих верстатів, які зумовлюють інтенсифікацію режимів робочих навантажень. В той же час до верстатів з ЧПК висувуються підвищені вимоги стосовно міцності, жорсткості і довговічності їх механізмів, а також надійності процесу різання, оскільки відмови в цьому випадку призводять до значно більших економічних втрат. Вказані тенденції і вимоги зумовили необхідність уточнення розрахункових режимів навантаження (на основі вивчення фактичних і перспективних режимів) і розробки рекомендацій для розрахунків міцності і випробовування головних приводів нових токарних верстатів з ЧПК.

В роботі фактичні режими навантаження головного приводу визначені на основі даного технологічного процесу обробки на верстатах випущених моделей (технологічні режими навантаження) і динамічних процесів в системі головного приводу (динамічні навантаження). Для забезпечення належної надійності головного приводу необхідно при розрахунку верстатів враховувати величину можливих динамічних навантажень в елементах приводу вибраного типу і володіти конструктивними рекомендаціями, які дозволяють змінити характеристики системи для зменшення навантажень.

Для динамічного розрахунку пружної системи головного приводу необхідно скласти повну розрахункову динамічну схему з наступним її спрощенням. Рекомендується число мас при спрощенні доводити до 5-7, що дозволяє виділити парціальні системи пружнодемпфуючих елементів (ПДЕ) - пасових передач, пружних муфт з підвищеним демпфуванням - і електродвигуна. Для приблизних розрахунків спрощення можна доводити до двох-трьох мас.

На основі результатів вивчення динамічних навантажень в головному приводі при несприятливих динамічних режимах обробки (переривчасте різання і т.п.) встановлені поправочні коефіцієнти до значень технологічних навантажень, які враховують динамічні посилення в приводі для типових випадків.

Перспективні режими навантаження досягнуті прогнозуванням виходячи з оптимального (за технічно-економічними показниками) технологічного процесу обробки на верстатах умовних моделей.

УДК 658.52:681.578.25

Штацький С. – ст. гр. МВм - 51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ БАЗИ ДАНИХ «МОДУЛІ АВТОМАТИЧНОЇ ЗАМІНИ ІНСТРУМЕНТУ»

Науковий керівник: к.т.н., доц. Складов Р.А.

Обробка деталей в гнучких виробничих системах (ГВС) потребує високопродуктивного інструменту, який розрахований на високу надійність роботи в автоматичному режимі. Найбільш ефективні ГВС при використанні систем інструменту блочно-модульної конструкції.

Розрізняють три підсистеми такого інструменту: інструмент з циліндричним базуючим хвостовиком, інструмент з базуючою призмою та інструмент з конічним і циліндричним хвостовиком. Ці системи нараховують понад 70 різноманітних модульних підсистем, кожна з яких характеризується своїми конструктивними особливостями.

Велика кількість модульних систем спонукала нас до розробки бази даних (БД) «Модулі автоматичної заміни інструменту», в якій би містилась детальна інформація про них.

Наповнення масиву БД здійснюється при умові створення її структури, основою для побудови якої вибрано реляційно-алгоритмічний підхід, який дозволяє реалізовувати накопичення, пошук та корекцію введеної інформації.

Базу даних створено з використанням пакету Microsoft Access, який розрахований як на початківця, так і на кваліфікованого користувача, має багатий набір візуальних засобів. Вся робота з БД здійснюється через контейнери бази даних, за їх допомогою здійснюється доступ до усіх об'єктів, а саме: таблиць, запитів, форм, звітів, макросів та модулів.

При перегляді даних використовуємо режим форми (рис.1), так як і при введенні, який дозволяє обмежити об'єм інформації, що відображається на екрані, і представляти її в потрібному вигляді. При цьому перегляд інформації можна здійснювати в почерговому і вибіркового представленні. На основі вибраних записів створюється звіт (рис. 2), в якому вибрана інформація подається для кінцевого користувача.

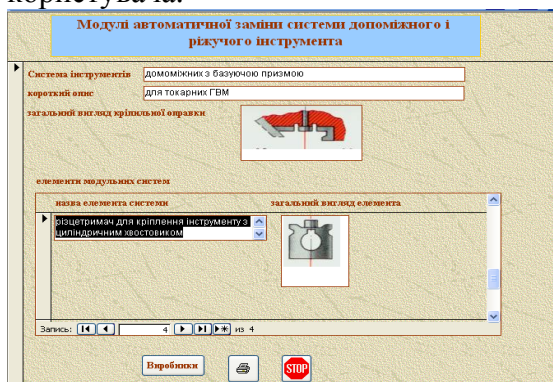


Рис. 1 - Вікно розробленої бази даних в режимі форми

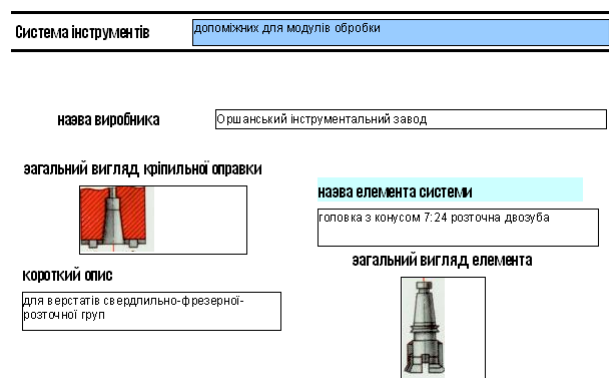


Рис. 2 – Приклад отриманого звіту стосовно конструкції інструментального модуля

Розроблена база даних «Модулі автоматичної заміни інструменту» може використовуватись на підприємствах машинобудівного профілю та в учбовому процесі.

УДК 539

Гурик О. – ст. гр. КА<sub>6</sub> - 31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ ТА ПОТЕНЦІАЛ НАНОТЕХНОЛОГІЙ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Марущак П.О.

Відомо, що значна частина металургійного обладнання працює за умов низькочастотного циклічного навантаження. Проте, підвищення продуктивності вимагає збільшення технологічних швидкостей, що спричиняє збільшення частот навантажування тримких елементів конструкцій. Це зумовлює актуальність дослідження впливу частоти навантажування на швидкість росту втомних тріщин (РВТ) у теплостійких сталях. Дослідження впливу частоти навантажування дозволяє уточнити залишковий ресурс конструкції, а також виявити основні механізми поширення втомних тріщин.

На даний час існує обмежена кількість праць присвячених впливу частоти навантажування у теплостійких сталях, тому це питання потребують подальшого дослідження. В роботі досліджували циклічну тріщиностійкість сталі 25Х1М1Ф, яку традиційно використовують для виготовлення роликів машин безперервного лиття заготовок (МБЛЗ).

Досліджували швидкість РВТ у призматичних зразках з бічним надрізом (SENT) за одновісного циклічного розтягу. Частота навантажування становила 0,1 Гц та 1,0 Гц. Попередньо у зразках зароджували втомні тріщини за частоти 25 Гц. Під час експерименту контролювали зусилля навантажування, розкриття берегів тріщини та швидкість її підростання. Слід зазначити, що циклічна довговічність сталі 25Х1М1Ф за частоти навантажування 0,1 Гц становить  $28 \cdot 10^3$  циклів, а за частоти 0,01 Гц  $3,0 \cdot 10^4$  циклів навантаження. Таким чином, підвищення частоти навантажування збільшує залишкову довговічність матеріалу приблизно на 10%, що очевидно зумовлено зменшенням часу активного навантажування зразка.

Крім того, аналізували стадії та механізми поширення втомної тріщини які можуть бути ілюстровані характерними картинами деформаційного рельєфу, що формується у вершині й біля берегів втомної тріщини.

Збільшення рівня пластичного деформування сприяє локалізації пластичних деформацій в колі елементів мікроструктури: включень, меж субзерен, мікроруйнуванню і розриву когерентних зв'язків включень і матриці, що пояснює утворення локальних зон ямкового відриву. Для «довгої» тріщини, на кінцях вторинних мікротріщин спостерігаються місцеві «надриви» матеріалу зразка, формування яких супроводжується зсувними деформаціями. Поширення тріщин супроводжується активізацією вторинного розтріскування і гілкування магістральної тріщини. На поверхні зразка формуються смуги локалізованого пластичного деформування розташовані під кутом  $50...60^\circ$  до осі навантаження. Проаналізовано циклічну тріщиностійкість сталі 25Х1М1Ф за частот навантажування 0,1 Гц та 1,0 Гц. Виявлено, що механізми поширення тріщин є подібними, основні відмінності спостерігаються за умов розвинутої пластичності, яка є вищою за частоти 0,1 Гц, що визначається більшим часом активного навантажування матеріалу.

УДК 621.91

Стрільчук В. – ст. гр. МВм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Лещук Р.Я.

Верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) і процес формування точності обробки мають ряд специфічних особливостей в порівнянні із звичайними верстатами, що вимагає застосування нових підходів і методів при розробці технологічних процесів. Інформація для верстатів з ЧПК проходить складні етапи перетворення по ланцюгу «креслення - деталь» на кожному з яких виникають характерні для верстатів з ЧПК похибки.

Початкова інформація про деталь закладена в числовому вигляді в кресленні (вимоги по точності, геометрична і технологічна інформація). У керуючій програмі інформація представлена в числовому вигляді, а пристрій ЧПК перетворює кодовану інформацію в декодовану (послідовність сигналів). Верстат з ЧПК виконує автоматично одночасно два завдання:

- забезпечує задану в керуючій програмі траєкторію переміщення робочих органів;
- забезпечує необхідну швидкість робочих органів на кожній ділянці траєкторії.

Точність позиціонування – основна важлива характеристика верстатів з ЧПК. При виході робочого органу верстата в запрограмовану координату виникає похибка позиціонування, що включає: похибку пристрою ЧПК, похибку дискретності, кінематичну і динамічну похибку, похибку виготовлення і налагодження верстата.

Точність обробки залежить від наступних похибок: заготовки, пристосування, інструменту, теплових і пружних деформацій; геометричних. Для отримання якісних деталей необхідно, щоб похибка обробки фактична була менше заданого допуску.

Мета керування точністю - створити такі умови, при яких вершина різального інструменту (різця) не виходила б за поле допуску. Для цього треба знати:

- загальну похибку, що виникає в процесі різання і запас по точності обробки;
- інтенсивність зношування інструменту за міжналагоджувальний період;
- розрахункову зону підналадки і час подачі підналагоджувального імпульсу.

На практиці, як правило, використовують два методи корекції розмірів: за результатами вимірювання окремих параметрів точності верстата і за результатами вимірювання виготовлених деталей. Обидва методи не дозволяють автоматично керувати точністю через ряд причин: наперед невідома загальна похибка верстата і запас по точності; необхідні періодичні зупинки верстата для вимірювання деталей, обробка статистичних даних, постійна участь людини; не можна наперед передбачити величину і час введення корекції.

Використовуючи запропонований графо-аналітичний метод, можна розраховувати точність обробки і враховувати це ще на стадії підготовки керуючої програми. Графо-аналітичним методом можна розраховувати загальну похибку верстата ЧПК і запас точності при заданому допуску; визначати час автоматичної зміни інструменту і введення корекції; прогнозувати точність процесу обробки; будувати діаграму розсіювання розмірів до обробки; визначати напрям зсуву настройки і величину розсіювання; робити розрахунок реальної траєкторії інструменту і величини її відхилень від заданої в керуючій програмі і передбачити її корекцію.

УДК 621.9

Сташишин Ю. – ст. гр. МВм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ АВТОМАТАХ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Кушик В.Г.

Обробку поверхонь деталей на універсальних токарних верстатах виконують послідовно кількома інструментами, встановленими в різцетримачі і задній бабці. Число встановлених інструментів невелике. Підвід і відвід інструментів, переключення та інші допоміжні рухи здійснюються робітником вручну. Одночасні обробка поверхонь потребує великих зусиль. Ручні прийоми знижують продуктивність верстата. При роботі на універсальному верстаті всі холості ходи і частину робочих переміщень інструменту виконують вручну. Токарно-револьверні верстати за рахунок наявності на них револьверної головки і супорта з кількома інструментами дозволяють багатоінструментальну одночасну обробку кількох поверхонь. Це дає можливість зменшити допоміжний час, але число ручних прийомів залишається великим. Таким чином у токарних і токарно-револьверних верстатах механізована лише подача інструмента, а решта прийомів виконуються вручну.

Токарні автомати і напівавтомати, на відміну від токарних і токарно-револьверних верстатів, мають автоматизований цикл роботи, тобто ходи і допоміжні рухи автоматизовані і можуть частково суміщатися. Внаслідок автоматизації циклу роботи токарні автомати і напівавтомати мають високу продуктивність. Тому вони вигідні в застосуванні у серійному та масовому виробництві. Наприклад, шестишпіндельний токарний автомат 1Б240-6К має поздовжній супорт з шістьма позиціями і шість поперечних супортів, тобто шість позицій одночасної обробки кількох поверхонь. Універсальні автомати і напівавтомати призначені для обробки деталей складної форми і виконання великого числа переходів. При переході на обробку нової заготовки переналадка універсальних автоматів і напівавтоматів здійснюється без переробок основних вузлів і полягає лише в заміні кулачків, державок та ріжучих інструментів.

Автомати поздовжнього точіння призначені для виготовлення деталей із холоднотягнутого каліброваного прутка з різноманітних матеріалів. Вони забезпечують одержання деталей високого класу точності. Для збереження точності автоматів поздовжнього точіння не рекомендується виконувати на них грубі роботи.

Токарно-револьверні автомати призначені для виготовлення деталей із каліброваного матеріалу ( круглого, квадратного або шестигранного). При обладнанні автоматів завантажувальними пристроями можлива обробка штучних заготовок.

Крім обробки заготовок точінням і свердлінням на токарно-револьверних автоматах можна нарізати внутрішні чи зовнішні різьби, проточувати конічні поверхні, прорізати шліци і фрезерувати. Для виконання цих операцій необхідні спеціальні пристрої і відповідна наладка. Небажано використовувати гарячекатаний матеріал, що приводить до низької точності і більш швидкого зношування механізмів верстата.

Наявність в токарно-револьверних автоматах трьох чи чотирьох поперечних супортів і поздовжнього супорта з шестипозиційною револьверною головкою розширює їх технологічні можливості в порівнянні з автоматами поздовжнього точіння і дозволяє одержувати на них більш складні за формою деталі. Крім цього, токарно-револьверні автомати дозволяють використовувати спеціальні пристрої, що в свою чергу збільшує технологічні можливості.



УДК 621.91

Дерій Б. – ст. гр. МВМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ГОЛОВНОГО ПРИВОДУ СПЕЦІАЛЬНИХ ТОКАРНИХ І ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИХ ВЕРСТАТІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Лещук Р.Я.

У зв'язку з виходом вітчизняних виробників металопродукції на зовнішній ринок до її якості і геометричних розмірів висуваються підвищені вимоги, що інколи перевищують вимоги існуючих ДСТУ і технічних умов.

При обробці валів, що мають неоднорідну структуру і різні фізико-механічні властивості, виникають скачки потужності різання, які негативно впливають на якість поверхні валів і точність геометричних розмірів готових деталей.

Вимоги до електроприводів і систем керування верстатами визначаються технологією обробки, конструктивними можливостями верстата і різального інструменту. Серед основних вимог – розширення технологічних режимів обробки з використанням сучасного різального інструменту, максимальна продуктивність, найбільша точність обробки, висока чистота оброблюваної поверхні.

У сучасних верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК) функції, що виконуються електроприводом головного руху, значно ускладнені. Крім стабілізації частоти обертання, при силових режимах різання потрібне забезпечення режимів позиціонування шпинделя при автоматичній зміні інструменту, що неминує веде до збільшення необхідного діапазону регулювання частоти обертання.

Стабільність роботи приводу характеризується перепадом частоти обертання при зміні навантаження, напруги електричної мережі, температури навколишнього середовища тощо.

Похибки частоти обертання для головного приводу токарних верстатів повинні складати не більше: сумарна похибка - 5%; похибка при зміні навантаження - 2%; похибка при зміні напруги обертання - 2%. Коефіцієнт нерівномірності, що розраховується як відношення різниці максимальною і мінімальною миттєвих частот до середньої частоти обертання при холостому ході приводу, повинен бути не більше 0,1

В роботі запропоновано та досліджено систему стабілізації потужності різання на заданому рівні, що дозволяє забезпечувати задану якість поверхні оброблюваних валів.

Керування основними рухами верстата (переміщення супортів по осях X і Z) здійснюється від системи цифрової індикації та управління (УЦІ). Операції, пов'язані з перемиканням ступенів головного приводу, регулюванням швидкості обертання шпинделя і подачі супорта, переміщення і фіксація задньої бабці, переміщення пінолі, установка і затиск заготовок та різального інструменту на супорті виконуються від органів управління, розташованих на цих складальних одиницях без урахування УЦІ, тобто ці операції не програмуються.

Обробка деталей може бути в «ручному» режимі (УЦІ виконує роль індикації) і «програмному» (автоматичному) режимі за програмою, заданою ручним введенням завдання на пульті УЦІ.

Застосування УЦІ К-525 підвищує продуктивність роботи в режимі індикації і перенабору, а в автоматичному режимі обробки за програмою вивільняє оператора, підвищує точність роботи і обробки деталей, дозволяє організувати багатOVERстатне обслуговування.

Секція:

**Електротехніка, електроніка та світлотехніка**

УДК 519.6

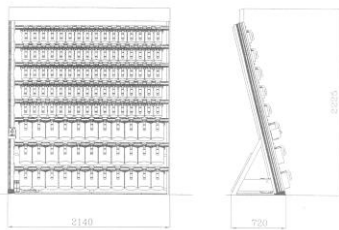
Душка Д. – ст. гр. КТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПІДБОРУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ФАРБИ ТА ЇЇ ПРИГОТУВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Микитишин А.Г.

Алгоритм функціонування комплексу поєднує в собі процес налагодження освітлення та параметрів сканування, сканування поверхні, подальшої передачі сканованого зображення і його обробки, перетворення колірного простору та передачі сигналу на стенд для приготування зразку фарби. Для реалізації проекту вибрано дзеркальну однооб'єктивну фотокамеру Nikon D40 Kit з 420-сигментним RGB-датчиком, оскільки датчики даного класу мають дуже велику чутливість та точність передачі кольорів. На 2-х метровій змішувальній установці можна одночасно розмістити змішувальні фарби й концентрати базових фарб.



Встановлюються - до 7 поперечних штанг, під 0,5; 1,0 й 3,5 літрові банки.

Електронні ваги (цифровий дисплей) із приладом для зчитування мікрофільмів, які скомплектовані разом із стендом в автоматизовану систему. Двигун і вимикачі в стандартній комплектації поставляються не в експлуатаційному виконанні.

Рис. 1 - Двометрова змішувальна установка

Першою задачею було встановлення правильного освітлення, щоб досягнути рівномірного розсіювання світла ми розрахували діапазон ефективної дії фотоспалаху, в залежності від витримки, параметрів діафрагми та ведучого числа фотоспалаху. Розрахунок проводили згідно такої формули:

$$REW = \frac{LN}{f} \cdot \sqrt{\frac{ISO}{100}}$$

де REW – зона ефективної дії джерела світла; f – значення числа діафрагми; ISO – стандарт параметру висвітлення;

Після визначення зони встановлення джерела світла, ми задаємо початкові значення фарби, якою вкрита поверхня. Скануємо та завантажуюмо зразок в програму. Програма випадковим методом із сканованого зразка вибирає 100 точок для аналізу, які заносяться в масив та виводяться на екран для оператора у вигляді таблиці. По закінченню вибірки точок, виконується їх статистичний аналіз, за яким визначається значення середнього кольору.

Для визначення наповнювачів та додаткових пігментів необхідно врахувати однорідність кольору поверхні. Оператору виводиться зразок чистого кольору та значення відхилень, а на стенд подається сигнал по дозуванню зразків фарби, наповнювачів та пігментів. Процес наповнення форми для змішування відбувається вручну, так як використання шлангів та труб призвело б до марної втрати великої кількості фарби та великої затрати часу на промивання трубок.

Програмно-апаратний комплекс був реалізований на ВАТ «Волинь-АВТО» та пройшов експериментальне випробовування в виробничих умовах. Дані випробовувань показали конкурентоспроможність комплексу до дорогих систем сканування та аналізу фарбованих поверхонь.

УДК 628.979

Перекопайко Ю. – ст. гр. КТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА СВІЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГОНІОФОТОМЕТРИЧНИХ УСТАНОВОК**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Микитишин А.Г.

Проблема зниження витрат ресурсів та енергії, підвищення рівня автоматизації технологічних процесів і регульованості параметрів приймачів електроенергії зберігає свою актуальність, незважаючи на значний внесок спеціалістів в її розв'язання на протязі останнього десятиріччя. Першочергове значення для успішного виконання систем обліку, регулювання, контролю, засобів силової електроніки, високоефективних систем освітлення, використання нетрадиційних джерел енергії, має вимірювання електричних та світлотехнічних параметрів освітлювальних приладів, зокрема для вимірювання світлового потоку використовуються гоніофотометри.

Існуючі вимірювальні перетворювачі напруги використовують винятково в колах промислової частоти 50 Гц. Крім цього, при перетворенні цими засобами відхилень напруги виникають технічні труднощі в досягненні потрібної функціональної залежності між струмом вимірювального трансформатора струму та напругою живлення. Недостатньо уваги приділено функціональним вимірювальним перетворювачам напруги в діапазоні частот, що використовуються для перспективного живлення приймачів електроенергії струмами підвищеної частоти: одиниці і вище кілогерц. Внаслідок цього виникає потреба у підвищенні точності та розробці засобів вимірювання напруги при таких частотах.

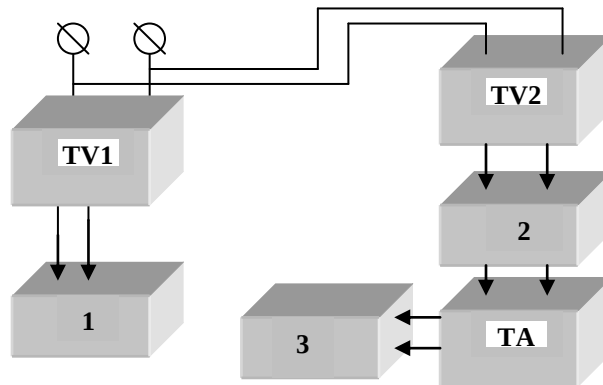


Рисунок 1 - Схема засобу вимірювання параметрів напруги підвищеної частоти на основі електронного лічильника: TV1, TV2 - трансформатори напруги; ТА - вимірювальний трансформатор струму; 1- блок амплітудно-імпульсної модуляції і індикації електронного лічильника енергії; 2 - функціональний блок (ФБ); 3 - блок шунтів електронного лічильника енергії (БШЕЛЕ)

Суттєвого розширення функціональних можливостей засобів вимірювання дозволяє досягнути використання мікропроцесорів. Детальний аналіз дозволяє зробити висновок про те, що мікропроцесорний прилад для вимірювання напруги підвищеної частоти повинен складатись принаймні з двох основних блоків: перетворювача середньої квадратної напруги і вимірювально-обчислювального блоку. Призначення останнього – перетворювати інтеграли в часі добутку степенів відношень середньоквадратичних напруг і частот. Очевидно, що результат вимірювання параметрів напруги підвищеної частоти при цьому принципово не повинен залежати від наявності вищих гармонічних складових напруги.

УДК 514.18

Бабій І. – ст. гр. ЕМ<sub>зм</sub>-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПУСКОВИХ РЕЖИМІВ АСИНХРОННИХ ТА СИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ШЛЯХОМ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Лучейко І.Д.

Пускові струми потужних синхронних (СД) та асинхронних (АД) двигунів зумовлюють різке зниження напруги у вузлі мережі. Це спричинює ряд негативних наслідків, до яких можна віднести збільшення тривалості пуску двигунів, зменшення запасу статичної та динамічної стійкості вузлів електричних мереж, зокрема, в електропостачальних системах (ЕПС) обмеженої потужності. Одним із ефективних заходів підвищення рівня напруги під час пуску двигунів є динамічна компенсація реактивної потужності. Водночас для регулювання силових елементів пристроїв динамічної компенсації реактивної потужності в перехідних режимах необхідним є визначення їх оптимальних параметрів та оцінка ефективності процесу пуску.

Задача вибору оптимальних параметрів в перехідних режимах ускладнюється, оскільки реактивна потужність АД та СД є складною функцією моменту навантаження, напруги у вузлі мережі, яка, в свою чергу, залежить від напруги на шинах підстанції, опорів мережі та двигуна, струму збудження синхронних машин, а також внаслідок нелінійності кривої намагнічування магнітопроводу АД. У зв'язку з цим відсутні еквівалентні пасивні параметри, які можна було б однозначно використовувати як розрахункові в пускових режимах електроприводів, забезпечивши при цьому мінімальний вплив статичних характеристик вузлів навантажень.

В сучасних умовах експлуатації електричних мереж номінальною напругою 6, 10 кВ для забезпечення компенсування реактивної потужності і для мінімізації відхилень напруги при добових змінах навантаження, застосовують нерегульовані конденсаторні установки (КУ) та СД. Пристрої для динамічної компенсації реактивної потужності в пускових режимах електроприводів практично не використовуються.

Тому науково-прикладне завдання, яке полягає в оптимізації процесу динамічної компенсації реактивної потужності під час пуску потужних асинхронних та синхронних електроприводів в ЕПС обмеженої потужності, є актуальним.

При роботі АД та СД в мережах обмеженої потужності в першу чергу погіршуються такі показники якості електроенергії як відхилення і коливання напруги. Якість напруги у вузлах навантажень електричних мереж регламентується ГОСТ 13109–97 і контролюється за допомогою реєструючих приладів і статистичних аналізаторів якості напруги. Для визначення інтегральних показників якості електроенергії розроблені статистичні методи дослідження.

Але самих лише заходів, які контролюють показники якості електроенергії, недостатньо. Необхідна розробка і впровадження спеціальних пристроїв автоматичного регулювання реактивної потужності, які забезпечують поліпшення цих показників у вузлі навантаження електричної мережі.

Задача покращення показників якості електроенергії стає особливо актуальною в теперішній час економії електроенергії та контролю за раціональним її використанням.

УДК 697.328

Бикова А. – ст. гр. ОТ-71

*Національний технічний університет України «КПІ», ІЕЕ*

## **ІНДИВІДУАЛЬНЕ ОПАЛЕННЯ В ІСНУЮЧИХ БУДІВЛЯХ: НОРМАТИВНА БАЗА, ПРОБЛЕМИ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ**

Науковий керівник: асист. Шовкалюк Ю.В.

Характеризуючи сучасний стан централізованих систем теплопостачання в Україні, основними проблемами називають аварійний стан міських котельних та теплових пунктів, низький ККД, зношеність обладнання та тепломагістралей більш ніж на 80%, великі втрати тепла при транспортуванні (іноді ця величина становить 30÷50%), значно вище нормативних значень втрати теплоносія. Близько 30% магістральних труб експлуатуються більше 25 років, 43% - більше 15 років. Все це призводить до погіршення якості теплопостачання, збільшення вартості теплової енергії та недотримання розрахункових внутрішніх температур у споживачів. В цих умовах природним є бажання населення отримувати комфортні умови завдяки впровадженню індивідуального опалення та не сплачувати великі кошти за неякісні послуги.

Зміни в нормативній базі щодо індивідуального опалення відбувалися наступним чином. Через стихійні відключення великої кількості споживачів було знижено навантаження основного обладнання центральних котельень, що призвело до підвищення їх збитковості, у 2006 р. Розпорядженням Кабміну була введена заборона установки системи автономного опалення. Далі в листопаді 2007 р. Постановою КМУ №1268 і Наказом Міністерства ЖКГ №169 замість заборони було введено жорсткі обмеження щодо впровадження автономного опалення. Створення Національної програми сприяння впровадження автономного опалення «Тепло в кожний дім» має на меті сприяння ефективному реформуванню ЖКГ, можливість реструктуризації експлуатаційних затрат без підвищення тарифів, зменшення залежності від зовнішніх поставок ПЕР. Основні задачі програми: оптимізація надання послуг, уніфікація нормативно-правової бази, нормування фінансових відносин між постачальниками і споживачами, спрощення процедур переходу на автономне опалення, розробка програми створення муніципальних фондів, підготовка плану модернізації газових мереж, впровадження програм кредитування. Порядок відключення окремих приміщень від центрального опалення включає такі кроки: підготовка спеціалізованою організацією проекту індивідуального теплопостачання з розрахунком теплового навантаження споживачів (квартир), технічні розрахунки щодо реконструкції існуючої системи. Монтаж проводиться в міжопалювальний період. По закінченню всіх робіт складається акт про відключення квартири від центральних мереж. Передбачена обов'язкова сертифікація котлів, що впроваджуються.

При проведенні модернізації теплопостачання використовують дві стратегії: або паралельне вкладання коштів в усі районні мережі та котельні, або корінна послідовна реконструкція окремих районів. Рішення при впровадженні індивідуального опалення або автономних джерел повинно прийматися в комплексі з існуючою системою теплопостачання даного регіону, приймаючи до уваги багато факторів: ефективність паливоспоживання, екологічні аспекти, надійність, технічні можливості, зміни собівартості виробництва теплової енергії від центральних котельень та інші.

УДК 656.132.6

Біганська Л. – ст. гр. ЕМ<sub>М</sub>–51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТІ**

Науковий керівник: Підгайний Ю. Б.

Проблема енергетичної кризи сьогодні є надзвичайно актуальною практично для всіх країн світу. Не винятком є і Україна, для якої особливо гостро це відчувається в енергоємних застарілих технологіях. Також з кожним роком збільшення енергоспоживання вимагає зростання кількості виробленої енергії. Для розв'язання цих проблем необхідним є проведення продуманої енергозберігаючої політики по підвищенню енергоефективності технологічних процесів і зменшенню використання енергоресурсів за рахунок застосування сучасного обладнання. Так, з кожним роком збільшується кількість електрифікованого транспорту, а відповідно і кількість споживаної ними електричної енергії. За рахунок модернізації та удосконалення системи електропостачання електротранспорту та заміни електрообладнання можна значно зменшити цю цифру.

На даний час, електрична схема тролейбуса в низьковольтних колах, має досить низький коефіцієнт корисної дії, що є наслідком застосування генератора, механічної передачі до генератора, акумулятора і неефективних споживачів, таких як лампи розжарення для освітлення салонів, доріг та для сигнальних вогнів.

Сьогодні для освітлення салонів тролейбусів використовують люмінесцентні лампи або лампи розжарювання, які споживають велику кількість електричної енергії та мають невеликий, в порівнянні з сучасними лампами, термін служби, який у зв'язку з умовами експлуатації ще зменшується за рахунок струшування вольфрамових спіралей та катодних вузлів. Також за рахунок освітлення лампами розжарення для забезпечення освітлення необхідний акумулятор великої ємності, який має високу вартість. Акумулятор в тролейбусі потребує заміни кожних 2 – 3 роки. Тому, якщо зменшити споживання електроенергії на освітлення, необхідно буде акумулятор меншої ємності, при цьому зменшаться витрати на придбання нового акумулятора.

Пропонується схема зарядки акумулятора тролейбуса не від генератора зарядки, а з допомогою напівпровідникового імпульсного перетворювача, а також освітлення салонів з допомогою світлодіодів, що дасть змогу зменшити ресурсозатрати та витрати електроенергії на перетворення. Також світлодіоди пропонується застосовувати для габаритних вогнів, поворотів і стоп-сигналів. Це підвищить безпеку дорожнього руху, оскільки вихід з ладу одного світлодіоду практично не вплине на світловий потік, так як в освітлювальному приладі використовується 10 – 20 світлодіодів.

Використання такої схеми призведе до:

- збільшення ресурсу акумулятора;
- покращення коефіцієнта корисної дії пристроїв зарядки акумуляторів;
- виключення механічних рухомих частин із ланки зарядки акумулятора;
- зменшення механічного шуму;
- за рахунок встановлення світлодіодних ламп, окрім збільшення світлової віддачі і великого терміну служби (до 50 тисяч годин), виключимо передчасний вихід з ладу системи освітлення через струшування вольфрамових спіралей та вольфрамових катодних вузлів.

УДК 621.316.9

Богуцька Н. – ст. гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИБІР МЕТОДІВ ЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Буняк О.А.

Електропривід змінного струму з асинхронними двигунами (АД) в теперішній час є найпоширенішим на промислових підприємствах. Типи захисту, що використовуються, залежать від потужності АД. Для захисту від коротких замикань між фазами застосовується відсічка за струмом. У випадках, коли відсічка за струмом не задовольняє вимогам чутливості, застосовується диференціальний захист за умови, що двигуни, які захищаються, мають виводи з боку нейтралі.

Захист від одно- та багатofазних замикань у обмотках двигуна, його з'єднаннях і короткого замикання на землю виконуються з відключенням без витримки часу з використанням струму зворотної послідовності. У випадках, коли мережа живлення, до якої приєднано АД, виконана з ізольованою або заземленою нейтраллю через дугогасні реактори, для фіксації пошкодження обмежуються пристроями контролю ізоляції. Захист від надструмів виконується до двигунів, які можуть бути перевантаженими. Виконання такого захисту передбачає його ступеневу реалізацію, що забезпечує можливість дії на вимикання, сигнал і розвантаження. Такі захисти передбачають застосування комбінованого виконання, щоб характеристика захисту надавала можливість використання здатності до перевантаження двигуна з урахуванням його попереднього навантаження та температури повітря охолодження.

Найпоширенішим захистом двигунів від усіх типів коротких замикань є захист за струмом, але його основним недоліком є мала чутливість. Для підвищення чутливості застосовується диференціальний захист за струмом. Недоліком зазначеного типу захисту є те, що при короткочасних перевантаженнях недостатній час спрацювання захисту.

Тепловий захист може виконуватися електротепловими реле. Недоліком відповідних реле є те, що їх характеристики значно відрізняються від теплових характеристик двигунів, а також, реле складні в експлуатації. Більш удосконалений тепловий захист виконується на позисторах або термісторах, але виконання цього захисту потребує вбудовування цих елементів у двигун, що й є певним недоліком.

Розвиток цифрової мікропроцесорної техніки привели до появи пристроїв і систем захисту нового покоління – мікропроцесорного релейного захисту і автоматики (МП РЗА), які реалізуються за допомогою спеціального програмного забезпечення.

Запропоновано застосовувати систему енергетичного моніторингу та діагностики, де АД розглядається з позиції свого призначення – як споживач і перетворювач енергії. Функції захисту від перегріву вибирається за енергетичним показником нерівномірності навантаження фаз струму і рівнянні нагріву АД, а для прогнозування – рівняння холостого та гарячого стану. Це дозволить у будь-якому усталеному режимі роботи АД визначати не тільки температуру обмоток, а і прогнозувати час досягнення граничних значень температури.

УДК 621.327

Бурдинюк Л. – ст. гр. ЕС<sub>ЗМ</sub>-61

*Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ТРИВАЛОСТІ СВІТІННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП**

Науковий керівник: к.т.н. Коваль В.П.

Основними факторами, які визначають тривалість світіння (ТС) люмінесцентних ламп (ЛЛ) є зниження світлового потоку через деградацію люмінофора і втрату електродами емісійної здатності. Останнє може обумовлюватися виснаженням або отруєнням емісійного шару вольфрамових спіралей електродів. При повній втраті електродами емісійної здатності вони або руйнуються, або ЛЛ перестає запалюватися.

Швидкість витрати емісійного шару може бути використана для визначення ТС ЛЛ. Деяке руйнування емісійного шару відбувається при кожному запалюванні ЛЛ. Тому частота включень ЛЛ впливає на їх ТС. Емісійний шар випаровується і в робочих режимах ЛЛ. Пошкодження вольфрамових електродів можуть бути викликані також частими вимиканнями ЛЛ при роботі з ЕПРА, які забезпечують попереднє підігрівання електродів.

Швидкість витрати емісійного шару залежить від температури електродів. При температурах нижче 700 і вище 1000 °С спостерігається істотне скорочення ТС ЛЛ, обумовлене підвищеною швидкістю витрати емісійного шару електродів. Для мінімізації втрат емісійного шару при запалюванні ЛЛ температура електродів має бути більша 700 °С. Тому рівень тепла, що підводиться, до електродів при запалюванні має критичне значення. Дуже висока напруга дає дуже високу температуру електродів при запалюванні і, отже, скорочує ТС ЛЛ, а дуже низька скорочує цей термін через недостатню термоелектронну емісію електродів, що викликає прискорене розпилення їх емісійного шару.

Відомо, що витрата емісійного шару з електродів ЛЛ в пусковий період суттєво вища, ніж в робочий. Є чітка залежність ТС від тривалості циклу вмикання, який обернено пропорційний кількості вмикань за одиницю часу (рис. 1.)

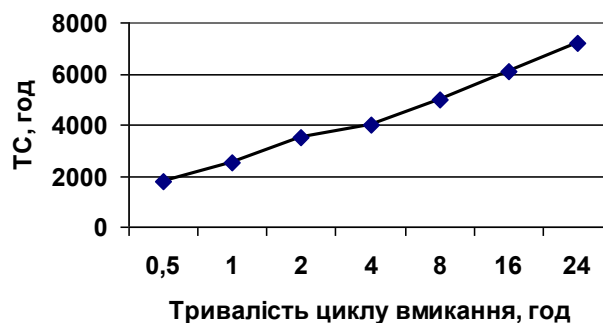


Рисунок 1 - Залежність тривалості світіння ЛЛ від тривалості циклу вмикання

Отже, з метою підвищення ТС ЛЛ, необхідно чітко встановити процеси, які впливають на зменшення емісійного шару на електродах під час запалювання ламп. Одним із них є попереднє підігрівання електродів перед запалюванням. Він виключає надмірне бомбардування важкими іонами електроду під час пробою міжелектродного проміжку. Проте тут необхідно забезпечити температуру електрода в чітких межах від 700 до 1000°С.



УДК 697.328

Буяк Н. – аспірант, Іщенко К. – ст. гр. ОН-62

Національний технічний університет України „КПІ”

## ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГУРТОЖИТКУ НА ОСНОВІ ЕКСЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Науковий керівник: д.т.н., проф. Дешко В.І.

Оцінка ефективності будівель на основі нових підходів є необхідною, оскільки урізноманітнюються джерела теплопостачання, енергоносії, що споживаються, а також конструкції оболонки будівлі. Ексергетичний метод аналізу дозволить порівняти якісно не рівноцінні енергоресурси, такі як електрична енергія, газ, вугілля, деревина, солома, що використовуються для опалення будівель. Використання коефіцієнтів, що ґрунтуються на цьому методі, дозволить розумно проектувати будинки, ефективно поєднуючи вибрану систему опалення та теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій.

Для оцінки показників обрано гуртожиток №16 НТУУ «КПІ», що побудований у 1973 році. Розрахунки приведені з різними джерелами теплоти (автономний газовий, електричний котел та традиційне централізоване теплопостачання), та різними варіантами теплового захисту, що відповідає реальним умовам, нормам 90-х років, сучасним вимогам та покращеним на 30%. На рис. 1 представлено ексергетичні показники (які визначаються відношенням втрат ексергії через огорожуючі конструкції до ексергії первинного палива). Очевидно, що найгірші показники має електрична система опалення (це пов'язано із значними втратами при генеруванні електричної енергії, а також із тим, що високоякісна електрична енергія перетворюється у низькоякісну теплову), потім централізоване та найкращі у автономного опалення. Із ростом теплового захисту ексергетичні показники зростають. Запропоновані ексергетичні показники доцільно використовувати для порівняння ефективності різних будівель, оскільки вони залежать від теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій та від обраного джерела теплоти. На даний час в Україні для характеристики будівель застосовується питоме енергоспоживання за опалювальний період, даний показник характеризує тільки теплозахисні властивості будівлі. Однак для повної характеристики будівель необхідно враховувати ще і джерело тепла, а також забезпечення комфортних умов праці та відпочинку.

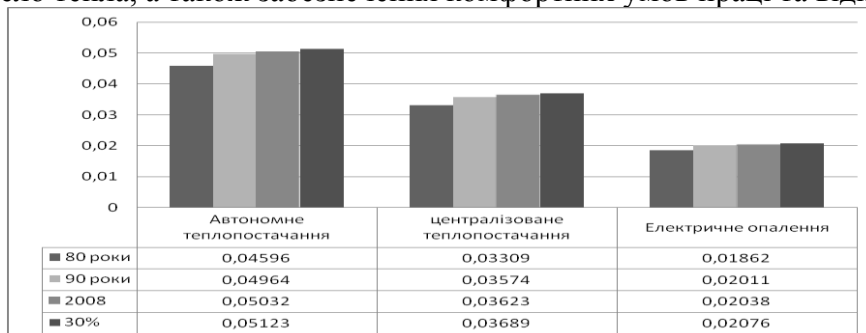


Рисунок 1. Ексергетичні показники енергоефективності будівель

Подальші дослідження полягатимуть у врахуванні комфортних умов при розрахунку ексергетичних показників та у розробці ексергоекономічних критеріїв для комплексної характеристики системи «будівля-джерело теплоти».

УДК 621.316

Вацків В., Сачик В.– ст. гр. ЕС-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ КОЛИВАНЬ НАПРУГИ МЕРЕЖІ НА РЕСУРСОЕФЕКТИВНІСТЬ ІСНУЮЧИХ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ З ЛАМПАМИ ДНАТ**

Науковий керівник. ст. викл. Липовецький В.Р.

Надійність роботи і термін експлуатації натрієвих ламп високого тиску (НЛВТ) значною мірою залежать від умов експлуатації – напруги живлення, конструкції світильника, кліматичних факторів та ін.

Суттєвий вплив на термін експлуатації мають коливання напруги мережі живлення. В [1] наведені залежності терміну експлуатації ламп типу ДНАТ від величини напруги мережі живлення у відносних одиницях.

Встановивши добову залежність зміни напруги живлення шляхом вимірювань та використавши графік залежності терміну експлуатації від величини напруги живлення визначаємо добову зміну терміну експлуатації для даного джерела світла.

Знаючи номінальне значення терміну експлуатації визначаємо зміну терміну експлуатації за формулою:

$$\Delta\tau = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_1+T} (\tau(t) - \tau_{ном.}) dt \quad (1)$$

де  $\tau(t)$  - добова залежність терміну експлуатації джерела світла;

$\tau_{ном.}$  - значення терміну експлуатації джерела світла, при живленні номінальною напругою;

$\Delta\tau$  - зменшення терміну експлуатації у відсотках.

Оскільки виміряні значення коливання напруги в нашому випадку є дискретною величиною, то перейдемо до наступної формули:

$$\Delta\tau = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\tau_i - \tau_{ном.}) \quad (2)$$

де  $\tau_i$  -  $i$  значення терміну експлуатації джерела світла за добу;

$n$  – кількість проведених вимірювань напруги.

При проведенні моніторингу напруги освітлювальної мережі протягом одного місяця в районі вул. Тарнавського м. Тернополя термін експлуатації зменшився і склав  $\Delta\tau = 12,336\%$ .

Отже, для підвищення ефективності існуючих освітлювальних мереж та забезпечення їх номінального терміну експлуатації необхідно використовувати пристрої нормалізації рівня освітленості, на основі регулювання напруги живлення джерел світла.

[1].Г. М. Кожушко. Вплив деяких факторів на експлуатаційну надійність натрієвих ламп високого тиску // Науково-технічний збірник №53, 2003, с.с. 211-218.

УДК 621.31:681.5

Ваць Д. - ст. гр. ЕЕМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВИМІРЮВАЛЬНІ ТРАНСФОРМАТОРИ СТРУМУ НА ДВОХ ОСЕРДЯХ

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П.С.

Для більш точного опису режимів силових електричних кіл потрібно застосовувати трансформатори струму з мінімально можливими похибками вимірювання. Однак традиційні трансформатори струму практично вичерпали свої можливості по зниженню похибки. Але в літературі показано, що перспективними трансформаторами струму з точки зору підвищення точності є вимірювальні трансформатори струму з негативним зворотнім зв'язком, на двох осердях [1], схема якого зображена на рис.1. Такий перетворювач дозволяє при мінімальних розмірах магнітної системи, за допомогою малопотужного підсилювача і джерела живлення, забезпечити надзвичайно високу точність і при цьому величина його вторинного струму так як і в електромагнітних ТС і відповідає стандартним значенням, встановленим у [2].

Первинний струм  $i_1$  протікаючи по обмотці  $w_1$  створює магнітний потік  $\Phi_1$ , який частково компенсується вторинним магнітним потоком  $\Phi_2$ , що створюється струмом  $i_2$  у вторинній обмотці  $w_2$ . Частина різницевого магнітного потоку  $\Phi_0 = \Phi_1 - \Phi_2$  сприймається індукційною обмоткою  $w_3$ , напруга з якої поступає на підсилювач А. Вихідна напруга підсилювача  $u_{\text{вих}}$  поступає на обмотку зворотного зв'язку  $w_4$  і індукує у вторинній обмотці  $w_2$  додаткову е.р.с., що призводить до зміни вторинного струму таким чином, щоб різницевий магнітний потік  $\Phi_0$  прямував до нуля. Завдяки цьому похибки ВТС також прямують до нуля.

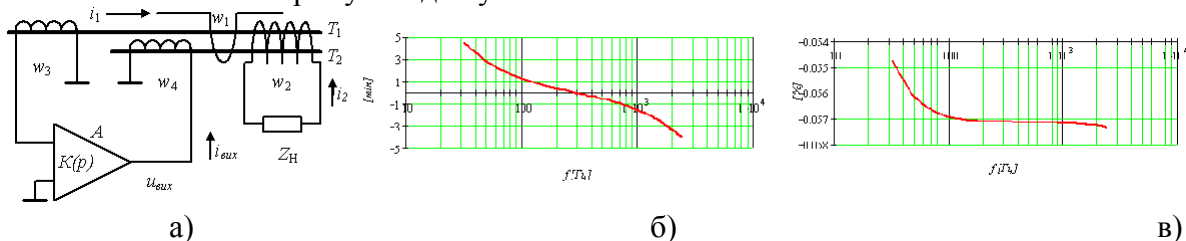


Рис.1 а) Принципова схема вимірювального трансформатора струму з негативним зворотним зв'язком, побудованого на двох осердях; б) Кутова похибка; в) Струмова похибка.

Первинний струм  $i_1$ , протікаючи по первинній обмотці  $w_1$ , створює первинну м.р.с.  $F_1 = i_1 w_1$ . Вторинний струм  $i_2$  створює вторинну м.р.с.  $F_2 = i_2 w_2$ , яка направлена на зустріч первинній м.р.с. У осердях  $T_1$  і  $T_2$  діє м.р.с.  $F_0$ , яка дорівнює різниці первинної і вторинної м.р.с.:

$$F_0 = i_0 w_2 = i_1 w_1 - i_2 w_2$$

Література:

1. Димитров Д., Пашев В., Бешевлиев А., Карагёзов Г. Токов трансформатор с електронна компенсация на грешките // Электропромышленность и приборостроение. –1988. –№2. –С.9-11.
2. ДСТУ ГОСТ 7746–2003 (ГОСТ 7746–2001, IDT). Трансформатори струму. Загальні техн. умови. Надано чинності з 01.07.2003. – Київ.: Держспоживстандарт України, 2003. –30с.

УДК 628.9.038

Власік С. - ст. гр. ЕС<sub>мп</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА.**

Науковий керівник: д.т.н., професор Андрійчук В.А.

На даний час актуальним є використання напівпровідникових джерел світла в декоративному та архітектурному освітленні. Маючи компактні розміри, великий строк служби і досить велику яскравість, світлодіоди застосовуються для освітлення. Окрім хороших показників СД розглядається також можливість регулювання світлового потоку. Більшість підприємств, що виготовляють світлодіодну продукцію окрім світлодіодів та їх модулів, пропонують блоки живлення для цих джерел світла, так звані драйвера. Дані блоки живлення які запропоновані виробниками представляють собою перетворювачі змінної напруги на постійну напругу. У деяких драйверах може бути присутня можливість регулювання світлового потоку чи яскравості. Здебільшого регулювання світлового потоку будується на зміні величини струму через світлодіод, рідше використовується регулювання за допомогою широтно-імпульсної модуляції.

Розглянено основні способи регулювання світлового потоку які використовуються на теперішній час:

- Регулювання світлового потоку шляхом зміни напруги живлення;
- Регулювання світлового потоку шляхом зміни струму живлення;
- Регулювання світлового потоку за допомогою широтно-імпульсної модуляції напруги живлення.

Проведено аналіз можливостей регулювання кожного способу, та виявлені основні переваги та недоліки.

Перші два методи регулювання подібні, а саме регулювання здійснюється зміною величини напруги чи струму живлення. Широтно-імпульсна модуляція базується на зміні тривалості імпульсу при незмінному значенні частоти.

Напівпровідникові джерела світла можуть мати широкий розкид параметрів, навіть в межах однієї партії. Ця особливість світлодіодів вимагає деяких особливостей при конструюванні блоків живлення та визначенні способів регулювання. Пристрої регулювання побудовані по принципу зміни величини напруги живлення але практично вони не використовуються тому, що на робочій ділянці вольт-амперна характеристика дуже крута. Що призводить в свою чергу до складності виконання схеми регулювання яка б мала в свою чергу регулювати напругу живлення в доволі малому діапазоні. Можливість регулювання шляхом зміни величини струму живлення світлодіодів виявляється більш надійною та простішою в реалізації. Це пояснюється більш ширшими межами регулювання та майже лінійною люмен-амперною залежністю в робочому діапазоні. Але регулювання світлового потоку величиною струму має також і недоліки. Основним недоліком в даному випадку можна вважати роботу напівпровідникових джерел світла в режимі відмінному від номінального. Оскільки це питання докінця повністю не досліджене то достовірно невідомо як будуть впливати режими роботи на характеристики світлодіода, зокрема на тривалість горіння та світловіддачу. Тому перспективою в цьому випадку є регулювання світлового потоку за допомогою широтно-імпульсної модуляції.

УДК 627.8:626-33

Вовк М. – ст. гр. ЕМзм-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ**

Науковий керівник: Підгайний Ю. Б.

Метою проведення даної наукової роботи є аналіз можливості підвищення ефективності використання енергоресурсів малих рік за рахунок спорудження і відновлення малих ГЕС. Необхідність спорудження і відновлення малих ГЕС продиктована вичерпуванням запасів палива, яке йде на виробництво електроенергії.

В 45-60 роки минулого століття передбачалась електропостачання від малих ГЕС або дизельних електростанцій. З цією метою, було обстежено всі 14 малих рік області і визначено місця будівництва 279 малих ГЕС з розрахунковою потужністю 67023,2 кВт і річним виробітком 251735 тис.кВт·год. або 21% від теперішнього споживання області. Для кожної з малих ГЕС, були попередньо підібрані типи турбін, генераторів, розраховано робочий напір і розхід води. Частина малих ГЕС була споруджена, належала колгоспам і забезпечувала електроенергією села.

Під час радянської влади, коли проводилася електрифікація країни і споруджувалися потужні електростанції, практично всі малі ГЕС були зупинені і розкомплектовані. Зараз в області відновленні і працюють дванадцять ГЕС загальною потужністю 8957 кВт. Це такі як: Касперівська, Більче-Золотецька, П'ятничанська, Кудринська, Ніврянська, Завалівська, Велеснівська, Скорординська, Янівська, Тополівська, Дичківська, Осовецька. Йдуть відновлювальні роботи ще на частині ГЕС.

Вироблена електроенергія за 2010 рік працюючими малими ГЕС області, становить 30000 кВт·год., це 3% від річного споживання області. Малі ГЕС працюють по одним агрегатом, другий і третій включається на вечірній максимум, а також під час весняного паводку або злив дощів. В останні роки відновлено три невеликі ГЕС приватними підприємствами, які були викуплені в місцевих колгоспників, як частка майнових паїв. Залишилось ще відновити 10 малих ГЕС і обстежити можливі місця встановлення на місці старих млинів і дамб.

Ці ГЕС були власністю колгоспів, і при ціні собівартості електроенергії 1 коп. за 1кВт., стали не рентабельні, тому їх зупинили, а обладнання демонтували. На цих ГЕС збереглись, гідропороди. Генератори, редуктори, щити управління, регулятори швидкості, підстанції демонтовані і здані на металолом. Турбіни з обрізаними на рівні підлоги валами знаходяться в намулі або демонтовані. Існуючі гідротехнічні споруди, завдяки готовому напірному фронту, дають можливість значно підвищити ефективність використання енергоресурсів малих рік. Як приклад такого використання можна запропонувати малу ГЕС з використанням шлюзу Тернопільського ставу. Дана ГЕС має проекту потужність 200 кВт. Працюватиме в режимі постійного виробітку електроенергії. На сьогоднішній день проводиться дослідження можливості використання головних шлюзів для встановлення турбін і генераторів а також можливість спорудження малої ГЕС з новими гідропородами. Такі дослідження проводяться кафедрою енергозбереження за підтримки міської влади та підприємств.

Результати досліджень буде використано для відновлення малих ГЕС, які є основою для малої енергетики і розподіленої генерації, що максимально наближає генеруючі потужності до споживачів і зменшує втрати електроенергії при транспортуванні.

УДК 621.326

Габік Е. - ст. гр. КТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НАПРУГИ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ ПРИЙМАЧІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СТРУМАМИ ПІДВИЩЕНОЇ ЧАСТОТИ**

Науковий керівник к.т.н. Чихіра І.В.

Проблема зниження витрат ресурсів та енергії, підвищення рівня автоматизації технологічних процесів є актуальною.

Необхідна умова для перетворення напруги підвищеної частоти полягає в забезпеченні функціональної залежності між струмом вимірювального трансформатора струму і напругою живлення. При цьому струм вимірювального трансформатора струму від функції напруги живлення повинен змінюватися нелінійно, причому з більшою чи меншою пропорційністю в залежності від показника степеня ( $m$ ,  $r$ ).

Комп'ютеризована вимірювальна система призначена для реалізації сумісних вимірювань відхилень напруги та частоти від їх оптимальних значень при живленні приймачів електроенергії струмами підвищеної частоти. В даній системі передбачено також вироблення та подача сигналів керування на засоби живлення приймачів електроенергії з метою забезпечення оптимального режиму їх роботи.

Електронні засоби вимірювань напруги доцільно застосовувати в колах із сильно спотвореною кривою напруги. Для незначної питомої ваги вищих гармонік напруги, наприклад, яка не перевищує стандартних меж, оправдано застосування індукційних вимірювальних приладів. До того ж в останніх є жорсткий зв'язок між струмом струмової обмотки і напругою мережі. Цим, як впливає з вище викладеного, забезпечується зниження невизначеності меж зміни похибки вимірювання порівняно з індукційними лічильниками електроенергії. Відсотковий вміст вищих гармонічних в струмовому колі визначається для незмінного нелінійного опору функціонального блоку лише гармоніками вхідної напруги.

Поскілки для вибраного гоніофотометра необхідно контролювати положення первинного перетворювача використовується стандартна структурна схема збору та обробки інформації, яка складається з первинного перетворювача з якого  $U$ ,  $I$  та світловий потік поступають через реле на АЦП. Реле керується через адаптер паралельного інтерфейсу: процесор задає код каналу, адаптер паралельного інтерфейсу передає сигнал до реле і тоді вмикаються потрібні контакти, дешифратор дозволяє роботу адаптер паралельного інтерфейсу і шинного формувача; всі дані поступають через роз'єм на ПК, де вони обробляються і вивод на монітор.

На основі розробленого пристрою проведено дослідження похибок вимірювань та побудовано характеристики різних джерел світла, а також проведено комп'ютерна симуляцію перехідних процесів, що проходять в джерелах світла. Проведений теоретичний аналіз принципів побудови приладів для вимірювань, що дозволило довести доцільність розробки, в тому числі мікропроцесорних вимірювальних перетворювачів.

УДК 621.9289

Гаврилишин В. – ст. гр. ЕМзм-71

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І КОНКУРЕНТНОЗДАТНОСТІ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОБІГРІВУ ПРОМИСЛОВИХ І ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ НА РИНКУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Тарасенко М. Г.

Оскільки традиційне паливо для обігріву (природний газ) відноситься до вичерпних природних ресурсів і ціна на нього постійно зростає, то сьогодні електричне опалення стає все більш привабливим для споживачів. Використання різних систем електричного опалення для обігріву приміщень всіх типів стає звичним і зручним.

У будь-якому інфрачервоному обігрівачі у ролі нагрівального елемента використовуються особливі джерела енергії, які випромінюються у невидимому людиною ІЧ-спектрі. Принцип інфрачервоного електричного опалення полягає в тому, що джерело інфрачервоного випромінювання генерує, формує в просторі і направляє теплове випромінювання в зону обігріву. Інфрачервоне випромінювання потрапляє на огорожувальні конструкції (підлога, стіни), технологічне устаткування, тіло людини і нагріває їх. Потік інфрачервоного випромінювання, поглинаючись одягом і шкірою людини, створює тепловий комфорт без підвищення температури навколишнього повітря. Повітря в приміщеннях, що обігріваються електричним інфрачервоним опаленням, залишаючись практично прозорим для інфрачервоного випромінювання, нагрівається за рахунок "вторинного тепла", тобто конвекції від нагрітих конструкцій і предметів.

Існують різні типи пристроїв інфрачервоного обігріву такі, як низько- та високотемпературні інфрачервоні обігрівачі (панелі), теплі підлоги (нагрівальні секції ТЕПЛОЛЮКС на основі нагрівального кабелю та нагрівальна плівка ECOFILM), мармурові і скляні тепловипромінюючі панелі.

Електричне інфрачервоне опалення має ряд переваг перед традиційними системами опалення:

- незалежність від центральних систем опалення і газопостачання;
- економія електроенергії до 10 разів порівняно з газовим опаленням;
- економія електроенергії до 3 разів порівняно з конвекційним електричним опаленням (електрокотел);
- можливість накопичення тепла вночі при використанні пільгового тарифу (25...40% від денного);
- незалежність від постійного дорожчання газу;
- простота і швидкість монтажу інфрачервоного опалення, відсутня необхідність у виготовленні дорогої проектної документації;
- прогріває приміщення швидко і рівномірно;
- вищий тепловий комфорт при меншій температурі повітря в приміщенні;
- зменшення висихання повітря і його циркуляції при використанні інфрачервоного опалення;
- не потребує гарантійного і поточного обслуговування;
- можливість гнучкого програмування електричного опалення по зонах в приміщенні залежно від потреб і часу доби.

УДК 621.327.534

Гнатович М., Дубчук Н. – ст. гр. ЕСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГООЩАДНЕ ОПРОМІНЕННЯ ВУЗЬКОТЕЛАЖНИХ БАГАТОЯРУСНИХ ТЕПЛИЦЬ**

Науковий керівник: к.т.н., ст. викл. Костик Л.М.

Значне зростання тарифів на енергетичні ресурси, цін на устаткування і металоконструкції робить актуальним створення перспективних енерго- та матеріалоощадних технологій у тепличних господарствах АПК. Підвищення ефективності опромінювальних установок (ОУ) для теплиць забезпечується раціональним вибором джерел випромінювання, оптимальною конструкцією ОУ, підбором режимів опромінення, що дозволяють досягнути значної економії електроенергії та підвищити продуктивність рослин. Одним з перспективних напрямків є вирощування рослин у вузькостелажних багатоярусних теплицях. За рахунок енергостискання об'єму теплиці в 4-6 разів по еквіваленту виходу продукції потужність світлового потоку протягом року може підтримуватися на високому продукційному, енергетичному і економічному рівні 120-150 Вт/м<sup>2</sup> ФАР.

Для забезпечення рівномірного опромінення, зменшення теплового тиску на рослини, ефективного використання потоку випромінювання оптимальним є використання змінного опромінення. Для вузькостелажних багатоярусних теплиць запропоновано використання опромінювача РСП-ВОТ-02 з лампою ДНаТ-400 з коливним рухом опромінювача у вертикальній площині. Для проведення розрахунків рівня опромінення площини довільної орієнтації розроблено математичну модель ОУ з несиметричним світловим розподілом з використанням функціонального взаємозв'язку джерела випромінювання, довільно орієнтованого приймача та вибраної посівної ділянки. Для змінного опромінення елементарної ділянки  $dS$ , на якій лежить вибрана точка світлового поля  $C$ , рівень опромінення  $E_c = I(t, \beta, \alpha) \cdot \cos \gamma / |\overline{AC}|^2$ , де  $I(t, \beta, \alpha)$

– функція сили випромінювання;  $AC$  – відстань від джерела випромінювання до т.  $C$ ;  $\gamma$  – кут падіння випромінювання на площину, якій належить ділянка  $dS$ . Коливний рух опромінювача описується гармонічним законом зміни кута нахилу його оптичної осі  $\zeta = \zeta_0 \cos \omega t$ , де  $\zeta_0$  – максимальний кут відхилення оптичної осі опромінювача від вертикалі. Для розрахунку середнього значення опромінення кожного елемента  $\Delta_{ij}$  вибраної площадки за один період коливного руху опромінювача у попередній формулі кут  $\omega t = 2\pi$  розбивався на  $n$  елементарних кутів. Для кожного елементарного зміщення опромінювача визначався рівень опромінення  $E_{ij}$  к ділянки  $\Delta_{ij}$  і будувалася матриця  $E_k$ , де  $k = \overline{0, n-1}$ . Визначалося сумарне опромінення кожної ділянки за один період коливань опромінювача. Середнє значення опромінення кожної елементарної ділянки  $\Delta_{ij}$  записувалося у вигляді  $\varepsilon_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} E_{ij}(k)$ . Будувалася матриця

$\varepsilon$  з елементами  $\varepsilon_{ij}$ . За допомогою програми автоматизованого розрахунку представлено розподіл густини потоку випромінювання на площинах різної орієнтації при різних кутах нахилу опромінювача, а також рівні однакового середнього опромінення площадки за час одного повного коливання.



УДК 628.987

Дехтяр І. – ст. гр. ЕС-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИМІРЮВАННЯ СВІЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТНИХ ПОВЕРХОНЬ З ДОПОМОГОЮ ФОТОКАМЕР З МАТРИЧНИМИ ОПТИЧНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Андрійчук В.А.

Використання фотокамер на основі матричних оптичних перетворювачів в якості вимірювальних пристроїв має ряд переваг. Такими перевагами є оперативність, простота, доступність для масових вимірювань. Це є актуальним для дистанційних вимірювань освітлення вулиць, площ, об'єктів архітектури та пам'яток.

Розглянемо систему: світна поверхня – фотокамера. В даній системі яскравість поверхні  $L$  підпорядковується закону Ламберта. Яскравість елемента  $\Delta S_1$  світної поверхні визначається за формулою [1]:

$$L = \frac{E_M \cdot \left( l_2^2 + h_2^2 \right)^{-\frac{\pi}{2}}}{\tau \cdot \Delta S_{e.o.} \cdot h_2^2}, \quad (1)$$

де  $E_M$  – освітленість матричного оптичного перетворювача в зоні зображення елемента  $\Delta S_1$ ;  $l_2$  – відстань від зображення елемента  $\Delta S_1$  на поверхні матричного оптичного перетворювача до точки перетину оптичної осі фотокамери з поверхнею перетворювача.  $h_2$  – відстань від оптичної системи фотокамери до поверхні матричного оптичного перетворювача;  $\tau$  – коефіцієнт пропускання оптичної системи фотокамери;  $\Delta S_{e.o.}$  – площа вхідного отвору об'єктива.

Освітленість  $E_1$  елемента  $\Delta S_1$  даної поверхні визначимо за формулою:

$$E_1 = \frac{\pi \cdot E_M \cdot \left( l_2^2 + h_2^2 \right)^{-\frac{\pi}{2}}}{\tau \cdot \beta \cdot \Delta S_{e.o.} \cdot h_2^2}, \quad (2)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт яскравості поверхні, який визначається відношенням яскравості даної поверхні до яскравості ідеального розсіювача, що знаходиться в тих же умовах освітлення.

Яскравість зображення світної поверхні визначали шляхом переходу з RGB-системи в XYZ-систему. В цій системі Y-координата відповідає яскравості зображення досліджуваного об'єкту та розраховується за формулою.

$$Y = 0,21 \cdot R + 0,72 \cdot G + 0,07 \cdot B, \quad (3)$$

де  $R, G$  і  $B$  – координати кольоровості.

Зображення досліджуваних поверхонь представлялись у вигляді матриць в пакеті MATLAB. Ці матриці представлялися у вигляді Y-компоненти XYZ-системи у відносних одиницях, які після цього перераховувалися у величину яскравості або освітленості досліджуваної поверхні згідно градувальних кривих.

### **Література**

1. В. Андрійчук, Я.Осадца. Вимірювання світлотехнічних характеристик світних об'єктів за допомогою фотокамер з матричними оптичними перетворювачами. // Вісник ТНТУ – 2011 – № 1.

УДК 621.326

Іваса. О. – ст. гр. ЕМ<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ДАХОВИХ КОТЕЛЕНЬ НА РИНКУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

Науковий керівник: Тарасенко М. Г.

Питання енергозбереження в системах опалювання на даний момент дуже актуальне. Основна частка енергоспоживання в житлово-комунальній сфері припадає на опалення і гаряче водопостачання. На теплопостачання промислових підприємств та житлового фонду витрачається не менше 55 % всього палива.

У зв'язку із необхідністю раціонального і енергоощадного ведення господарства, в умовах постійного росту цін на енергоносії, потрібно провести дослідження енергоефективності і конкурентоздатності дахових котелень на ринку теплопостачання. В Україні використовуються в основному централізовані системи опалювання. З точки зору ресурсозбереження системи централізованого теплопостачання мають безліч недоліків. Перш за все - це втрати теплової енергії при транспортуванні. Стан теплотрас у більшості міст таке, що теплові втрати в них у декілька разів перевищують нормативні.

У зв'язку з цим останнім часом поширюється тенденція до децентралізації, причому на такі системи опалювання все частіше орієнтовані новозбудовані будівлі, навіть поблизу котелень. Індивідуальна система опалення, як ефективна альтернатива централізованій, передбачає встановлення котлів у кожній квартирі. Це вигідно тому, що сучасні побутові котли значно ефективніші за ті, якими обладнані котельні; не потрібно ніяких теплотрас, а, отже, і втрат тепла на шляху до споживача можна цілком уникнути. Сучасні автономні системи мають високий рівень автоматизації, що дозволяє їм без присутності людини надійно забезпечувати необхідний режим відпуску теплової енергії. У результаті витрата тепла на теплопостачання будинків - на 10-20 % нижче в порівнянні з централізованими системами. Недолік такої схеми – необхідність збільшення пропускної здатності, а, отже, повна заміна газопроводів, принаймні на ділянках від газорозподільного пункту до будинку і в самому будинку.

Дахові котельні - це котельні, що є блоком-контейнером, в якому змонтовані котли, теплообмінники, насоси, системи автоматики і водопідготовки і розташовані безпосередньо на покрівлі будівлі або на спеціально влаштованій основі під нею, це - один з можливих і ефективних варіантів вирішення задач децентралізованого (або автономного) теплопостачання об'єктів цивільного і промислового призначення.

Така система теплопостачання є вигідною і ефективною лише тоді, коли оплата за спожите тепло здійснюється однією особою чи організацією. Оскільки споживачів є декілька виникає можливість різниці в оплаті а саме, хтось платить, а хтось затримує і в результаті відключення котельні внаслідок великих заборгованостей по оплаті можуть постраждати споживачі, які є сумлінними платниками.

Отже, дане дослідження повинне дозволити вирішити такі завдання: забезпечити правильний вибір системи опалення з точки зору економічного фактору і енергозбереження, дослідити енергоефективність і конкурентоздатність дахових котелень в порівнянні з централізованим та індивідуальним опаленням, а також визначення найоптимальнішого варіанту опалення будинку.

УДК 628.971.6

Ічанський С. – ст. гр. ЕСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТЛЕННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ТУНЕЛІВ**

Науковий керівник: к.т.н., ст. викл. Костик Л.М.

Освітлення автотранспортних тунелів (АТ) відноситься до одного з найвідповідальніших видів освітлення. Факторами, що роблять ділянки дороги в тунелі менш безпечними, ніж ділянки на відкритій місцевості, є обмежена площа руху і маневреність в критичних ситуаціях, різні умови освітленості в різних частинах тунелю, дим і вихлопи автомобілів, які зменшують видимість. Для поліпшення умов видимості і забезпечення умов безпеки руху необхідне створення поступового світлового переходу, що дозволяє водіям пристосовуватися до зміни рівня освітленості при в'їзді і виїзді з тунелю. При проектуванні штучного освітлення необхідно враховувати зміну рівня освітленості на поверхні протягом доби та року. Тому рівень освітленості в АТ також повинен змінюватися відповідно до рівня зовнішнього освітлення. У вітчизняних і міжнародних нормативних документах (ДБН В.2.5-28-2006, DIN 67524) для освітлювальних установок АТ задаються значення рівня освітленості і яскравості дорожнього покриття і стін у різних зонах тунелю.

Метою нашого дослідження було проаналізувати сучасний стан освітлення АТ і запропонувати шляхи підвищення його ефективності. Покращити безпеку та комфортність дорожнього руху, енергетичну ефективність освітлення АТ можна вирішенням спільного комплексу ряду завдань: підбором ефективних джерел світла та світлових приладів, раціональним розміщенням світлових приладів у тунелі, застосуванням автоматичного керування рівнем освітленості.

При виборі джерел світла враховують їх потужність, світлову віддачу, термін служби, надійність роботи, зручність експлуатації. Розрядні лампи високого тиску мають добру світловіддачу, термін служби, можуть використовуватися в світлових приладах прожекторного класу, а також у порожнистих щілинних світловодах. Значну економію електроенергії та затрат на експлуатацію можна досягнути завдяки використанню світлодіодних джерел світла. На даний час існують спеціальні світлодіодні світильники для АТ або джерела світла типу Т8 та з патронами Е40, які можна використовувати в стандартних світлових приладах. Світлові прилади для АТ повинні бути довговічними, корозійностійкими, герметичними, захищеними від механічних ударів, забезпечувати необхідний світлорозподіл при різних системах освітлення (симетричній – поперечній і поздовжній, асиметричній – зустрічній і попутній). Для підтримання адаптивної здатності людського ока доцільно використовувати додаткові бічні світлові лінії, які збільшують рівень освітленості, зменшують її нерівномірність, підтримують «оптичний рух». Для економії електроенергії застосовують автоматичне регулювання освітленості в денний час в пороговій та перехідній зонах, а також при переході з денного режиму на нічний і навпаки. Цього можна досягнути двома способами: ввімкненням(вимкненням) частини світлових приладів; зміною напруги на лампах (ступінчасто – комплектація ПРА з виводами на дві потужності, чи неперервно – використання світлорегулятора).

За рахунок оптимізації режимів роботи, конструкції та комплектації світлових приладів, керування освітленістю можна досягнути значної економії електроенергії, забезпечити комфортний і безпечний рух автомобільного транспорту в АТ.

УДК 621.34

Іщик О. – ст. гр. ЕМ<sub>мз</sub>-61

*Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя*

## **ВІДКРИТІ СИСТЕМИ ЗБОРУ НИЗЬКОПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ҐРУНТУ**

Науковий керівник: к.т.н. Коваль В.П.

В світі технології використання в геотермальних системах теплопостачання низькопотенціального тепла водоносних шарів ґрунту отримали розвиток на початку 80-х років минулого століття. Спочатку, ці технології розглядали лише з точки зору отримання низькопотенціального тепла для геотермальних системах теплопостачання в зимовий час. Скоро стало очевидно, що дуже перспективним є сезонне зберігання теплової енергії у водоносних шарах, при цьому зберігати можна як тепло, так і холод для подальшого використання в літній час.

Основна частина відкритих систем - свердловини, що дозволяють витягувати ґрунтові води з водоносних шарів ґрунту і повертати воду назад в ті ж водоносні шари. Зазвичай для цього влаштовуються парні свердловини. Особливістю відкритих систем є можливість отримання великої кількості теплової енергії при відносно низьких витратах. Проте свердловини потребують обслуговування. Окрім цього, використання таких систем можливе не у всіх місцевостях.

Відкриті системи частіше використовуються для тепло- або холодозабезпечення великих будинків. Найбільша в світі геотермальна теплонасосна система використовує як джерело низькопотенціальної теплової енергії ґрунтові води. Ця система розташована в США в м. Луїсвілль (Louisville), штат Кентуккі. Система використовується для тепло- і холодноснаб-ження готельно-офісного комплексу, її потужність складає приблизно 10 МВт. Останнім часом з'явилася нова технологія - *winnerway*. Розташовуючи ґрунтові теплообмінники нижче за поверхню асфальтованих доріг, можна «запасти» теплову енергію в літній час, а в зимовий час за допомогою цієї енергії можна видаляти лід з поверхні дорожнього покриття зимою. Надлишок збереженої теплової енергії може бути використаний для опалювання придорожньої інфраструктури. Перевага цієї технології окрім економії енергії полягає в тому, що деградація дорожнього полотна буде сповільнена, через охолодження дорожньої поверхні літом і обігрівання взимку.

Провівши відповідні дослідження, було встановлено, що для будівництва відкритої системи збору низькопотенціального тепла ґрунту необхідне виконання таких основних умов:

Наявність відповідного водоносного шару та відповідна якість ґрунтових вод.

Ще під час проектування потрібно передбачити заходи щодо очищення свердловин від глини, піску та видалення газових міхурів.

Для виготовлення свердловин і гідравлічного контуру мають бути використані корозостійкі матеріали.

Найбільш висока теплова ефективність може бути отримана у водоносних шарах з найнижчими швидкостями переміщення ґрунтової води при достатньому інтервалі між теплими і холодними свердловинами.

З точки зору теплової ефективності, краще концентрувати всі свердловини в холодні і теплі групи. Проте чергування теплих і холодних свердловин викликає найнижчу гідравлічну і теплову дію на довколишній масив ґрунту.

УДК 621.316.728

Калинюк С. – ст. гр. ЕМмп-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА МАЛОГАБАРИТНОГО ПРИЛАДУ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Науковий керівник: Підгайний Ю. Б.

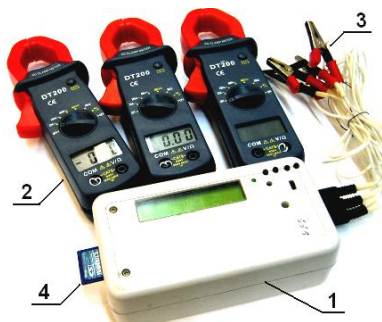
Основними параметрами економічного, надійного і безперебійного функціонування систем електропостачання є якість напруги мережі живлення та графіки електричних навантажень. У час, коли зростає вартість електроенергії, питання зменшення втрат і ефективного використання електроенергії набуває великої популярності. Для того, щоб швидко і на високому рівні проаналізувати ці параметри системи електропостачання, необхідно мати відповідне обладнання та кваліфікований персонал. Питаннями енергетичного аудиту, моніторингу електричного споживання, дослідження якості електроенергії та графіків електроспоживання займаються енергоаудитори, але їх робота ускладнюється відсутністю дешевих та надійних пристроїв, які при цьому повинні бути малогабаритними та мобільними.

Сьогодні такі пристрої існують, але надзвичайно висока вартість унеможливорює їх широке розповсюдження на малих підприємствах та в організаціях, обмежує їх застосування в роботі енергетичних аудиторів, енергетичних менеджерів та контролюючих органів і служб. Тому головною метою даної наукової роботи є дослідити функціонал і параметри існуючих приладів, та на основі проведених досліджень розробити і виготовити конкурентоспроможний прилад.

Основними недоліками, зрозуміло, є їх висока вартість: (Amprobe PQ-55A – 20850 грн., SIRIUS 89N – 15490 грн., VEGA 76 – 21410 грн., Fluke-434M – 34200 грн.), надмірна функціональність, яка, по суті, не використовується і нав'язана споживачеві за додаткову плату. Більшість таких приладів розроблена з використанням дорогих спеціалізованих контролерів і не має можливості гнучкої зміни програмного забезпечення в залежності від потреб замовника.

У результаті проведеного аналізу було встановлено основний функціонал такого приладу, який включає знімання графіків коливання напруги і графіків коливання навантаження. Як допоміжний функціонал пропонується робити вибірки форми кривої струму і напруги. Це надзвичайно спростило схемотехнічне рішення та зменшило вартість такого приладу.

Розроблено вимірювач параметрів електричного споживання на базі дешевого мікроконтролера AVR, який має вбудований АЦП і по функціоналу забезпечує основні потреби. Для збільшення часу моніторингу, гнучкості в роботі додатково встановлено



карту пам'яті типу Flash. На рис.1 показано розроблений прилад, який складається з таких частин: 1 – мікропроцесорного блоку; 2 – струмовимірювальних кліщів; 3 – щупів для вимірювання напруги; 4 – Flash – пам'яті.

Застосовувати розроблений прилад можна при проведенні енергетичного аудиту підприємствами енергозбуту при обстеженнях інженерами-електриками підприємств, а також приватними

особами та організаціями.

Рис. 1. Прилад моніторингу параметрів електропостачання.

УДК 621.313.333

Кендзерська М. – ст. гр. ЕЕ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ГЛИБОКОЇ НЕСИМЕТРІЇ МЕРЕЖІ НА РОБОТУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П.С.

Обрив лінійного проводу і виникнення через це неповнофазного режиму з глибокою несиметрією напруги - один з найбільш розповсюджених аварійних режимів при експлуатації електродвигунів. Основними причинами втрати фази є: перегорання запобіжників, механічне пошкодження проводів, які підводять до двигуна напругу мережі або пошкодження контакту автоматичного вимикача в одній з фаз двигуна.

Відомо, що несиметричний режим може бути проаналізовано за допомогою метода симетричних складових. Зворотна складова наводить у роторі ЕРС подвійної частоти. Якщо врахувати що індуктивність зворотної послідовності асинхронного двигуна в 5-7 разів менше індуктивності прямої послідовності, то незначна несиметрія напруги може привести до значного росту несиметрії струму. Зростання струму призводить до додаткового нагріву обмоток ротора і статора, у результаті чого швидше старіє ізоляція і зменшується номінальна потужність двигуна.

Аналіз літератури показав, що термін служби цілком завантаженого асинхронного двигуна, що працює при несиметрії напруг у 4 %, скорочується в два рази. В асинхронних електродвигунах несиметрія обумовлює також протидіючий обертаючий момент, який зменшує корисний момент. Зменшення обертаючого моменту дорівнює квадрату коефіцієнта несиметрії напруг. Аварійність асинхронних двигунів, яка пов'язана з їх роботою при несиметрії напруг мережі, досягає 45 % від загальної кількості тих, що виходять з ладу.

Симетричні складові струмів прямої і зворотної послідовностей при глибокій несиметрії напруги рівні, тому при нерухомому роторі обертовий момент двигуна дорівнює нулю, отже, пуск двигуна не можливий [1]. Якщо обрив однієї фази кола статора станеться під час роботи двигуна, то двигун обертатиметься за умови, що створюваний ним максимальний момент буде більший моменту опору робочої машини. Проте при цьому значно знижується частота обертання ротора, збільшується ковзання, в результаті змінюються опори прямої і зворотної послідовностей обмотки ротора.

На прикладі асинхронного двигуна 4А90L4У3 експериментально встановлено [1], що сила фазних струмів при глибокій несиметрії і з'єднанні нульових точок джерела живлення і обмотки статора двигуна при коефіцієнтах завантаження  $k_z = 0,4 - 0,6$  зменшується в порівнянні зі струмами в аналогічному режимі роботи двигуна з ізольованою нульовою точкою на 12 – 18 %. Відповідно знижується швидкість теплового зносу ізоляції обмотки статора на 40 – 60 %.

Отже, можна зробити висновок, що режим роботи асинхронного двигуна при глибокій несиметрії і об'єднанні нульових точок обмотки статора та джерела живлення при порівнянні з аналогічним його режимом роботи з ізольованою нульовою точкою є більш сприятливим для асинхронних двигунів з точки зору витрати ресурсу ізоляції і підвищення терміну експлуатації.

Література:

1. Попова Ірина Олексіївна. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 13.06.03 – Мелітополь, 2003. – 140 с.

УДК 623.407

Кислиця Т. – ст. гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ «ФОТОБАТАРЕЯ – НАВАНТАЖЕННЯ»**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Оробчук Б.Я.

В даний час підключення фотобатарей до навантаження здійснюється через вторинні джерела живлення, основними елементами яких є напівпровідникові інвертори в комплексі з електрохімічними акумуляторами, що дозволяє забезпечити надійність електроживлення. Натомість, значно збільшується вартість встановленого кіловата потужності джерела живлення, що для наземних систем фотоелектричного електроживлення в багатьох випадках має визначальний характер. Тому, в деяких випадках, можливим і економічно доцільним є з'єднання фотоелектричного джерела живлення без інверторів, що з одного боку зменшує вартість системи живлення, а з іншого – викликає необхідність дослідження процесу енергообміну між джерелом живлення та навантаженням з урахуванням нестійкості джерела живлення та флуктуацій його напруги.

Важливим фактором, що визначає енергоефективність передачі енергії фотобатарей в навантаження, є якість електричної енергії, що розсіюється в джерелі електроживлення, і виконує корисну роботу в навантаженні. Відомо, що основним параметром, що визначає якість електричної енергії в системі «джерело живлення – навантаження», які з'єднані двопровідною лінією, є наявність вищих гармонічних складових напруги та струму в елементах системи, що може бути викликано як нелінійними властивостями процесів струмоутворення в фотоелектричних джерелах живлення, так і нелінійними системними процесами, обумовленими нелінійною характеристикою навантаження.

Виходячи з вищезгаданого, була розглянута модель двопровідної обмеженої з'єднувальної лінії з розподіленими параметрами, що описується наступною системою рівнянь з граничними умовами

$$-\frac{\partial u}{\partial z} = ri + L \frac{\partial i}{\partial t}, \quad -\frac{\partial i}{\partial z} = qu + C \frac{\partial u}{\partial t}, \quad (1)$$

$$u(z=0) = u_0 \cos \omega_1 t, \quad U(z=d) = u_d \cos \omega_2 t, \quad (2)$$

де  $u, i$  – розподіл напруг і струмів по довжині лінії;  $z, r, L, g, c$  – відомі електричні параметри лінії;  $u(z=0), u(z=d)$  – флуктуаційні складові напруги відповідно з боку фотобатарей та навантаження.

Для коротких ліній може бути реалізований вплив вищих гармонічних складових джерела електроживлення та навантаження. В цьому випадку запропоновано застосування фільтрів вищих гармонічних складових в місцях, як це впливає з рішень системи (1), (2) їх виникнення, тобто поблизу джерел живлення або навантаження.

Отже, для створення енергоефективних фотоелектричних систем електроживлення з високим рівнем якості електричної енергії є актуальною розробка і створення спеціалізованих і багатофункціональних систем вторинного електроживлення на базі сучасних досягнень напівпровідникової перетворювальної техніки.

УДК 514.18

Кіндзерський Т. – ст. гр. ЕМ<sub>ЗМ</sub>-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АКУМУЛЮВАННЯ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ ТА ВІТРУ В АВТОНОМНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Лучейко І.Д.

Наприкінці 20 століття, після енергетичних криз 1973 та 1976 років, людство усвідомило, що такі найбільш зручні для використання енергетичні ресурси, як нафта, природний газ, вугілля, ядерне паливо не є необмеженими і можуть бути вичерпані в недалекому майбутньому. Окрім проблеми обмеженості ресурсів, все більше уваги привертають екологічні проблеми, які виникають при вживанні цих енергоносіїв. Такі загальновідомі наслідки спалювання органічного палива, як збільшення кількості CO<sub>2</sub> в атмосфері разом з інтенсивним зведенням лісів, спричиняють так званий “парниковий ефект”, який, разом з безпосереднім тепловим забрудненням, спричиняє зміни клімату в напрямку потепління. Якщо такі тенденції зберуться, то наслідки для людства можуть бути фатальними.

Через те увага, яка в даний час приділяється відновлюваним джерелам енергії (ВДЕ), особливо енергії сонячного випромінювання, енергії вітру, окрім економічних факторів, обумовлена насамперед екологічною необхідністю.

ВДЕ характеризуються практично повною екологічною безпечністю, необмеженістю, але водночас низькою концентрацією (в середньому 1 кВт/м<sup>2</sup> – на декілька порядків менше, ніж для невідновлюваних джерел), і нестабільністю.

Однією з головних науково-технічних проблем, які потребують рішення, є проблема компенсації нестабільності ВДЕ. Комплексне використання різних видів ВДЕ певною мірою може вирішити цю проблему, але для прийнятного по стабільності енерго-, а зокрема електрозабезпечення споживачів необхідно в енергосистемах на основі ВДЕ використовувати акумулюючі пристрої. Основною задачею акумулюючих пристроїв є приведення у відповідність споживання енергії з її генерацією. Не менш важливою задачею системи акумулювання є підвищення якості енергії. Ефективність енергосистеми значною мірою залежить від ефективності та надійності системи акумулювання.

Зростаючий інтерес до автономних енергосистем на основі ВДЕ обґрунтовує актуальність і доцільність вивчення цих систем. Основними задачами, які потребують розв’язання при проектуванні автономних енергосистем на основі ВДЕ, є визначення необхідної ємності акумуляторних батарей, необхідної для стабільного енергопостачання в конкретних кліматичних умовах, а також визначення шляхів підвищення ефективності акумулювання енергії ВДЕ. В енергосистемах на основі ВДЕ невеликої потужності (до 10 кВт), в системах акумулювання використовуються в основному електрохімічні акумулятори, лужні та кислотні. Неоптимальна експлуатація акумулюючих батарей призводить до скорочення її строку служби, що підвищує вартість експлуатації енергосистеми в цілому, через відносно велику вартість АБ. Враховуючи вищенаведене, можна стверджувати, що підвищення ефективності акумулювання енергії за рахунок оптимального узгодження джерела енергії та акумулятора, підвищення строку служби акумулюючих пристроїв є необхідною умовою підвищення ефективності та надійності енергосистеми.



УДК 621.326

Кічаєва О. – ст. гр. ЕМ<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ МІСЦЬ РОЗМИКАННЯ КОНТУРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З РІЗНИМИ НОМІНАЛЬНИМИ НАПРУГАМИ**

Науковий керівник: Підгайний Ю. Б.

Метою магістерської роботи є підвищення ефективності роботи високовольтних електромереж двохстороннього живлення.

Втрати електроенергії (ЕЕ) при її транспортуванні від пункту виробництва до пункту споживання є найбільш значимою складовою в балансі ЕЕ. Майже всі технічні засоби підвищення якості ЕЕ містять реактивні елементи індуктивного або ємнісного характеру, а отже, впливають на баланс реактивної потужності в мережі.

Втрати ЕЕ в колах із двома джерелами живлення пов'язані із появою зрівнювальних струмів, або струмів перетоків між мережею вищої напруги (ВН) та мережею нижчої напруги (НН). При цьому збільшується завантаження як мережі НН, так і мережі ВН. Зниження втрат можливе за допомогою вимушеної зміни струмозподілу шляхом розмикання мережі НН. В цьому випадку необхідно визначити, в якому місці потрібно розмикати коло, щоб втрати активної потужності були мінімальними. В якості оптимального розподілу потужностей приймається їх природний розподіл в однорідній мережі. Для його розрахунку вихідну схему приводять до однорідної, підбираючи реактивні опори віток таким чином, щоб виконувались дві умови: відношення  $X_e/R_e$  для паралельних віток повинні бути однакові і втрати реактивної потужності в перетвореній схемі повинні бути рівними втратам вихідної схеми. Попередньо потрібно вирішити питання про допустимість такого розмикання з точки зору надійності електропостачання і режимів напруг.

Інколи точки розриву виходять різними для активної та реактивної потужностей. Тоді потрібно порівняти втрати при розмиканні в кожній із них і вибрати найкращу. Якщо елементи контуру, який розглядається, не входять в інші контури, то можна обійтись без приведення мережі в однорідну. Тоді наводять кілька розрахунків при різних точках розриву і вибирають варіант з мінімальними втратами в мережі в цілому. Оптимальні точки розриву можуть бути різними для режимів найбільших і найменших навантажень. Якщо відсутня можливість оперативної зміни точок розриву протягом доби, то вибирають точку, яка забезпечує мінімум втрат ЕЕ за добу

$$\Delta W_c = \Delta P_{i \text{ до}} t_{i \text{ до}} + \Delta P_{i \text{ ін}} t_{i \text{ ін}}$$

де  $t_{i \text{ до}}$ ,  $t_{i \text{ ін}}$  визначають за графіками навантажень мережі, яку розмикають.

Зміна місця розриву високовольтних ліній з двостороннім живленням приводить до перерозподілу навантажень не лише у вітках лінії, але і між живлячими підстанціями, що змінює величину втрат у зовнішній мережі, що потрібно додатково аналізувати. Більш ефективним є визначення розташування точки струмозподілу для поточного навантаження і зміна місця розриву в мережі. Постійний розрахунок точки струмозподілу забезпечується через введення програмного-апаратного комплексу, в основу якого покладена математична модель відповідної системи електропостачання і який в реальному часі буде проводити моніторинг електроспоживання і проводити оптимізацію, на основі якої і буде вибиратися оптимальне місце розриву. Це дасть змогу зменшити втрати в електромережах і підвищити рентабельність.

УДК 697.1

Когут Ж. – ст. гр. ЕМ<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВИДУ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

Науковий керівник: Тарасенко М. Г.

Метою проведення даної роботи є визначення і підбір виду системи опалення на основі технічних міркувань та економічних розрахунків для різного виду споживачів тепла в залежності від сучасних умов. Розрахунки показують: дешевше і простіше створити заново децентралізовану систему опалення, ніж оновлювати централізовану. Прикладом цього є квартальні, дахові котельні та індивідуальна система опалення.

Квартальна схема децентралізації передбачає будівництво квартальних міні-котелень, які б замінили одну велику. В цьому випадку різко скорочується відстань від котельні до споживача, а отже, і тепловтрати в мережах. Крім того, підвищується ефективність використання пального за рахунок вищого ККД нового обладнання. Важливим недоліком квартальних котелень є потреба в постійному кваліфікованому обслуговуванні. Також до недоліків даної системи теплопостачання належить висока ціна на газ (як для промислових споживачів), вона становить 1,3092 грн/м<sup>3</sup>. В той час як для індивідуальних споживачів, які використовують до 2500 м<sup>3</sup> газу – 0,7254 грн/м<sup>3</sup>, до 6000 м<sup>3</sup> – 1,098 грн/м<sup>3</sup>, до 12000 м<sup>3</sup> – 2,2482 грн/м<sup>3</sup>, більше ніж 12000 м<sup>3</sup> – 2,6856 грн/м<sup>3</sup>.

Дахові котельні - один з можливих і ефективних варіантів вирішення задач децентралізованого (або автономного) теплопостачання об'єктів цивільного і промислового призначення. Використання даних установок особливо вигідно в районах елітного житлового будівництва, точкового будівництва і реконструкції, оскільки щільна забудова міст і висока вартість землі роблять будівництво наземних котелень об'єктивно неможливим, а вже існуючі не здатні забезпечити теплом будинки, що зводяться. Дахова котельня, на відміну від квартальної, не потребує постійного обслуговування. Недоліком даної схеми теплопостачання є те, що вона вигідна і ефективна лише в тому випадку, коли оплата за тепло здійснюється однією особою чи організацією. Оскільки при наявності кількох споживачів виникають заборгованості по оплаті і в результаті - відключення котельні. Ще одним недоліком, як і в квартальних котельнях, є висока ціна на газ.

Індивідуальна система опалення, як ефективна альтернатива централізований, передбачає встановлення котлів у кожній квартирі. Це вигідно тому, що сучасні побутові котли значно ефективніші за ті, якими обладнані котельні; не потрібно ніяких теплотрас, а, отже, і втрат тепла на шляху до споживача можна цілком уникнути; не потрібно спеціального обслуговування; найголовніше – ціна на газ є нижчою (як для індивідуальних споживачів) ніж для квартальних і дахових котелень. Недолік подібної схеми – необхідність збільшення пропускної здатності, а, отже, повна заміна газопроводів, принаймні на ділянках від газорозподільчого пункту до будинку і в самому будинку.

Аналізуючи все вищесказане, можна зробити висновок, що децентралізація опалення є необхідним кроком вперед до енергозбереження в цілому та ефективного використання енергоресурсів зокрема. Найкращим варіантом для цього є індивідуальне опалення.

УДК 621.316

Козбур І. – ст. гр. ЕМ- 21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРИСТРОЇ ЗАХИСНОГО ВІДКЛЮЧЕННЯ**

Науковий керівник: Підгайний Ю.Б.

Основою економічної, надійної і безаварійної роботи електричних мереж є надійні захисти, особливу увагу яким приділяють коли йде мова про життя людини. ПЗВ, або пристрої захисного відключення, є засобом захисту людини від ураження електричним струмом. Крім того, вони здійснюють захист від виникнення пожеж, унаслідок можливих пошкоджень ізоляції, несправностей електропроводки і електроустаткування. При пошкодженні ізоляції, прямому дотику до однієї з струмоведучих частин або при обриві захисних провідників ПЗВ є практично єдиним швидкодіючим засобом захисту людини від ураження електричним струмом. Принцип роботи ПЗВ заснований на вимірюванні балансу струмів між провідниками за допомогою диференціального трансформатора струму. Якщо баланс струмів порушений, то ПЗВ негайно розмикає коло живлення, відключаючи таким чином несправне навантаження.

Основне завдання ПЗВ - захист людини від ураження електричним струмом і захист від виникнення пожежі, викликаного витоком струму через зношену або пошкоджену ізоляцію проводів.

Широке застосування також отримали комбіновані пристрої, що поєднують в собі ПЗВ і пристрій захисту від перевантажень та коротких замикань, такі пристрої мають певні переваги, економляться кошти, збільшується надійність і зменшуються втрати електроенергії.

Необхідність застосування ПЗВ визначається, виходячи з гарантованого забезпечення заходів з електробезпеки та у відповідності із затвердженими нормативними документами: на стадії проектування - проектною організацією; на діючих електроустановках енергогосподарств споживачів при необхідності забезпечення додаткового захисту від ураження електричним струмом - енергетичною службою підприємства.

ПЗВ відіграють важливу роль для відключення електроенергії при пошкодженні ізоляції проводів в електроприладах, необережному поводженні з електропроводкою або електроприладами. Короткі замикання, як правило, розвиваються з дефектів ізоляції, замикань на землю, витоків струму на землю (ситуація, коли частина струму не повертається в ПЗВ і так далі). ПЗВ відстежують витік струму і запобігають короткому замиканню, відключаючи електроустановку від джерела живлення і тим самим запобігаючи неприпустиме нагрівання провідників, іскрінню і подальшому виникненню пожежі. З моменту виникнення витоку струму автоматичне відключення всіх фаз аварійної ділянки електричного кола проводиться за час, як правило, що не перевищує період в 0,03-0,1 с залежно від струму витоку.



В даній науковій роботі проведено огляд існуючих ПЗВ та досліджено їх характеристики. Також проведено дослідження струмо-часових характеристик ПЗВ-2001, яке зображено на рисунку 1. Як показали дослідження час і струм спрацювання ПЗВ менше заявленого виробником, що гарантовано захищає споживачів від аварії, людей від ураження струмом і від виникнення пожежі.

Рис. 1. Пристрій захисного відключення ПЗВ – 2001.

УДК 621.326

Кондратенко М. – ст. гр. ЕМ<sub>мз</sub> – 61

*Тернопільський національний технічний університету імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ ТА НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ЕНЕРГІЇ ҐРУНТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Тарасенко М.Г.

Сьогодні приблизно від 60 до 70 % споживаної енергії використовується для опалення та охолодження будинку, це неприпустима розкіш, якщо брати до уваги, що існують більш ефективніші і економічно доцільніші альтернативи. Однією з них є технологія життєзабезпечення будинків, яка основана на використанні сонячної енергії і низькопотенційної енергії ґрунту в якості акумулятора тепла. Саме тому метою наших досліджень і стала оцінка енергоефективності використання енергії сонця та ґрунту для життєзабезпечення житлових будинків.

Відомо, що температура на глибині 3 - 4 м під землею, незалежно від температури атмосферного повітря, взимку і влітку знаходиться в межах від 9 до 11 °С. Взимку там відчувається тепло, влітку – холодок. Враховуючи те, що енергозатрати на опалення визначаються різницею зовнішньої і внутрішньої температур в приміщеннях, є перспективним скористатися невичерпною низькопотенційною енергією для підтримання температури зовнішніх огорожуючих конструкцій на рівні + 10 °С. Тоді навіть дуже сильні морози не вплинуть на внутрішню температуру. Таким чином, можна створити так званий тепловий бар'єр, коли енергоспоживання будинку буде залежати від різниці температур між вулицею і тепловим бар'єром, незалежно від того наскільки понизиться зовнішня температура. Різницю температур бажано постійно знижувати підвищуючи тим самим температуру теплового бар'єру до досягнення внутрішнього теплового комфорту без необхідності додаткових витрат енергії. При цьому враховується енергія, яка потрапляє в середину будинку, наприклад через вікна або тепло іншого роду, яке утворюється в процесі експлуатації будівлі.

Влітку для кондиціонування приміщень будинку можна використати сонячну енергію. Для цього потрібно вирішити питання абсорбції, а також передачі і акумулювання енергії. Земля в даному випадку, послужить і як джерело охолодження і як акумулятор сонячного тепла. В даному випадку, аналогічно тепловому бар'єру, між покрівлею і теплоізоляцією прокладаються абсорбуючі пластикові труби. На зовнішніх стінах – при необхідності пластикові труби монтуються на штукатурку. Влітку вода в цих трубах нагрівається до 75 °С, а взимку, при мінусовій температурі і сонячній погоді, до прийнятних 20 - 25 °С. По трубах вода потрапляє до фундаментної плити, а точніше в її центральну зону при високій температурі, та в її середні та крайні зони при більш низькій температурі. Від ізольованої зверху фундаментної плити тепло переходить в ґрунт, де воно накопичується. Для зменшення «бокових» втрат тепла на ґрунт по всьому периметру будинку монтується спеціальна прокладка.

Отже технології з використанням енергії сонця і низькопотенційної енергії ґрунту вимагають мінімальних витрат енергії, а пропонують – крім вирішення питань охорони довкілля і навколишнього середовища, більш ефективну, з економічної точки зору, систему опалення і кондиціонування.

УДК 697.328

Короткий В.

*Національний технічний університет України «КПІ», ІЕЕ*

## **ПРОЕКТИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТИПОВИХ БУДІВЕЛЬ**

Науковий керівник: асист. Шовкалюк М. М.

Питання підвищення енергоефективності будівель стає все більш актуальним через постійне підвищення вартості комунальних послуг. Метою будь-якого проекту з підвищення енергоефективності є зменшення витрат на енергію, покращення внутрішнього мікроклімату, забезпечення більш ефективного управління і обслуговування технічних установок.

Потрібно зауважити, що навіть побудовані за одним типовим проектом, будівлі можуть значно відрізнятися, і рекомендації по реконструкції і впровадженню енергоефективних заходів для них будуть різними.

Розглянемо два дитячих садочки в центральній (ДНЗ №1) та південній (ДНЗ №2) частині України, побудованих за типовим проектом 214-1-178 «Дитячий сад на 320 місць» в кінці 1980-х років, що на перший погляд мають абсолютно схожий зовнішній вигляд. Для кожного садочка було проведено енергетичне обстеження та здійснено аналіз споживання усіх енергоресурсів (теплова, електрична енергія, холодне та гаряче водопостачання) та відповідних грошових витрат за останні три роки. Виявлено, що витрати на теплову енергію складають близько 70% від загальних витрат, а на гарячу воду – до 10%, що загалом становить більш ніж 80% усіх витрат.

Дитячим закладам було рекомендовано 11 енергозберігаючих заходів, з яких лише половина є однаковими для обох садків: встановлення автоматизованого теплопункту, теплоізоляція трубопроводів, встановлення припливно-витяжної системи вентиляції кухні з рекуператором, заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі, заміна старих вікон та дверей на металопластикові двокамерні, інструкції з експлуатації та обслуговування), а інші заходи індивідуальні для кожного ДНЗ.

Для ДНЗ№1 промивка системи опалення, для ДНЗ№2 повна її реконструкція. Заходи з вентиляції для ДНЗ№1 – автоматичний приток, вбудованими у вікна пристроями, рекуператори «тепла квартира». Для ДНЗ№2 - реконструкція існуючої системи природної вентиляції приміщень, чистка вентканалів. Циркуляційний трубопровод системи ГВП для ДНЗ№1 та впровадження системи приготування ГВП з використанням енергії сонця для ДНЗ№2. Утеплення стін мінеральною ватою, утеплення горища та підлоги – для ДНЗ№1 та стіни типу сендвіч-панелі для ДНЗ№2. Заміна двох електричних шаф кухні на нові енергоефективні для першого садочку та встановлення фотоелементів зовнішнього освітлення - для другого.

У якості джерел фінансування розглядалися позики та власний капітал у розмірі мінімум 10%. Первинні інвестиції для обох закладів майже однакові і становлять приблизно 1900 тис.грн. При цьому чиста економія складе приблизно 315 грн/рік, а термін окупності – 6 років. Чиста економія енергії відносно базового рівня для ДНЗ№1 складе 607 МВт-год/рік, а для ДНЗ№2 – 456 МВт-год/рік.

З вищенаведеного можна зробити висновок, що на етапі попередньої оцінки потенціалу енергозбереження до типових будівель можна застосовувати однакові підходи, але навіть типові будинки потребують індивідуального підходу до кожної будівлі при визначенні енергозберігаючих заходів через значну кількість факторів, що впливають на ефективність енергоспоживання.

УДК 621.320

Коцюрко Р. – ст. гр. ЕМ-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВІРТУАЛЬНИЙ КОМП'ЮТЕРНИЙ КОМПЛЕКС З «ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ»**

Науковий керівник: ст. викладач Підгайний Ю.Б.

В останній час все актуальнішою стає комп'ютерна обробка інформації і все проблематичнішим стає виготовлення макетів (стендів) лабораторних робіт. Для того, щоб здешевити стенд лабораторної роботи пропонується використовувати комплекс зі стенду, який підключається до ЕОМ. Таке рішення дає можливість зменшити затрати на виготовлення самого стенду, так як приймається, що більшість сучасних лабораторій оснащені комп'ютерами, до того ж такі комплекси дозволяють використовувати ЕОМ порівняно малої швидкодії.

Це рішення дає можливість оперативно змінювати програму, за якою працює лабораторний стенд та отримувати дані, що автоматично записуються в пам'ять комп'ютера для подальшої обробки. Це пришвидшує оперативність і точність виконання лабораторних робіт. Такий комплекс пропонується для лабораторних робіт по дослідженню графіків електричних навантажень по предмету «Електропостачання».

Структурна схема розробленого комплексу умовно зображена на рис. 1, а.

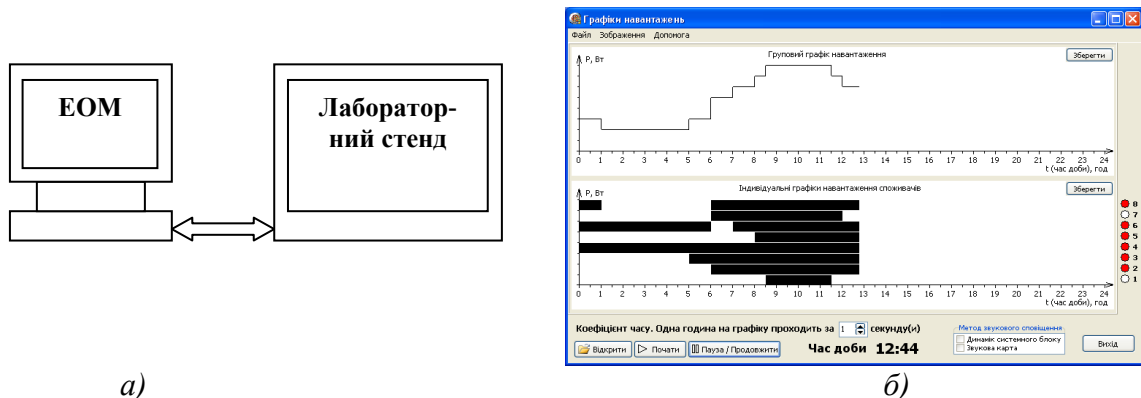


Рис. 1, а) Блок-схема лабораторного комплексу б) Вікно програми «Графіки навантажень»

Лабораторний стенд, до якого розроблялось програмне забезпечення, – макет із дев'яти ламп розжарення, кожна з яких відповідає за навантаження певного споживача. Стенд підключається до ЕОМ через паралельний порт. Регулювання та керування навантаженням здійснюється програмою, головне вікно якої зображено на рис. 2, б.

Лабораторний комплекс дозволяє знімати індивідуальні графіки навантажень та групові. Графіки знімаються як з допомогою амперметра так і програмно. На основі графіків знятих з допомогою амперметра проводять розрахунки і порівнюють їх з знятими програмно.

Таким чином, представлений лабораторний комплекс дає можливість побачити характеристики навантажень від споживачів і коректно спрогнозувати добові графіки навантажень на електромережу, що в свою чергу, позначається на економії капітальних затрат в системі електропостачання, витрат кольорових матеріалів, втрат електроенергії, експлуатаційних витрат.

УДК 628.94-213.34

Криса А. - ст. гр. ЕС<sub>М</sub> - 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ЇХ ОСВІТЛЕННЯ.**

Науковий керівник: д.т.н., професор Андрійчук В. А.

Правильне й економічно виконане електричне освітлення в приміщеннях виробництв, пов'язаних з використанням горючих речовин, залежить, головним чином, від об'єктивної й обґрунтованої оцінки вибухо- і пожежонебезпеки навколишнього середовища.

Газопароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні - вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

*Вибухонебезпечна зона класу 0* - простір, в якому вибухонебезпечне середовище існує постійно або протягом тривалого часу.

*Вибухонебезпечна зона класу 1* - простір, в якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи якщо установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів.

*Вибухонебезпечна зона класу 2* - простір, в якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо виникає, то рідко і триває недовго.

*Вибухонебезпечна зона класу 20* - простір, у якому за умов нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто в кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям.

*Вибухонебезпечна зона класу 21* - простір, у якому за умов нормальної експлуатації можлива поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.

*Вибухонебезпечна зона класу 22* - простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися не часто й існувати недовго або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати й утворювати вибухонебезпечні суміші у разі аварії.

Властивостей вибухонебезпечності набувають такі суміші з повітрям: будь-яких горючих газів і випарів, горючих легкозаймистих рідин (ЛЗР) за відповідних концентрацій; горючого пилу або волокон у завислому стані.

Вибухозахищене електроустаткування підрозділяється за рівнем і видом вибухозахисту, групами і температурними класами.

Визначено такі рівні вибухозахисту електроустаткування :

- Електроустаткування (електротехнічний пристрій) підвищеної надійності проти вибуху. Знак рівня - 2.
- Вибухозахищене електроустаткування (електротехнічний пристрій) - вибухозахищене електроустаткування. Знак рівня - 1.
- Особливо вибухозахищене електроустаткування (електротехнічний пристрій) - вибухозахищене електроустаткування. Знак рівня - 0.

Сучасні технології для безпечної експлуатації ЛЛ пропонують замість електромагнітних ПРА електронні аналоги, що більш досконалі та безпечні.

Для підвищення безпеки вибухобезпечних світильників з газорозрядними лампами, в тому числі і ЛЛ, можна запропонувати використання ЕПРА на основі мікропроцесора для забезпечення обмеження величини струму розряду і тим самим не допустити перегріву електродів лампи.

УДК 621.316

Кулик О.– ст. гр. ОН-51

*Національний технічний університет України "КПІ"*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЧЕРЕЗ КЕРУВАННЯ ПОКАЗНИКАМИ:ПРОВАЛ НАПРУГИ;ІМПУЛЬСНА НАПРУГА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Коцар О. В.

Якості електроенергії почали приділяти все більше уваги так як , від цього залежить довговічність роботи ресурсів підприємства їх продуктивність.

1)тривалість провалу напруги до рівня нижче 0,9 від номінального за ГОСТ 13109-97 до 30 сек.. Спричиняють провали напруги спрацьовування засобів захисту та автоматики при відключенні грозових перенапруг, струмів короткого замикання (КЗ), при помилкових спрацьовування захистів або в наслідок помилки персоналу . ГОСТ 13109-97 не нормує провал напруги, він обмежує його тривалість 30-ма секундами . Але,якщо тривалість провалу більше 30 секунд ,то напруга вже не відновлюється.

2) Імпульсна напруга - параметри короткочасних імпульсів, що виникають внаслідок впливу грози або перемикань в електричних мережах. За ГОСТ 13109-97 значення грозових імпульсних напруг 6000В можливі з імовірністю 90% у мережі напругою 0,38 кВ. - У внутрішній проводці будівель і споруд.

Традиційним підходом є пропозиція додаткового обладнання для підтримки потужності під час провалу напруги. У разі незначних провалів розповсюдження отримали ДБЖ як засіб захисту від провалів, так і перерв в енергопостачанні. Резервним джерелом живлення зазвичай є хімічне джерело струму, акумулятор, але ДБЖ не є довгостроковими і під час тривалих провалі напруги не можуть постійну роботу обладнання.Зазвичай ДБЖ забезпечує необхідне для аварійного, але штатного згортання поточних процесів, захищаючи таким чином дані. Але для повторного включення все одно буде потрібно значний час. Іноді ДБЖ забезпечує перемикання живлення аварійного генератора.Для незначних за величиною втрат напруги а також для імпульсної напруги застосовуються автоматичні регулятори напруги (АРН), у тому числі електромеханічні і електромагнітні. Оскільки в цих пристроях немає необхідності накопичення енергії, вони можуть бути ефективними протягом тривалих інтервалів як при імпульсах, так і при перенапруженні. Для значних навантажень або великих величинах провалів напруги добре зарекомендували себе системи динамічного відновлення напруги (DVR). Такі пристрої з'єднані з навантаженням і заповнюють відсутню частину живлення: при падінні напруги до 70% DVR забезпечує відсутні 30%. DVR забезпечують компенсацію протягом нетривалого інтервалу, для чого використовується запасена енергія від потужних батарей, супер конденсаторів і навіть маховиків. Ці пристрої не можуть використовуватися для тривалих періодів провалів або перенапруги.Поліпшення якості електричної енергії мережі з метою усунення провалів напруги вкрай витратне і практично нездійсненне. У деяких випадках, де мета виправдовує витрати , організують дублювання енергопостачання від досить віддалених один від одного ділянок мережі,щоб умовно вважати їх електрично не пов'язаними. У більшості ж випадків потрібне спеціальне устаткування, вибір якого великий в залежно від виду навантаження . Одним з найекономічніших способів протистояти провалам напруги є вибір обладнання ,стійкого до провалів в силу своєї конструкції, але такий спосіб не дуже підтримується на підприємствах.



УДК 697.328

Кучер А.

*Національний технічний університет України «КПІ», ІЕЕ*

## **ОБЛІК ТЕПЛОЕНЕРГІЇ В БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКАХ**

Науковий керівник: асист. Шовкалюк Ю.В.

Недостатня обізнаність споживачів є перешкодою до реалізації енергозберігаючих проектів. Без детального і систематичного збору і аналізу даних виробники і кінцеві споживачі не зможуть повністю усвідомити, які вигоди може принести економія енергії. У багатьох випадках при переході на оплату за приладами обліку споживачі можуть почати економити гроші. Для обліку теплової енергії застосовуються прилади, занесені до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки, або ті, що пройшли державну метрологічну атестацію. Стимулом до придбання власних теплолічильників буде підвищення величини оплати по нормативах споживання; тоді рахунки споживачів можуть знизяться після установки приладів обліку і переходу на плату за реальне, а не нормативне споживання. Питання про установлення приладів у незаможних споживачів на пільгових умовах потрібно вирішувати у рамках цільової програми.

Проведений аналіз статистичної інформації для м.Києва показав, що облаштування приладами обліку в багатоквартирних житлових будівлях столиці складає: прилади обліку холодної води – оснащення 100% (20,7% від загально державного, найвищий серед регіонів України); прилади обліку гарячої води - оснащення 41% (45% від загально державного і є рекордним показником в Україні, оскільки в більшості областей країни він менше 10%); прилади обліку теплової енергії – оснащення 34,7% (10,7% від загально державного); регулятори температури – оснащення 2,1% (15,4% від загально державного). Показник оснащення багатопверхових житлових будівель в Україні приладами обліку теплової енергії - 15%. В переважній більшості житлових будинків старої забудови («хрущівки», «сталінки», «брежнєвки») відсутні лічильники теплової енергії в квартирах, а також загальні лічильники на будинок. Ця проблема відсутня у новобудовах. Для багатоквартирних будинків при відсутності спеціального лічильника виникає потреба у вирішенні питання розрахунку теплоспоживання в місцях загального користування (МЗК): сходові клітки, ліфтовий хол, сміттєзбиральна камера, службові та прибудовані приміщення, коридор, приміщення консьєржа.

Для розрахунку цієї кількості теплоти та плати за опалення МЗК в Україні розроблена спеціальна методика, що виділяє 3 наступні випадки: 1) якщо існує загальнобудинковий прилад обліку, а системи опалення всіх житлових квартир, нежитлових приміщень та приміщень МЗК підключені паралельно одна до одної, мають теплоносій з однаковими параметрами і облаштовані приладами виміру витрати, кількість теплоти на опалення МЗК визначають як частку від загальної витрати на опалення пропорційно до витрати теплоносія; 2) якщо передбачено теплолічильники в кожного споживача та загальнобудинковий комерційний облік теплоти, кількість теплоти на МЗК визначається як різниця між цими показниками; 3) у разі часткового оснащення споживачів приладами обліку теплоти та відсутності приладів обліку на МЗК, витрати теплоти на МЗК визначаються розрахунково, включаючи втрати теплоти в розподільчих трубопроводах. При відсутності проектних даних для будинків масових серій виконується розрахунок за усередненим теплоспоживанням на 1 м<sup>2</sup> кожного типу приміщень МЗК.

УДК 623.407

Лазарук О. – ст. гр. ЕЕм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОТОРА З УРАХУВАННЯМ АЕРОДИНАМІКИ ПОВЕРХНІ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Оробчук Б.Я.

У цих тезах подаються результати розробки математичної моделі ротора з урахуванням аеродинамічної якості активної поверхні на основі теорії У. Хюттера. Це урахування робилось шляхом визначення аеродинамічної сили  $\mathbf{R}$ , що діє на активну поверхню, як векторної суми аеродинамічних сил: підйомної  $\mathbf{L}$  та сили аеродинамічного опору  $\mathbf{D}$  (рис. 1а). Аеродинамічна якість  $\mathbf{K}$  в планах сил та швидкостей визначалась через кут  $\varphi$ :

$$\varphi = \text{arcctg} \mathbf{K} \quad (1)$$

Коригування плану швидкостей відбувається шляхом повороту вектора сумарної швидкості  $\mathbf{W}$  на кут  $\varphi$  (рис. 1б), що призводить до зменшення швидкості руху елемента лопаті  $\mathbf{V}_0 \mathbf{z}$  в активній поверхні.

Нове значення швидкохідності  $\mathbf{z}$  при цьому визначатиметься, як:

$$\mathbf{z}_K = \left[ \mathbf{a} \cdot \mathbf{K} - \mathbf{b} \right] \left[ -\mathbf{a} \right] \left[ \mathbf{a} \cdot \mathbf{K} + 1 \right]^{-1} \mathbf{b}, \quad (2)$$

де  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$  – коефіцієнти гальмування та тангенціального прискорення потоку. Звідки постає можливість розгляду режимів роботи елемента лопаті ротора вітроподвигуна з урахуванням аеродинамічної якості  $\mathbf{K}$ .

В робочому режимі коефіцієнт потужності визначається, як:

$$\mathbf{C}_P = 4\mathbf{b} \cdot \mathbf{z}_K \cdot \left[ -\mathbf{a} \right] \quad (3)$$

В режимі холостого ходу на елементі лопаті ротора вітроподвигуна відсутня тангенціальна сила  $\mathbf{S}$ , при цьому  $\mathbf{b}_{xx} = 0$  і формула (2) матиме вигляд:

$$\mathbf{z}_{xx} = \mathbf{a} \cdot \mathbf{K} \cdot \left[ -\mathbf{a} \right] \quad (4)$$

Максимальне значення швидкохідності холостого ходу досягає величини  $0,25\mathbf{K}$  при  $\mathbf{a} = 0,5$ . В той же час величина коефіцієнта лобового тиску також досягає максимуму  $\mathbf{C}_{B_{xx}} = 1$ .

У пусковому режимі ротор вітроподвигуна являє собою нерухому систему лопатей, тобто  $\mathbf{z} = 0$ ,

$$\mathbf{b} = \left[ \mathbf{a} \cdot \mathbf{K} - \mathbf{b} \right] \left[ -\mathbf{a} \right] \left[ \mathbf{a} \cdot \mathbf{b} + 1 \right]^{-1} \quad (5)$$

Величини коефіцієнтів робочого зусилля  $\mathbf{C}_S$  та лобового тиску  $\mathbf{C}_B$  не перевищують 1,3.

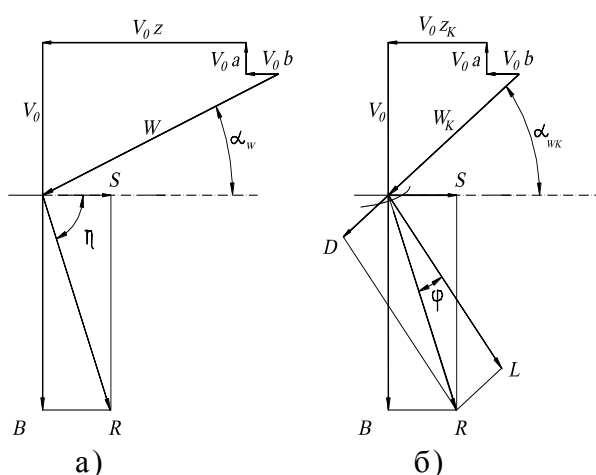


Рис. 1 - Плани сил та швидкостей на активній поверхні: а) при  $\mathbf{K}=\infty$ ; б) при  $\mathbf{K}<\infty$

УДК 623.407

Лецько А. – ст. гр. ЕЕМ-51

Тернопільській національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАЛИХ ГЕС НА РЕЖИМИ РОБОТИ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ ТА РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ

Для виконання розрахунків з дослідження впливу малих ГЕС на режими роботи трансформаторних підстанцій та розподільних електричних мереж 35 кВ і вище в якості прикладу було використано Касперівську ГЕС, однолінійна розрахункова електрична схема якої подана на рис. 1. Зазначена ГЕС видає електроенергію безпосередньо на шини 10 кВ підстанції 35/10 кВ «Добровляни».

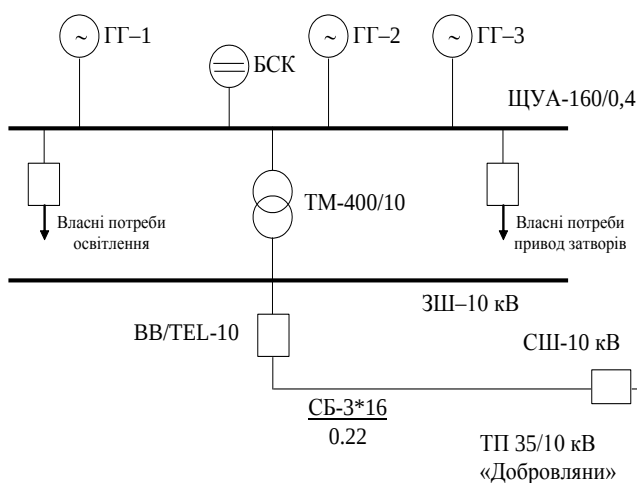


Рисунок 1 - Однолінійна розрахункова  
схема Касперівської ГЕС

В якості асинхронних генераторів ГГ-1, ГГ-2, ГГ-3 планується встановити асинхронні двигуни серії 4А, номінальною потужністю  $P_n=132$  кВт. Для зв'язку ГЕС з енергосистемою на напрузі 10 кВ використовується кабельна ЛЕП довжиною 216 м з мідними жилами, перерізом 16 мм<sup>2</sup>.

Виходячи з результатів попередньо проведених розрахунків, можна стверджувати, що фактично вся електроенергія, що виробляється Касперівською ГЕС, споживається у мережах 10 кВ, які отримують живлення з I секції шин 10 кВ

підстанції 35/10 кВ «Добровляни», до якої і приєднано вказану станцію. Отже, електрична енергія до розподільних мереж 110/35 кВ «Тернопільобленерго» не передається. Виходячи з цього, Касперівська ГЕС фактично не має негативного впливу на режими роботи даної електричної мережі (ЕМ).

Слід зазначити лише, що за рахунок вироблення електроенергії на малій ГЕС, максимальна потужність, що передається через трансформатор живильної підстанції зменшується на 200 кВт, що призводить до його незначного розвантаження. Внаслідок цього напруга на шинах 10 кВ підстанції «Добровляни» неістотно (у межах 0,2%) підвищується, що фактично не впливає ні на режими роботи ЕМ нижчих класів напруги, ні на якість електроенергії у споживачів.

Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що для максимального використання переваг малих ГЕС встановленою потужністю до 1 МВт, щодо покращення режимів роботи ЕМ та якості електроенергії у споживачів, доцільним є приєднання їх безпосередньо до електричних мереж 10 кВ. У такому разі за рахунок перерозподілу потоків потужності в магістралях ЕМ зменшується завантаження ЛЕП, зменшуються втрати електроенергії та покращується режим напруги у споживачів.

Результати теоретичних досліджень втрат потужності від адресних перетоків показали, що у випадку застосування асинхронних генераторів на МГЕС значення втрат від адресних перетоків потужності є переважно меншим, порівняно з використанням синхронних.

УДК 628.332

Личак В. – ст. гр. ЕСм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ТАРИФНА ПОЛІТИКА З ТОЧКИ ЗОРУ ОКУПНОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ СВІЛОТЕХНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Тарасенко М. Г.

В умовах зростання цін на енергоресурси і, відповідно, тарифів на електроенергію, а також підвищення вимог до якості освітлення і строків окупності інноваційних світлотехнічних технологій, все більш актуальною стає проблема зниження витрат на електроенергію і підвищення ефективності використовуваних освітлювальних установок.

Аналіз літературних джерел показав (рис. 1.), що найбільша кількість електричної енергії споживається в комерційному і побутовому секторах. Саме тому, основні зусилля по розрахунку окупності повинні бути спрямовані на ці сфери, виходячи з того, що строк окупності будь-якої інноваційної світлотехнічної технології не може перевищувати п'ять років. Тому ватро проводити таку тарифну політику щоб впровадження сучасних світлотехнічних технологій було економічно обґрунтованим. Неприпустимо встановлювати як низькі, так і дуже високі тарифи на електроенергію. Низькі ціни не спонукають до впровадження новітніх розробок, так як вони взагалі не окуповуються, а високі, хоча і спонукають до таких дій, але разом з тим і вимагають наявності коштів. Тому тарифна політика повинна бути нерозривно зв'язана з доходами громадян і внутрішнього валового продукту держави в цілому.

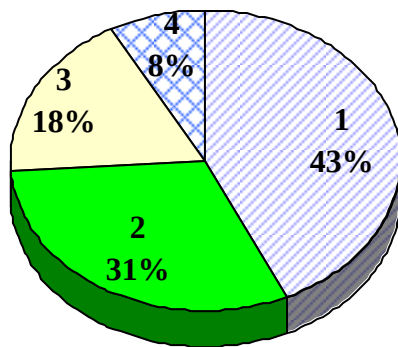


Рис. 1. Споживання електроенергії на освітлення в світі: 1 – комерційні будівлі; 2 – побутовий сектор; 3 – промисловість; 4 – зовнішнє освітлення.

потрібно більшу увагу звернути на підвищення заробітних плат та пенсій і пропорційного підвищення цін на електроенергію для громадян та підприємств, так як це має місце в країнах Європи та світу. За рахунок достатньо великих цін на електричну енергію, впровадження інноваційних світлотехнічних технологій не підлягає сумніву, а високі доходи громадян, не дають підстав для роздумів. Тому в Україні потрібно провести подібного роду зміни, гармонізувавши їх до особливостей українського суспільства.

У розвинутих країнах світу високоефективні світлотехнічні технології окуповуються, як правило, в строк до трьох років, завдяки високим тарифам і заробітним платам та пенсіям, а також за рахунок правильного співвідношення тарифів для промисловості до тарифів в побутовому і комерційному секторах.

Саме тому метою моєї роботи є знаходження оптимальних параметрів тарифної політики. Такої, яка б не пригальмовувала впровадження інноваційної світлотехнічної продукції, а, навпаки, спонукала б до її впровадження. А для вирішення цієї проблеми

УДК 621.313

Мазярок П. – ст. гр. ЕМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АСИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ МАЛИХ І МІКРО ГЕС

Науковий керівник: Підгайний Ю. Б.

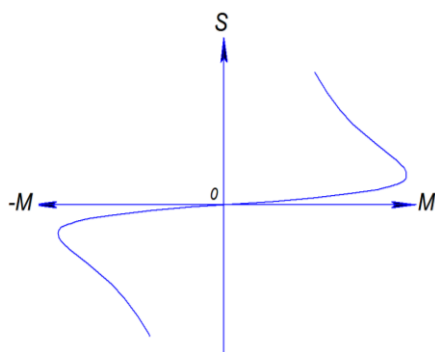
Метою даної роботи є розробка і виготовлення установки на базі асинхронного двигуна, який виступає в якості асинхронного генератора, з перспективою застосування на малих і мікро ГЕС. Важливим фактором на шляху підвищення ефективності використання гідропотенціалу малих річок України, що складає близько 1,1-1,3 млрд. кВт·год, та розбудови малих ГЕС.

Одним з напрямків забезпечення ефективності перетворення енергії в галузі відновлюваної енергетики, виходячи з досвіду західних країн, є застосування асинхронних генераторів, які для ГЕС з малими встановленими потужностями мають ряд переваг порівняно з синхронними. Це пов'язано, у першу чергу, з їх низькою вартістю, простотою конструкції та експлуатації у нормальних режимах, стійкістю до зовнішніх аварій, значним ресурсом роботи.

Також є перспектива на створення нових схемних рішень асинхронного генератора, які забезпечують підвищення надійності, покращення якості електричної енергії і збільшення функціональних можливостей автономних електрогенеруючих агрегатів трифазного струму.

Для досягнення визначеної мети проводиться: аналіз робіт, пов'язаних з розробкою і дослідженням АГ; розробка схемних рішень; простота управління за допомогою автоматичного компенсатора реактивної потужності, який виробляє реактивну потужність необхідну для збудження АГ.

Головною перевагою малої гідроенергетики є дешевизна електроенергії, з застосуванням АГ на гідроелектростанціях; відсутність паливної складової в процесі отримання електроенергії при впровадженні малих гідроелектростанцій дає позитивний економічний та екологічний ефект. Первинним джерелом енергії для малої гідроенергетики є гідропотенціал малих річок. При використанні гідропотенціалу малих річок України можна досягти значної економії паливно-енергетичних ресурсів, причому розвиток малої гідроенергетики сприятиме децентралізації загальної енергетичної системи, тим самим дасть вирішення багатьом проблемам як в енергопостачанні віддалених і важкодоступних районів сільської місцевості, так і в керуванні гігантськими енергетичними системами, при цьому вирішуватиметься цілий комплекс проблем в економічній, екологічній та соціальній сферах життєдіяльності та господарювання в сільській місцевості, в тому числі і районних центрів.



На виготовленому стенді проведено дослідження енергетичних характеристик і перевірено можливості автоматичного регулювання.

Встановлено, що є значні переваги при паралельній роботі з мережею. Установка має можливість самосинхронізації і автоматичного підтримання напруги та частоти. Також можлива робота в ізольованому від мережі режимі.

Рис.1. Механічна характеристика АГ.

УДК 621.326

Наконечна С. – ст.гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ РОБОТИ ПРИСТРОЇВ КОНТАКТНОЇ ЗВАРКИ НА ПАРАМЕТРИ НАПРУГИ МЕРЕЖІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Решетник В. Я.

Актуальність роботи пов'язана з важливістю правильного вибору перетину шинопроводу, до якого підключені машини контактної зварки, оскільки завищення величини перетину понад необхідне призводить до необґрунтованого збільшення капітальних витрат на мережу, а його заниження може стати причиною неякісної зварки та перегріву мережі.

Мета роботи – підвищення ефективності електричної мережі живлення машин контактної зварки шляхом підвищення точності визначення відхилення напруги на затискачах машин контактної зварювання й пікового струму, що може виникнути із заданою ймовірністю. Розробка точного методу визначення відхилення напруги на затискачах машин контактної зварювання й пікового струму в мережі їх живлення, що може виникнути із заданою ймовірністю.

У роботі запропоновано новий метод «Граничних функцій розподілу пікових струмів та втрат напруги» у мережах живлення машин контактної зварки, використання якого дозволяє зменшити капітальні витрати на провідниковий матеріал та практично виключити таке явище, як неякісне зварювання.

При кількості ЗМ, що забезпечують роботу, наприклад, автомобілебудівельного підприємства середньої потужності, цей метод з заданою граничною ймовірністю дозволяє визначити максимальні розрахункові значення пікових струмів і втрат напруги.

Розрахунок виконується за максимальними та мінімальними граничними функціями розподілу, забезпечуючи визначення достовірного діапазону розрахункових значень пікових струмів і втрат напруги з заданою граничною ймовірністю.

Основою алгоритму розробленого методу є функція розрахунку струмів і напруг усіх ділянок мережі, від якої живиться група будь-якої кількості машин контактної зварки. При невеликій кількості зварювальних машин можуть бути розраховані точні функції розподілу пікових струмів і напруг.

Запропонований метод дозволяє отримати цілком достовірний діапазон максимальних розрахункових значень пікових струмів та втрат напруг у мережі, що живить групу машин контактної зварки з заданою граничною ймовірністю.

Розроблений метод дозволяє виконувати розрахунки для нерозгалуженого шинопроводу, але запропоновані підходи можуть бути застосовані і для розрахунку розгалуженого шинопроводу.

Метод «Граничних функцій розподілу пікових струмів та втрат напруги» може бути застосований самостійно і для перевірки інженерних методів.

Практичне значення роботи полягає в тому, що даний метод розрахунку навантажень МТКЗ дозволяє швидко й з необхідною точністю зробити розрахунок навантажень для будь-яких типів зварювальних машин, обрати основні елементи мережі, що забезпечують припустиму втрату напруги в них.

УДК 621.314

Пекний Я. – ст. гр. ЕЕМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ МУЛЬТИПЛІКАТИВНИХ ПОХИБОК У МАСШТАБУЮЧИХ ПЕРВИННИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П. С.

У багатьох первинних вимірювальних перетворювачах (ПВП) домінуючою по величині є мультиплікативна похибка, яка носить систематичний характер, тому дає змогу здійснювати її компенсацію автоматично – за допомогою обчислювальних засобів. Однак алгоритми такої компенсації можуть бути різними по ефективності. Вибору найефективнішого із них прив'язана дана відповідь.

Якщо заданий ПВП з номінальним коефіцієнтом перетворення  $K_0$ , то зв'язок між вихідною величиною  $X_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}$  та вхідною  $X_{\hat{a}\hat{o}}$ , як відомо описується виразом  $X_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}} = \hat{E}_0 \tilde{O}_{\hat{a}\hat{o}}$  (1) а мультиплікативна похибка спотворює залежність (1) до вигляду (2):  $\hat{X}_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}} = \hat{E}_i 1 + \alpha \tilde{O}_{\hat{a}\hat{o}}$  (2)

де  $\hat{X}_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}$  – спотворена вихідна величина,  $\alpha$  – величина, на яку спотворений коефіцієнт перетворення ( $\alpha \ll 1$ ). У спрощеному випадку, який розглядається,  $\alpha$  – постійна величина. Відносна похибка  $\delta$  ПВП описується наступним співвідношенням:

$$\delta = \left| 1 - \frac{\tilde{O}_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}}{\tilde{O}_{\hat{a}\hat{o}}} \right| = \alpha \quad (3)$$

Якби була можливість отримати дійсне значення  $\tilde{O}_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}$ , то можна було б ввести поправку  $\Delta$  за виразом:  $\Delta = -\alpha \hat{E}_0 \tilde{O}_{\hat{a}\hat{o}} = -\alpha \tilde{O}_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}$  (4)  $\hat{\Delta} = -\alpha \hat{E}_0 \tilde{O}_{\hat{a}\hat{o}} = -\alpha \tilde{O}_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}}$  (5)

І додати її до кожного вимірюваного значення  $\tilde{O}_{\hat{a}\hat{o}}$ , отримували його точніше значення.

Однак, в процесі вимірювання відомі лише наближені значення  $\tilde{O}_{\hat{a}\hat{o}}$ , тому існує можливість отримати лише значення розрахункових поправок  $\hat{\Delta}$ , які описуються залежністю (5).

Скористатися залежністю (5) можна двома способами, звівши практичну реалізацію корекції до ітераційної процедури у відповідності з алгоритмами для  $n$ -го кроку ітерації за виразом:  $\hat{X}_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}n} = \hat{X}_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}} + \alpha \cdot \tilde{O}_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}n-1}$  (6) або  $\hat{X}_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}n} = X_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}n-1} + \alpha \cdot \tilde{O}_{\hat{a}\hat{e}\hat{o}n-1}$  (7)

Алгоритм (6) передбачає корекцію результатів вимірювання з використанням лише першого вимірюваного значення, алгоритм (7) – кожного інтегрованого значення. Ефективність використання кожного із алгоритмів оцінюється величиною відносної похибки після застосування  $n$  ітерацій.

Дослідження виразів (6) і (7) показали, що лише застосування алгоритму (7) в процесі автоматичної компенсації мультиплікативної похибки ПВП дає позитивний результат. Використовуючи для компенсації поправок алгоритм (6) недоцільно.

Література:

1.Євтух П.С., Пелешок Т.М. Алгоритм автоматичної компенсації мультиплікативних похибок у масштабуючих первинних вимірювальних перетворювачах. //Тези всеукраїнської науково-технічної конференції „Вимірювання витрати та кількості газу”. – Івано-Франківськ, 2005. – с. 40-41.

УДК 621.316

Поліщук В. - ст. гр. ОН-51

Національний технічний університет України "КПІ"

## **«ЯКІСТЬ ВТРАЧАЄТЬСЯ НА ОСТАННІЙ СХОДИНЦІ»**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Коцар О. В.

Якість електроенергії залежить від виробника, однак у процесі транспортування до споживача її якісні показники змінюються. Їх погіршення найчастіше відбувається на кінцевій ділянці системи електропостачання, тобто безпосередньо у розподільчих мережах та системі електропостачання споживача.

Якість електроенергії визначає ГОСТ 13109 - 97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення» (введено в Україні з 01.01.2000), що містить низку відповідних показників. Розглянемо, як змінюються показники якості електроенергії в процесі передачі до споживача.

Будь-яка система електропостачання характеризується імпедансом, тобто активним, індуктивним і ємнісним опорами. Падіння напруги при передачі електроенергії до споживача характеризується формулою:

$$\Delta U = \frac{PR + QX_c}{U} + j \frac{PX_c - QR}{U}, \quad (1)$$

де  $\Delta U$  - падіння напруги в системі електропостачання,  $P$  і  $Q$  - активна і реактивна складові потужності, що передаються споживачу,  $R$ ,  $X_c$  - активний і індуктивний опори мережі. Формула падіння напруги містить дійсну та уявну частини. Дійсна частина:  $\frac{PR + QX_c}{U}$  - «втрата напруги» і характеризує зміну величини напруги, а уявна частина:  $j \frac{PX_c - QR}{U}$  - характеризує фазовий зсув напруги у споживача щодо напруги джерела живлення. Для споживача важлива величина дійсної частини, тобто втрати напруги. Уявна частина - фазовий зсув, як правило, не відіграє суттєвої ролі.

З формули (1) видно, що чим більше активний й індуктивний опір системи електропостачання, тим більша втрата напруги в ній. При цьому для мереж вище 1кВ характерно співвідношення  $R < X$ , а при малих перерізах провідників  $R >> X$ .

Окрім втрати напруги, в системі електропостачання можуть мати місце спотворення синусоїдності напруги, спричинені так званими «нелінійними навантаженнями», що створює вищі гармоніки в системі електропостачання. Величина цих змін залежить не тільки від джерел вищих гармонійних складових, але і від величини і співвідношення складових імпедансу системи електропостачання.

За рахунок нерівномірності навантаження по фазах може мати місце несиметрія напруги в мережах середньої напруги, а в мережах до 1кВ з глухо заземленою нейтраллю ще й неврівноваженість напруги, величини яких у загальному випадку також пропорційні імпедансу системи електропостачання.

Зниження величини активного опору можливо шляхом збільшення перерізу провідників порівняно з необхідним по умовам допустимих струмових навантажень, і на це доводиться йти, особливо в випадках низьковольтної мережі. І тут потрібно вирішувати що вигідніше: збільшувати переріз провідників у низьковольтній мережі чи встановлювати додатковий трансформатор 6(10)/0,4 кВ. З цією ж метою в ряді зарубіжних країн, а частково і в нашій, використовується напруга 660 В замість 380 В.

Індуктивна складова імпедансу системи електропостачання в мережах середньої напруги (6-35 кВ) більше інших впливає на показники якості напруги, такі, як рівень і коливання напруги, несиметрія і несинусоїдність.



УДК 621.326

Санагурська К. – ст. гр. ЕМ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДВИГУНІВ СТІРЛІНГА ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В ІНШІ ВИДИ**

Науковий керівник: к.т.н., асистент Коваль В.П.

На сьогодні широкого використання здобули двигуни – серце сучасної цивілізації. Найбільш поширені в даний час двигуни внутрішнього згорання мають ряд істотних недоліків: їх робота супроводжується шумом, вібраціями, вони виділяють шкідливі відпрацьовані гази і споживають багато палива. Відомий клас двигунів, шкода від яких мінімальна, - це двигуни Стірлінга.

Двигун Стірлінга — теплова машина, що працює не тільки від спалювання палива, але від будь-якого джерела тепла, наприклад — сонячних променів. Принцип роботи двигуна Стірлінга полягає в постійному чергуванні циклів нагрівання (розширення) і охолодження (стискання) газу в закритому циліндрі. У ролі газу може використовуватися звичайне повітря, водень або гелій. Нагрівання газу виконується зовні, тому двигун Стірлінга відносять до двигунів зовнішнього згорання.

Такий двигун здатен перетворювати в кінетичну до 70 % теплової енергії і дозволяє повністю відмовитися від використання електрики для охолодження системної логіки (рис.1). За основу беруть бета-варіант Стірлінга, в якому замість маховика вмонтовано вентилятор, який охолоджує радіатор на двох теплових трубках. Таким чином, теплова енергія ефективно перетворюється в кінетичну, причому вся система є саморегулюючою, бо вентилятор буде обертатися до тих пір, поки чіпсет досить гарячий, проте у міру його охолодження оберти вентилятора знижуються аж до повної зупинки.

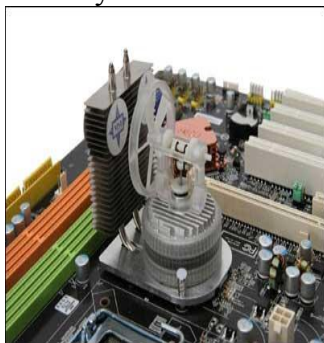


Рис. .1  
Низькотемпературний  
двигун для охолодження  
південного моста  
материнської плати

В основному, двигуни Стірлінга вивчаються для використання сонячної енергії. Потрібно наголосити, що підвищити ККД Стірлінга можна шляхом збільшення тиску газу в робочому циліндрі. Напряму це зробити неможливо, так як обмежена міцність матеріалів і теплопровідність поверхонь підведення та відведення тепла. Однак, це вказує деяку перспективу для створення низькотемпературних двигунів значної потужності.

Зрештою, теплова потужність навіть простеньких стірлінгів становить десятки Вт і перетворення хоча б кількох відсотків від цього теплового потоку в механічну, а потім і електричну енергію, вже дозволяє отримати цілком прийнятні потужності, придатні для зарядки акумуляторних батарей.

Так, наприклад, потужність сонячної батареї, рекомендованої для зарядки КПК або комунікатора становить близько 5 ... 7 Вт, але навіть цю енергію сонячна батарея буде віддавати тільки за ідеальних умов освітлення, а в реальних умовах - менше. Тому, навіть при генеруванні декількох Вт, але незалежних від погоди, ці двигуни вже будуть цілком конкурентоспроможними, навіть з тими ж сонячними батареями та термогенераторами.

УДК 628.944

Сенчишин І. – ст.гр. ЕСм-51

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя

## **ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНІ СВІТЛОСИГНАЛЬНІ ВОГНІ ДЛЯ РОЗМІТКИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ**

Науковий керівник: к.т.н., асистент Коваль В.П.

Основне призначення освітлення дорожнього полотна в темну пору доби полягає в забезпеченні безаварійного переміщення транспортних засобів. Крім загального освітлення, як у минулому, так і сьогодні, в основному, для забезпечення безпечного руху на дорогах служать світлосигнальні вогні. Світлові сигнали у вигляді світних точок, і фігур як окремо, так і в різних поєднаннях різного кольору, створюють необхідну інформацію, користуючись якою водії безпечно орієнтуються на дорозі.

Енергоне залежні дорожні світлосигнальні вогні (ЕДСВ) – інноваційні, унікальні світлові прилади, які забезпечують чітко видиму границю розділу дорожнього полотна та обочини в нічний час та при різних складних погодних умовах (рис.1). Вони прості в установці і компактні за розмірами. Ідеально підходять для використання на вигинах і перехрестях доріг, особливо в закритих крутих поворотах. В них використовується в якості джерела живлення енергія сонця, яка перетворюється в електричну сонячними батареями і накопичується в акумуляторах. Завдяки цьому, ЕДСВ вдень заряджаються, а з настанням сутінків чи негоди, коли освітленість нижча необхідного значення, вмикаються, тим самим вказуючи водіям можливі зони небезпеки під час руху.

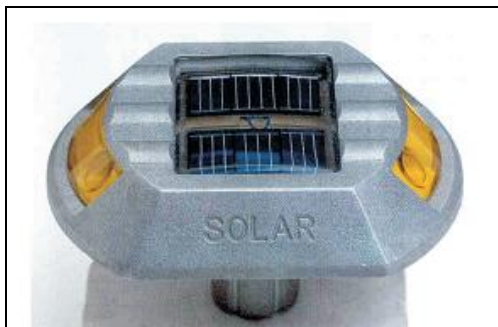


Рисунок 1 - ЕДСВ для розмітки дороги із живленням від сонячної батареї

ЕДСВ мають ряд особливостей: 1) близько 900 метрів видимості; 2) надійно працюють всю ніч, протягом року; 3) повністю енергоне залежне живлення; 4) низький профіль, менш ніж 40 мм вище за дорожню поверхню; 5) використовують світіння янтарного, червоного, білого або зеленого кольору; 6) низьке енергоспоживання.

Приблизна тривалість роботи даних світлосигнальних вогнів понад 10 років.

На вулицях великих міст, на приміських і шосейних дорогах використовуються спеціальні дорожні знаки, які своєю формою і характерним вогнем створюють сигнальну картину, яка міняється, забезпечуючи правильне зорієнтування водіям автотранспорту, особливо на перехрестях вулиць і доріг.

На міжміських дорогах, в зв'язку з відсутністю освітлення, рух в нічну пору доби ускладнюється зі складною видимістю дорожнього полотна і тому така «підсвітка» із швидкістю 100 км/год дає можливість вчасно реагувати на зміну напрямку дорожнього попереду. Це помітно скорочує число нещасних випадків і зберігає життя до 70 %.

Використання таких світлосигнальних вогнів на вулицях міст приведе до покращення видимості на перехрестях, зростання дизайну міста в архітектурному плані, що в майбутньому може стати вагомим кроком у розвитку нашої країни до європейського зразка, а також збільшення зацікавленості з туристичної точки зору.

УДК 621.326

Сивак Н. – ст. гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЛАНОК НАВАНТАЖЕННЯ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 110 кВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Решетник В.Я.

**Мета роботи.** Дати порівняльну оцінку схеми розподільчого пристрою підстанції з однією та двома системами збірних шин. А саме, визначити живучість підстанції в динамічному та статичному режимах.

Проблема надійності електропостачання і живучості електроенергетичних систем (ЕЕС) посідає центральне місце, як при експлуатації, так і при проектуванні ЕЕС. Існує засоби та заходи, за допомогою яких забезпечується високий рівень надійності сучасних ЕЕС. До таких засобів відноситься релейний захист, який діє при перевантаженнях або КЗ в елементах мережі, які знаходяться під захистом, та сприяє перешкодженню розвитку аварій. Автоматичне частотне розвантаження (АЧР) перешкоджає аваріям, пов'язаним з лавиною частоти. Автоматичне регулювання збудження (АРЗ) сприяє перешкодженню аварії, пов'язаної з лавиною напруги, та ін..

Тому робота, яка націлена на обґрунтування вибору найбільш оптимальних, с точки зору надійності та живучості, підстанцій і схем електропостачання споживачів, є актуальною. Оптимальний с точки зору надійності вибір схеми живлення споживачів електричної енергії дозволить практично не допускати появлення каскадних аварій в системах електроспоживання. Дати порівняльну оцінку схеми розподільного пристрою підстанції з однією і двома системами збірних шин. А саме, визначити живучість підстанції в динамічному і статичному режимах. В експлуатації мереж промислових підприємств необхідно прогнозувати подібні аварії та розробляти організаційні та технічні заходи, що дозволять не допускати їх появлення.

Для того, щоб досягти поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Зробити огляд існуючих методів розрахунку надійності схем систем електропостачання.
2. Зробити огляд механізму реалізації випадкового процесу, який пояснює відказ у спрацьовуванні системи.
3. Оцінити та порівняти надійність та живучість схеми розподільного пристрою підстанції з однією та двома системами збірних шин.

Якщо в енергосистемі виникає аварія, яка призводить до масового, лавинного відключення споживачів, так звана ланцюгова аварія, то можна казати, що дана енергосистема втратила живучість. Під живучістю вузла навантаження будемо розуміти здібність споживачів та відповідних засобів захисту не допускати ситуацій, що можуть привести до хибного відключення секції шин.

Живучість електроенергетичної системи (ЕЕС) залежить від її структури, конфігурації, надійності електрообладнання, засобів релейного захисту та протиаварійної автоматики, а також від кваліфікації персоналу, що обслуговує, запасу стійкості, резерву активної потужності та ін.

При експлуатації ЕЕС спостерігається появлення так названих ланцюгових аварій через послідовний відказ у спрацьовуванні декількох вимикачів при відключенні пошкоджень.

УДК 514.18

Сідорський О. – ст. гр. ЕМ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ПРОМЕНЕВОГО ОПАЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Лукович В.В.

В даний час ведеться пошук оптимальних технічних рішень по створенню систем опалення різних виробничих приміщень, які мають значні габаритні розміри, відкритих майданчиків різного призначення (суднобудівні і судноремонтні заводи, об'єкти залізничного транспорту, металургійної промисловості, спортивні майданчики, кафе тощо).

За кордоном і в Україні знаходить все більш широке застосування газове променисте опалення виробничих приміщень висотою більше 5-6 м.

У порівнянні з водяними та повітряними системами опалення промениста система опалення має ряд переваг: забезпечується нагрів і комфортні умови в робочій нижній зоні приміщення при зниженні температури повітря в приміщенні на 4-6 °С. Це приводить до зниження витрати газу на систему опалення на 25-30 %.

Газові променисті обігрівачі зарубіжних фірм (США, Німеччини, Італії, Чехії та ін.), а також підприємств України (Інститут газу НАН України, фірми Харкова, Дніпропетровська, Чернівців та ін.) характеризуються простотою конструкцій і системи експлуатації. При цьому їх вартість і надійність залежить від використовуваних матеріалів трубчастих і точкових випромінювачів, від прийнятого проектного рішення.

Досвід експлуатації даних систем вказує, що вони мають деякі недоліки, які знижують ефективність їх застосування: середня інтенсивність опромінення робочої зони під нагрівачем перевищує санітарно-гігієнічні норми, підвищується температура огорожувальних конструкцій і, як наслідок, збільшуються тепловтрати будівлі. Застосування світлих випромінювачів вимагає подачі в приміщення близько 30 м<sup>3</sup>/год. свіжого повітря на кВт встановленої потужності випромінювання. При цьому практично відсутні методики розрахунку променистого опалення із застосуванням різного устаткування і методи техніко-економічного порівняння прийнятих проектних рішень. Для забезпечення комфортних умов в робочій зоні при проектуванні необхідно враховувати безліч чинників, зокрема, потужність і розміри випромінювачів, температурний режим випромінювачів і висоту їх встановлення, габаритні розміри приміщення, теплотехнічні параметри огорожувальних конструкцій, розташування технологічних зон, інтенсивність повітрообміну та ін.

В даний час при виборі потужності й кількості випромінювачів враховуються лише тепловтрати будівлі. Існуючі методи та методики вимагають зміни і доопрацювання для підвищення точності опису фізичних процесів, що відбуваються в системах променисто-конвективного опалення, та повноти обліку різних впливаючих факторів. Комплексний аналіз проєктованих та діючих процесів систем опалення може дати уявлення про їх поточний стан і шляхи вдосконалення.

Значний внесок у розробку та дослідження систем променевого опалення дозволить корисно використовувати теплоту спалюваного палива, підвищити їх техніко-економічні характеристики. Тому розробка та вдосконалення систем газового променевого опалення, методик їх розрахунку з урахуванням умов комфортності є актуальними і практично важливими завданнями.

УДК 621.31:681.5

Сімаков О. - ст. гр. ЕЕм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЗАСОБИ ЕЛЕКТРОНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ ПОХИБОК У ВИСОКОВОЛЬТНИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ СТРУМУ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П.С.

Традиційні високовольтні трансформатори струму практично досягли межі своїх можливостей у забезпеченні систем керування необхідними точністю та надійністю.

Для підвищення точності використовують вимірювальні перетворювачі струму з електронними блоками компенсації похибки, що найбільш повно відповідають вимогам по точності, забезпечуючи при цьому, в порівнянні з іншими перетворювачами, високу надійність, стійкість до завад та невисоку ціну.

На основі проведеного аналізу літератури (1,2) було обрано метод компенсації магнітного потоку в осерді перетворювача за рахунок введення зворотних зв'язків (ВПС з негативним зворотним зв'язком по магнітному потоку, або просто ВПС з н.з.з.), як такий, що дозволяє при мінімальних схемних затратах значно зменшити розміри магнітної системи перетворювача, знижуючи матеріалоємність ВПС, досягти надзвичайно високої точності.

Схема побудована на основі вибраного методу зображена на рис.1. Пристрій складається з трансформатора з трьома обмотками і підсилювача. Підсилювач А включений таким чином, що будь-яка зміна напруги в індукційній обмотці  $w_3$ , яка включена на вхід підсилювача, негайно компенсується виходом підсилювача, підключеним до вторинної обмотки  $w_2$ . Якщо прийняти його коефіцієнт підсилення рівним безкінечності, то підсилювач буде підтримувати ідеальний баланс м.р.с. в осерді ТС і при цьому вторинний струм  $i_2$ , що протікає через вторинну обмотку  $w_2$  ідеально повторюватиме первинний струм  $i_1$  у первинній обмотці  $w_1$ .

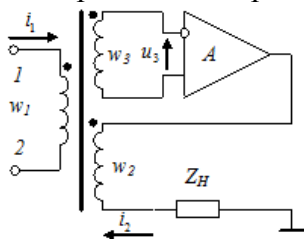


Рис.1 ТС з негативним зворотним зв'язком

Максимально реалізувати переваги ВПС з н.з.з. для побудови високоточних перетворювачів з стабільними характеристиками дозволяє використання осердь, виготовлених з нових магнітних нанокристалічних і аморфних матеріалів. Серед них необхідно виділити осердя з лінійною кривою намагнічування і надзвичайно низькими втратами, які виготовлені із аморфних матеріалів на основі кобальту з подальшою термообробкою в поперечному магнітному полі. Такі осердя без усіляких застережень можна рекомендувати для вторинних ВПС. З розвитком технології виготовлення, вони знаходять все більше застосування і у первинних ВПС як традиційного виконання, так і у ВПС з н.з.з.

Література:

1. Євтух П. С., Літков В.О. Про алгоритм корекції похибок вимірювальних трансформаторів струму. // Енергетика та електрифікація .- Київ, 1995,-№5. с .38-40.
2. ГОСТ 7746-89 « Трансформаторы тока. Общие технические требования».

УДК 621.326

Сітка Н. – ст. гр. РТ-42

Національний університет «Львівська політехніка»

## ЛАБОРАТОРНИЙ МАКЕТ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ АКТИВНОГО ЕЛЕМЕНТА ВЧ ГЕНЕРАТОРА

Науковий керівник: доцент Радіончик К.М.

На основі вивчення змісту та процесу проведення лабораторних робіт з дисципліни «Методи генерування та формування сигналів» в споріднених вузах України і Росії, нами розроблена електрична схема макету приведена на рис.1 з робочою частотою 2,866МГц.

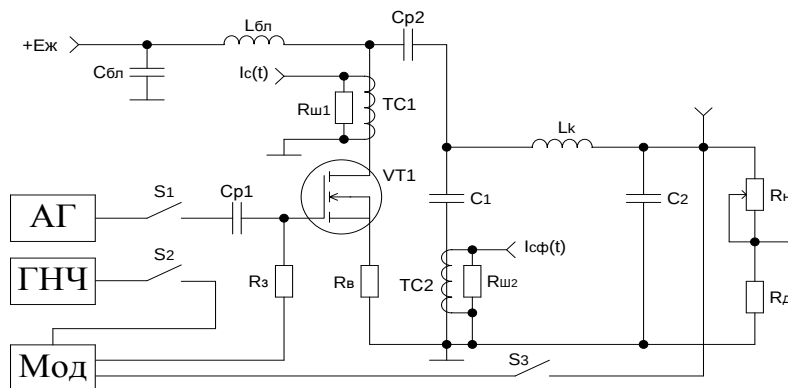


Рисунок 1. Структурна схема макета

Автогенератор (АГ) побудований на польовому транзисторі зі спільним витоком. На його виході формуються коливання з частотою  $\sim 3\text{МГц}$  або  $\sim 1,5\text{МГц}$  з можливістю незначного перестроювання та регульованою амплітудою  $0 \dots 10\text{В}$ . АГ вмонтований безпосередньо в макет.

Генератор низьких частот (ГНЧ) з дискретною зміною частоти від  $10\text{Гц}$  до  $100\text{кГц}$ . Модулятор (Мод) безтрансформаторний з можливістю регулювання зміщення та амплітуди модулюючого сигналу на затворі VT1 досліджуваного каскаду. В модуляторі застосована схема лінеаризації статичної модуляційної характеристики за огинаючою вихідного АМ-сигналу. Для візуального спостереження за зміною форми імпульса вихідного електроду транзистора використовуємо широкосмуговий трансформатор струму (TC1) розміщений безпосередньо на провіднику стокового електроду. Параметри TC1 підібрані експериментальним шляхом. Настроювання П - фільтра в резонанс здійснюється зміною частоти АГ так, щоб в перенапруженому режимі провал у формі імпульса струму стоку був точно по його середині. В якості навантаження каскаду використовується дротяний змінний резистор, послідовно з котрим під'єднаний прецизійний резистор номіналом  $1 \dots 2\text{Ома}$  для вимірювання струму через опір навантаження. Оскільки дротяний резистор має достатньо велику індуктивність, то при зміні  $R_n$  відбувається розстроювання П-фільтра, котре можна усунути зміною частоти АГ.

Запропонований макет є функціонально-завершеною одиницею і може розглядатися як пропозиція до впровадження в навчальний процес для модернізації лабораторної бази в навчальних лабораторіях України.



УДК 620.9:33

Скляню А., Кучер А. – ст. гр. ОТ-71 ІЕЕ, 4 курс

Національний технічний університет України «КПІ»

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГЕЛІОУСТАНОВКИ ДЛЯ СПІЛЬНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Науковий керівник: к.т.н. Лохманець Ю.В.

У зв'язку з підвищенням цін на енергоносії одним з першорядних завдань енергетики держави є пошук джерел енергії, спроможних скласти альтернативу традиційним енергоресурсам. Однією з таких альтернатив є використання сонячної енергії для теплопостачання та електрифікації житлових об'єктів, що на даний момент реалізується шляхом використання окремо теплових сонячних колекторів і кремнієвих фотоелектричних батарей. Перехід на комбіновані установки дозволить значно підвищити ефективність використання сонячної енергії, тому все більшу увагу привертають нові системи, що використовують одночасно обидва типи перетворень

В даній роботі досліджується комбінований теплофотоелектричний модуль, створений в НТУУ «КПІ» і призначений для одночасного отримання теплової та електричної енергії з енергії випромінювання Сонця. За конструкцією модуль являє собою плоский сонячний колектор (рис.1), на верхній поверхні пластин встановлена батарея фотоелектричних перетворювачів (ФЕП), що забезпечують перетворення частини падаючої енергії випромінювання в електричну. Однією з переваг такої схеми є не лише отримання теплової енергії додатково до електричної, але і підвищення ефективності власне ФЕП внаслідок зниження їх робочої температури.

В рамках роботи досліджено залежності електричної та теплової потужностей модуля при різних витратах теплоносія та розраховано відповідні значення ККД (рис.2). Проведено порівняння різних джерел освітлення для модуля, зокрема імітаторів на базі світильників з галогенною лампою та лампою ДРЛ. Досліджено вплив спектру випромінювання зазначених імітаторів на електричну ефективність модуля, а також нерівномірності освітлення поверхні модуля цими імітаторами. Аналіз отриманих результатів показав, що примусове охолодження фотоелектричних систем не лише значно підвищує їхню електричну ефективність, але і дозволяє отримати значну кількість низькопотенційної теплоти, при цьому сумарний ККД установки може досягати 50-60%. Встановлено, що спектр лампи ДРЛ дозволяє отримати значну вищу електричну потужність при однаковому рівні освітленості з галогенною лампою розжарювання, однак виявлено суттєву нерівномірність світлової плями від існуючого імітатора з лампою ДРЛ при освітленні достатньо великих сонячних модулів.

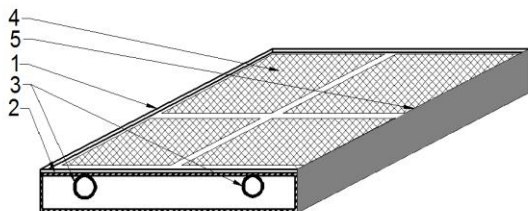


Рис.1. Конструкція комбінованої геліоустановки:  
1 – захисне скло; 2 – алюмінієва пластина; 3 – трубки для теплоносія; 4 – ФЕП; 5 – корпус.

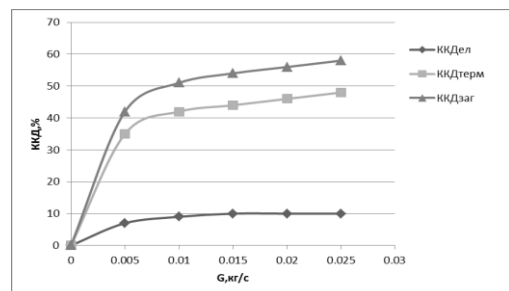


Рис.2. Залежність загального, електричного і термічного ККД від витрати теплоносія.

УДК 697.328

Скляню А. – ст. гр. ОТ-71

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

## **ВРАХУВАННЯ РІВНЯ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ СПОЖИВАЧІВ ПРИ РОЗРАХУНКАХ ЗА ТЕПЛОВУ ЕНЕРГІЮ**

Науковий керівник: асист. Шовкалюк М. М.

Витрати за комунальні послуги є значною частиною витрат підприємств, організацій та житлово-комунальних споживачів, серед них велику вагу має оплата за централізоване постачання тепла. У випадку встановлення будинкового засобу обліку, тепла енергія, спожита будинком в цілому, розподіляється пропорційно загальній площі приміщення, яку займає споживач. У споживачів, що не мають приладів комерційного обліку, обсяг спожитої теплової енергії розраховується відповідно до розрахункового теплонавантаження, з урахуванням середньомісячної фактичної температури теплоносія в тепломережах, середньомісячної температури зовнішнього повітря та кількості годин роботи в розрахунковому періоді. Регулювання кількості відпущеної теплоти здійснюється якісним способом (температурою теплоносія відповідно до зовнішньої температури повітря).

Щодо житлового сектору, то відповідно до Правил користування тепловою енергією, затверджених Постановою КМУ № 1198 в 2007р., послуги з централізованого опалення певної якості надаються на підставі договору, де зазначається температура приміщення і порядок перерахунку, якщо її не було забезпечено. У такому випадку необхідно надати в теплопостачальну організацію відповідний акт, який складається в присутності власника та представника організації, що здійснює теплопостачання, а за умови його не з'явлення - двох свідків-сусідів, і такий акт буде мати юридичну силу.

Щодо бюджетних установ, то врахування теплозабезпеченості споживачів в розрахунках з теплопостачальною організацією є також дуже актуальною проблемою. Кількість відпущеної теплоти джерелами енергії не завжди відповідає реальним потребам споживачів. У якості об'єктів досліджень було обрано учбові корпуси та гуртожитки НТУУ «КПІ», витрати на опалення яких зростають з кожним роком. За даними теплолічильників було проаналізовано температури теплоносія за опалювальний період та визначено, що при недотриманні температурного графіку подачі теплоносія не забезпечуються нормативна внутрішня температура у приміщеннях. Це пояснюється по-перше, тим, що хоча АК «Київенерго» затвердила новий графік 115/70 °С, але не впровадила додаткових заходів щодо збільшення теплового потоку, а основне обладнання системи опалення будівель проектувалося за розрахунковим графіком 150/70 °С. Аналіз показав, що температура подачі навіть при низьких зовнішніх температурах (-17 °С) не досягала 85 °С. Фактична температура зворотного теплоносія є вищою від стандартної, що свідчить про недостатню теплопередачу в системі опалення корпусів та необхідність проведення очистки системи опалення. В учбовому корпусі №22 виявлено також невідповідність паспортної (згідно затвердженого проекту теплового пункту) та фактичної витрати теплоносія у зовнішньому контурі на 20%. Також були проведено серію вимірів внутрішніх температур та виявлено значні відхилення від санітарних вимог: у більшості приміщень при зовнішній температурі -13 °С температурні умови були на 1÷5°С нижче норми.

Все це говорить про необхідність перегляду встановленої теплопостачальником плати за опалення.



УДК 621.313.3:681

Скрипник О. – ст. гр. ЕЕм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО УПРАВЛІННЯ АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Буняк О.А.

Асинхронні двигуни (АД), що знаходяться в експлуатації мають погіршені енергетичні характеристики внаслідок збільшеної при проектуванні установленої потужності, але головне – працюють більшість часу в недовантаженому режимі, що спричиняє зниження ККД. При розробці та виготовленні АД недостатньо враховувалися можливості енергозбереження, тому є необхідність в системах управління, що забезпечують роботу асинхронного електроприводу застосовувати енергозберігаючі режими.

Одним із способів модернізації існуючих систем автоматизованого електроприводу (АЕП) є установка блоків управління (БУ) силової частини. При розробці БУ необхідно враховувати наступні чинники: простота у виготовленні; легкість налаштування та перенастроювання; використання недорогих комплектуючих елементів; єдність елементної бази; універсальність схем; ефективність в експлуатації.

Одним з прикладів використання багатфункціонального пристрою керування (рис.1,а) є застосування його для автоматичного регулювання кількості працюючих асинхронних електродвигунів у залежності від навантаження (рис. 1,б) з одночасною реалізацією функції відключення при неробочих ходах системи і захисту від перевантаження.

Для проведення експериментальних дослідження пристроїв енергозберігаючого призначення використовувалися два асинхронні електродвигуни 4АМА80А4У3 потужністю  $N_n = 1,1 \text{ кВт}$ , струм неробочого ходу яких складає  $0,7 - 0,8 I_n$ .

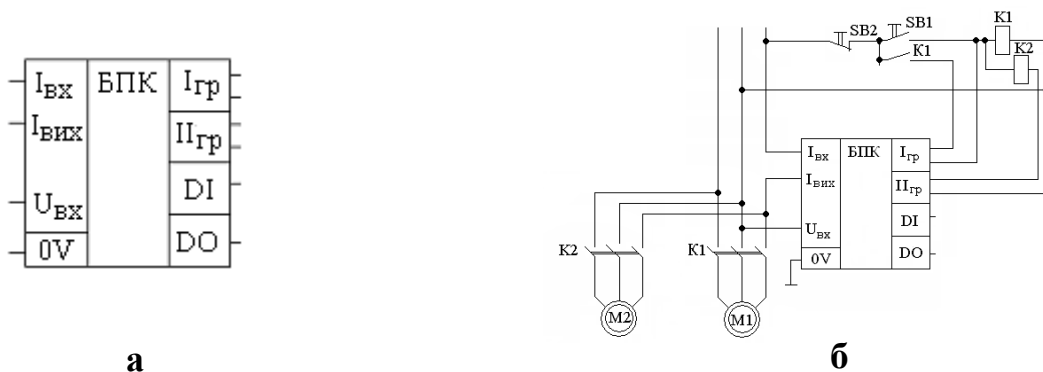


Рис. 1. Узагальнена схема БПК (а), та пристрій автоматичного регулювання числа працюючих електродвигунів у багатодвигунному електроприводі з блоком керування на БПК (б)

Проведені експерименти показали працездатність енергозберігаючих пристроїв із блоком керування на БПК, отриманий ефект енергозбереження досягає в кожному окремому випадку (при глибокому зниженні навантаження) до 15-18% від споживаної потужності.

УДК 628.517

Сльозко Л. – ст. гр. ЕМ<sub>мз</sub>-61

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя

## ЕФЕКТИВНІСТЬ КОНЦЕНТРАТОРІВ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Науковий керівник: к.т.н. Коваль В.П.

Використання вітрогенераторів із концентраторами потоку (ВКП) – одна із прогресивних ідей, направлених на підвищення ефективності перетворення енергії вітру. ВКП дозволяють істотно підвищити кількість виробленої енергії установкою без збільшення розмірів вітроколеса і інших обертальних механізмів в діапазоні швидкостей вітру, де через динамічні навантаження вітроколеса його вартість надмірно велика.

Переваги використання ВКП полягають також в зниженні вартості башти, усуненні впливу сліду за баштою, зниженні дотичних напружень потоку і спрощенні орієнтації за напрямком вітру. Також ВКП підвищує коефіцієнт річної генерації електроенергії. Він ефективніше використовує річний спектр енергії вітру тому, що прискорення потоку на вході менше мінімальної швидкості вітру, відповідної початку роботи вітроколеса при даних його розмірах і частоті обертання. Крім того, за допомогою концентратора можна підвищити максимальну швидкість зупинки ветроколеса в зоні великих швидкостей вітру завдяки властивій йому здатності перетворення потоку при наявності спойлерів або поворотного направляючого механізму.

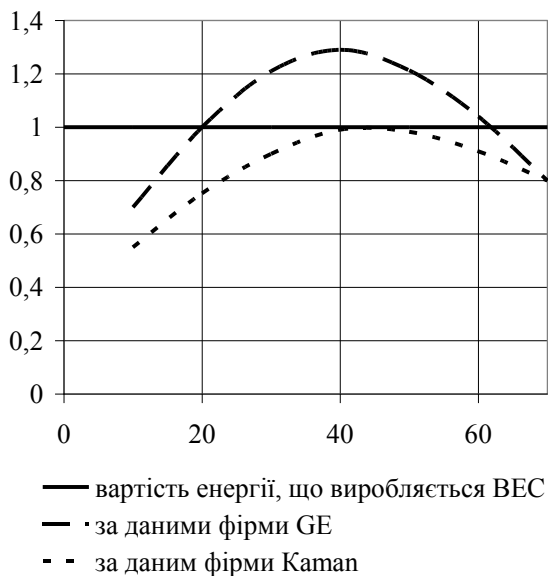


Рис.1. Порівняння вартості енергії, що виробляється ВКП і ВЕС, при однакових діаметрах вітроколеса

На жаль у графічних результатах не враховано характеристики дійсного вітрового потоку.

З врахуванням властивості концентратора зміни швидкостей потоку на вході, середньорічна генерація електроенергії ВКП може бути вище на 5-50 % порівняно з ВЕС, що свідчить про реальні економічні переваги ВКП.

Для порівняння ВКП і вітроелектростанції (ВЕС) звичайного типу вибрано дві системи при однаковому діаметрі вітроколеса. Згідно даних фірм-експертів GE та Kaman, наданих науково-дослідницькому центру LeRC NASA, яка провела відповідні розрахунки, отримано порівняльні залежності. На рис.1 представлено порівняння вартості ВКП і звичайною ВЕС з врахуванням витрат на елементи ветроколеса і дифузора.

При однаковому діаметрі вітроколеса обох систем ВКП має економічні переваги при малих і дуже великих діаметрах (рис. 1). В області середніх розмірів економічні показники не дуже зрозумілі через відмінності в оцінках вартості, наданої різними експертами: для ВКП вартість може бути менше (але не вище 10 %) або система буде дорожчою (у межах до 25 %).

УДК 621.316

Смірнов М.С.– ст. гр. ОН-51

*Національний технічний університет України*

*"Київський політехнічний інститут"*

## **ВПЛИВ ВІДХИЛЕНЬ ТА КОЛИВАНЬ НАПРУГИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Коцар О. В.

Збиток, який несуть споживачі та енергосистема внаслідок погіршення якості електроенергії, прийнято ділити на електромагнітний і технологічний.

Основні форми електромагнітного збитку:

- Зниження ефективності процесів генерації, передачі і споживання електроенергії за рахунок збільшення втрат в елементах мережі;
- Зменшення терміну служби та вихід з ладу електрообладнання з-за порушення його нормальних режимів роботи і старіння ізоляції;
- Порушення нормальної роботи і вихід з ладу пристроїв релейного захисту, автоматики і зв'язку.

Все це в підсумку призводить до зниження надійності системи електропостачання в цілому.

До технологічного збитку відносять зниження продуктивності і псування технологічного обладнання, що призводить до погіршення якості та недовідпуску продукції.

В нашій країні діє ГОСТ 13109-97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення», який визначає 11 показників якості електричної енергії. Розглянемо коливання та відхилення напруги окремо, із зазначенням причин виникнення, можливих наслідків та заходів компенсації.

Відхилення напруги

Нормований показник: усталене відхилення напруги.

Причини виходу показника за межі норм: добові, сезонні та технологічні зміни струмового навантаження; зміна потужності генераторів і компенсуючих пристроїв; зміни схеми і параметрів електричної мережі.

Відповідно до ГОСТ 13109-97 відповідальність за підтримання відхилення напруги в межах норм лежить на енергопостачальних організаціях. Існують два основних способи забезпечення вимог щодо відхилення напруги в електричній мережі.

Перший спосіб полягає в регулюванні рівня напруги в центрі живлення і у споживача. Технічно це здійснюється шляхом зміни коефіцієнта трансформації за допомогою систем перемикавання витків обмоток трансформатора без збудження та регулювання під навантаженням. Також використовуються лінійні регулятори напруги.

Коливання напруги

Нормовані показники: розмах зміни напруги; доза флікера.

Відповідно до ГОСТ 13109-97 винуватцями виникнення коливань напруги є споживачі з різкозмінним навантаженням. Їх компенсація здійснюється шляхом застосування швидкодіючих джерел реактивної потужності, здатних компенсувати зміни реактивної потужності.

Для зниження впливу різкозмінного навантаження на чутливі електроприймачі застосовують спосіб поділу, при якому різкозмінну і чутливу до коливань напруги навантаження приєднують до різних трансформаторів.

УДК 621.311.019

Сокульська Г. – ст. гр.ЕЕМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ РОБОТИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРИ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОСТІ І НЕСИМЕТРИЧНІЙ НАПРУЗІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Буняк О.А.

Зниження терміну служби асинхронних двигунів (АД) і, відповідно, надійності роботи при несинусоїдальності і несиметрії напруг пов'язують, насамперед, з тепловим старінням ізоляції через збільшення температури обмотки статора. Так як опір зворотної послідовності АД в 5 - 7 разів менший опору прямої послідовності, то при наявності навіть невеликої несиметрії напруги виникає значна несиметрія струмів, яка викликає додатковий нагрів і прискорення старіння ізоляції обмотки статора. При несинусоїдальності напруги виникає перегрів за рахунок додаткових втрат активної потужності в обмотках статора, ротора і в сталі АД.

У сучасній практиці проектування і дослідження АД найефективнішим методом теплового розрахунку при сталих теплових режимах є метод еквівалентних теплових схем (ЕТС), який полягає у використанні єдиної форми рівнянь теплообміну (закон Фур'є) і електричного струму (закон Ома) та зводиться до розрахунку лінійного ланцюга звичайними алгебраїчними методами. Недоліком цього методу є труднощі визначення теплових провідностей і розрахунку системи рівнянь при значному числі параметрів в еквівалентній схемі. Ряд авторів пропонує узагальнену теплову модель, яка враховує тільки три основні джерела теплоти: електричні втрати в обмотці статора, електричні втрати в обмотці ротора і втрати в сталі. За тепловою схемою заміщення розраховують середнє перевищення температури обмотки статора АД, оскільки саме ця температура визначає тепловий стан двигуна з точки зору надійності, очікуваного терміну служби та перевантажувальної здатності:

$$\theta_1 = R_{11}\Delta P_1 + R_{12}\Delta P_2 + R_{13}\Delta P_3, \quad (1)$$

де  $\theta_1$  - середнє перевищення температури обмотки статора АД;  $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$ ,  $\Delta P_3$  - відповідно електричні втрати в обмотці статора, електричні втрати в обмотці ротора і втрати в сталі;  $R_{11}$ ,  $R_{12}$ ,  $R_{13}$  - невідомі узагальнені теплові опору еквівалентні теплової схеми заміщення.

Пропонується теплові опору можуть розраховувати за допомогою гідростатичного виразу:

$$R_{11} \cong \frac{K}{D_{a1}l_1}; \quad R_{12} \cong R_{13} \cong 0,6R_{11}, \quad (2)$$

де  $D_{a1}$  - зовнішній діаметр сердечника статора, м;  $l_1$  - довжина сердечника статора, м;

$K$  - коефіцієнт, що дорівнює 27 для АД потужністю 0,5 ÷ 10 кВт.

Для підтвердження коректності запропонованого підходу, був виконаний тепловий розрахунок двигунів серії 4А потужностями 1,1; 2,2; 3 кВт за відомою методикою, яка використовується для проектування асинхронних машин.

Отримані результати теплових розрахунків підтвердили коректність узагальненої теплової моделі АД, що дозволяє використовувати її в проектній практиці.

УДК 621.316

Стрембіцький В.– ст. гр.РП-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Науковий керівник. ст. викл. Липовецький В.Р.

Рівень штучної освітленості середовища залежить від декількох факторів, а саме: часу експлуатації джерела світла, забрудненості освітлювальних приладів, величини напруги живлення. У зв'язку з цим проектування освітлювальних систем здійснюється як мінімум з 20%-м запасом по рівню освітленості відносно нормованого значення. В початковий момент експлуатації освітлювальних мереж навіть при номінальній напрузі перевитрати електроенергії перевищуватимуть 20%, якщо ж напруга буде більша ніж номінальна перевитрати електроенергії значно зростуть.

На основі результатів отриманих в [1], виведені залежності споживаної потужності від напруги живлення для трьох типів джерел світла:

$$\text{ДНаТ-400} \quad P = 0,011 \cdot U^2 - 0,313 \cdot U + 0,633; \quad (1)$$

$$\text{ДРЛ-400} \quad P = 0,01 \cdot U^2 - 0,198 \cdot U + 1,113; \quad (2)$$

$$\text{ДРИ-400} \quad P = 0,012 \cdot U^2 - 0,644 \cdot U + 0,291. \quad (3)$$

Встановивши добову залежність зміни напруги живлення шляхом вимірювань та використавши залежності (1), (2) і (3) визначаємо добову зміну споживаної потужності для відповідних джерел світла.

Знаючи потужність джерела світла необхідну для забезпечення нормованого значення рівня освітленості визначаємо перевитрати потужності за формулою:

$$\Delta P = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_1 + T} (P(t) - P_f) dt \quad (4)$$

де,  $P(t)$  - добова залежність споживаної потужності джерела світла певного типу;  $P_f$  - потужність джерела світла, що забезпечує нормоване значення освітленості;  $\Delta P$  - перевитрати потужності за добу у відсотках.

При проведенні моніторингу напруги освітлювальної мережі в районі вул. Тарнавського м. Тернополя перевитрати споживаної потужності джерел світла за березень склали:

для ламп типу ДНаТ-400,  $\Delta P = 8,701\%$

для ламп типу ДРЛ-400,  $\Delta P = 8,221\%$

для ламп типу ДРИ-400,  $\Delta P = 9,929\%$ .

Отже, для підвищення ефективності існуючих освітлювальних мереж необхідно використовувати пристрої нормалізації рівня освітленості, на основі регулювання напруги живлення джерел світла.

[1].В. Липовецький, М. Липовецький, Р. Пилипчук. Вплив напруги живлення на параметри розрядних ламп високого тиску // СвітлоLux №5, 2009, с.с. 63-67.

УДК 514.18

Тиводар І. – ст. гр. ЕМ<sub>зм</sub>-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛО- ТА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Зінь М.М.

Світова громадськість та політичні лідери більшості країн світу дійшли до переконання про необхідність поступового заміщення викопного органічного та ядерного палива природними відновлюваними джерелами енергії. Якщо в кінці ХХ сторіччя мова йшла про 25 % відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в світовому енергетичному балансі, то нині вже називається 50 % до 2040 року. Відзначається, що відновлювана енергетика може забезпечувати електроенергією, виробляти транспортне паливо, забезпечувати опалення, гаряче водопостачання та системи охолодження. Велика увага приділяється використанню відновлювальних джерел енергії у Європейському Союзі.

Причинами підвищеної уваги до ВДЕ є не тільки зменшення запасів палива, але і забруднення довкілля та глобальні зміни клімату в планетарному масштабі від поступового підвищення температури атмосфери, викликаного викидами парникових газів, в першу чергу вуглекислого газу, що є продуктом згорання органічних палив. Україна ратифікувала Кіотський Протокол, що стосується потепління на Землі, а сам Протокол, після підписання його в 2004 році Росією, вступив в силу. Передбачена Протоколом процедура компенсації за зменшення викидів вуглекислого газу може бути фінансовим джерелом впровадження ВДЕ в Україні.

Україна відноситься до держав, які імпортують паливо. Це викликає зменшення національного доходу, ослаблення безпеки країни та залежність від безперервного зростання цін на імпортоване паливо. Використання ВДЕ є важливим фактором енергозбереження та охорони довкілля, що зменшує згадані негативні наслідки. В Україні є величезні резерви енергозбереження, що підтверджується більшими в 2 - 3 рази енерговитратами на одиницю валового продукту, ніж в розвинених країнах. ВДЕ також можуть внести свою частку в економію викопного палива.

З врахуванням кліматичних умов України, найбільш перспективним для теплопостачання є комбіноване використання декількох ВДЕ (сонячної, теплової енергії природних та скидних вод, теплової енергії ґрунту і атмосфери). В залежності від кількості видів ВДЕ такі системи теплопостачання називаються моно-, бі-, або поліструктурними. Використання пасивних систем сонячного опалення (ПС) та розміщення рідинних колекторів на стінах будинків зменшує теплові втрати будинків та дозволяє виробляти теплоту для опалення та гарячого водопостачання. При опаленні, вентиляції та кондиціюванні повітря забезпечується економія енергії в 1,5 - 3 рази (коефіцієнт заміщення традиційної енергії до 30-70%). Системи опалення з використанням ВДЕ зменшують встановлену потужність традиційних джерел в 1,2 - 2 рази, що економить капіталовкладення, і дає можливість використовувати ТН в невеликих котеджних будинках без підводу додаткової силової електромережі.

Теплота кристалізації води та теплота ґрунту дозволяє підвищити ефективність вентиляції, теплових насосів, опалення і підігрівання повітря перед пальниками традиційних установок.

УДК 623.407

Томин Ю. – ст. гр. ЕЕ<sub>м</sub>-51

Тернопільській національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРООБРОБКИ СТІЧНИХ ВОД ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ПТАХОФАБРИКИ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Оробчук Б.Я.

У тезах представлено результати експериментальних досліджень режимів роботи електротехнологічної установки водоочистки за умов використання модельного розчину стічних вод птахівничого комплексу без дисперсних домішок (завислих частинок) та модельного розчину з ними.

Дослідження проводили у лабораторному проточному бездіафрагменному електролізері прямокутної форми. Загальна довжина шляху, який протікала вода у двох камерах, становила 460 мм.

Результатами досліджень електрообробки модельного розчину стічних вод птахівничого комплексу (рис. 1) встановлено, що величина напруги на електролізері при початковому показнику рН 6,7 зростає від 1,3 В до 10 В при збільшенні густини струму від 0,09 А/дм<sup>2</sup> до 0,8 А/дм<sup>2</sup>.

При густинах струму, менших за 0,5 А/дм<sup>2</sup>, величина напруги (U) є стабільною в часі, а при перевищенні цього значення густини струму напруга зростає в часі, що пояснюється утворенням на анодах і катодах пасивуючих плівок, які ускладнюють процес і підвищують загальний опір системи.

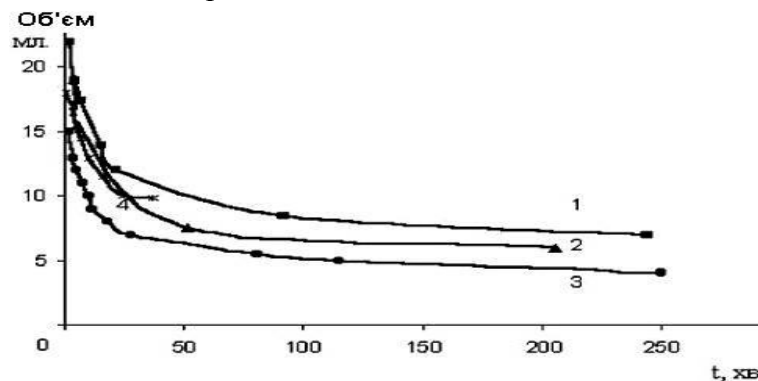


Рис. 1 - Динаміка осідання твердої фази після обробки модельного розчину стічних вод птахівничого комплексу при різних режимах (початкове рН 6,8, сила струму 0,65 А): 1 – швидкість потоку – 5 м/год, 2 – швидкість потоку – 6 м/год, 3 – швидкість потоку – 7 м/год, 4 – швидкість потоку – 5 м/год (добавлено 2 г глини).

Для імітації дисперсної домішки (завислих частинок) у модельний розчин додатково вводили суспензії (роздрібнена глина). При інтенсивніших умовах обробки розчину чітка межа між освітленим розчином і осадом з'являється вже через 2-3 хвилини.

У той же час вода, що не пройшла електрообробки та має добавки суспензій, залишалась каламутною і через кілька діб після відбору.

Таким чином, обґрунтовано перспективність застосування електротехнологічної коагуляції для очистки стічних вод птахівничого комплексу від завислих частинок.

УДК 621.326

Фабіровський С. – ст. гр. РТ-42

Національний університет «Львівська політехніка»

## ПРОСТИЙ СПОСІБ ОНОВЛЕННЯ УЧБОВИХ ЛАБОРАТОРІЙ

Науковий керівник: доцент Радіончик К.М.

В даній роботі розглядається питання оновлення контрольно-вимірювальної апаратури в учбовій лабораторії кафедри з метою вдосконалення учбового процесу.

Найпростіший спосіб – придбати нову сучасну апаратуру, котрий через брак фінансування є недоступний, а ремонт існуючих приладів матеріально неоправданий.

Мені було поставлене завдання розробити та виготовити діючий прилад – частотомір. В розробленому та виготовленому цифровому частотомірі забезпечуються наступні технічні характеристики: верхня межа вимірювання частоти по першому входу до 68 МГц з точністю  $\pm 1$  Гц, а при використанні додаткового подільника частоти по другому входу до 1 ГГц. Чутливість по першому і другому входу становить  $\geq 20$  мВ.

Прилад також дозволяє вимірювати індуктивність та ємність для чого в схему введений додатковий генератор, а мікроконтролер згідно програми обчислює значення індуктивності та ємності радіоелемента, з достатньою точністю.



Рисунок 1. Структурна схема приладу

У режимі частотоміра прилад працює по широко відомому методу вимірювання РС- мікроконтролером числа коливань в одиницю часу з долічувань попереднього дільника, що і забезпечує такі високі показники. При вимірі індуктивностей і ємностей прилад працює за резонансним принципом. Вимірюваний елемент включається в коливальний контур з відомими параметрами, що входить до складу вимірювального генератора. По зміні генерованої частоти за формулою розраховується шукане значення.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

Для визначення власних параметрів контуру до нього підключається відома додаткова ємність, за тією ж формулою вираховуються індуктивність контуру і його ємність, включаючи конструктивну. В якості пристрою індикації використовується символічний РК дисплей SC1602.

Важливою також є економічна сторона розробленого цифрового програмованого вимірювача, собівартість котрого становить 250 грн.

Цей пристрій є функціонально-завершеною одиницею і може розглядатися як пропозиція до впровадження в навчальний процес для модернізації лабораторної бази в навчальних лабораторіях України.



УДК 621.326

Федишин Т. – ст. гр. ЕМ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

Науковий керівник: к.т.н., асистент Коваль В.П.

Як відомо, ціна газу за останні два роки піднялася в 3,5 рази. Всі розуміють, що подальше подорожчання газу в Україні значне і неминуче, а багато населених пунктів не мають газу і привозять його балонами, що недешево. Замість того, щоб будувати дорогі газопроводи за ці або навіть менші кошти, можна побудувати біогазові установки. Всього в світі в даний час використовується або розробляється близько 60 різновидів біогазових технологій. Лідером по кількості великих біогазових установок в світі є США - 1990, а в Європі - Німеччина - 520 установок.

Україна має широкую сировинну базу для використання біогазових установок. Для прикладу проаналізуємо виробництво біогазу з джерел тваринного походження. Україна, маючи потужну сільськогосподарську базу, має потужний потенціал щодо виробництва біогазу. У 2008 році налічувалося близько 5,1 млн. голів великої рогатої худоби, 6,5 млн. голів свиней та 177,6 млн. голів птиці в Україні. До 20 березня 2009 на українських сільськогосподарських підприємствах в цілому було близько 3,1 млн. тонн гною великої рогатої худоби, 0,874 млн. т гною свиней і 0,558 млн. т пташиного посліду. Ґрунтуючись на кількості голів та віковій структурі тварин у 2008 році, український щорічний потенціал виробництва біогазу з гною великої рогатої худоби, свиней та курячого посліду складає 926 млн. м<sup>3</sup>. Коли 1 м<sup>3</sup> біогазу відповідає 1,5-3 кВт⋅год електроенергії, 926 млн. м<sup>3</sup> можна перевести приблизно у 1,39-2,78 млрд. кВт⋅год електроенергії, що становить близько 1 % поточного виробництва електроенергії в Україні.

Разом із такими можливостями на території України також виробляють сучасні біогазові установки, що додатково стимулює до їх використання. Вартість біогазової установки залежить від обсягів переробки. З енергії біогазу утворюється 30 – 35 % електричного струму і 65 – 70 % теплової енергії з загальним ККД 85 – 90 %. Теплота згоряння біогазу – біля 20 – 22 МДж/м<sup>3</sup>. Собівартість газу з біогазової установки складає, за даними однієї з компаній, що продає такі установки, 15-20 EUR/1000 м<sup>3</sup>, а собівартість видобутку природного газу державною компанією досягає 25-30 EUR/1000 м<sup>3</sup>. Світовий досвід показує, що середній термін окупності біогазової установки становить 2-7 роки в залежності від об'єму «виробництва» сировини та типу обраної установки. А при повному використанні можливостей установки окупність може бути 1 – 1,5 роки.

Підсумовуючи вищезазначене, можна сказати, що Україна має всі об'єктивні можливості для розвитку ринку біогазу. Сприятливе поєднання кліматичних умов та величезний потенціал в аграрному секторі роблять її надзвичайно привабливою в очах потенційних інвесторів. Але для створення ринку біогазу та залучення в Україну серйозних інвесторів необхідний державний вплив, який може проявлятися у стимулюванні виробників біопалива та біогазу із застосуванням податкових пільг, певних цінових преференцій або за допомогою санкцій до підприємств, які отримують біологічні відходи, але не здійснюють їх переробки, а також сформована законодавчо - нормативна база.

УДК 621.32.032.4

Хомик Т. – ст. гр. ЕСм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП, ЩО ЗНАХОДЯТЬСЯ НА РИНКУ УКРАЇНИ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Андрійчук В.А.

В останні роки все більш актуальним стає використання енергозберігаючих джерел світла. Тому в своїй роботі ми провели порівняльні досліді з компактними люмінесцентними лампами виробників, що знаходяться на ринку України, а саме: Osram, Іскра, Наша сила, АсКо-УкрЕМ, Lumax, Maxus.

У першу чергу якість горіння лампи визначається світловим потоком. Ця величина показує кількість світла у видимому спектрі, що випромінюється даним джерелом. Також однією із головних енергетичних характеристик лампи є світлова віддача джерела світла - відношення випромінюваного джерелом світлового потоку до споживаної ним потужності.

Було проведено досліді по вимірюванню характеристик компактних люмінесцентних ламп вище приведених фірм виробників. Проводилися вимірювання п'яти зразків кожного виробника. В таблиці №1 приведені усередненні значення параметрів досліджуваних джерел світла.

Таблиця №1

| № п/п | Тип лампи               | Струм I(A) | Активна потужність W(Вт) | Світловий потік Ф(лм) | Повна потужність (В · А) | Світлова віддача (лм/Вт) |
|-------|-------------------------|------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1     | Maxus 1-ESL-229-1       | 0,1368     | 16,4                     | 1153,8                | 30,096                   | 70,27                    |
| 2     | Іскра КЛС20/ПК-3        | 0,1312     | 17,8                     | 1173                  | 28,864                   | 65,92                    |
| 3     | Lumax КЛБ 20/840-E27-1S | 0,1304     | 16,6                     | 1058                  | 28,688                   | 65,46                    |
| 4     | Наша сила E27-TS-231    | 0,1576     | 20,6                     | 1423                  | 34,672                   | 69,12                    |
| 5     | Osram Duluxstar 18W/840 | 0,129      | 16,2                     | 1179,6                | 28,38                    | 72,84                    |
| 6     | АсКо УкрЕМ T2.AS06      | 0,1156     | 14,4                     | 982,8                 | 25,432                   | 68,25                    |
| 7     | АсКо УкрЕМ HP.SS01      | 0,443      | 46,6                     | 3200,4                | 97,46                    | 68,68                    |

Проаналізувавши отриманні данні зроблено наступні висновки:

- втрати на реактивну потужність становлять в середньому 40% від повної потужності;
- практичний світловий потік не відповідає заявленому виробниками значенню;
- негативною рисою всіх ламп, які були використанні в наших досліді є відсутність корекції коефіцієнта потужності, що в свою чергу призводить до погіршення якості електроенергії.

УДК 621.326

Цимбаліста І. – ст.гр.ЕЕМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІСКРІННЯ В ІНДУКТИВНО-ЄМНІСНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Решетник В. Я.

Актуальність роботи пов'язана з тим, що широке впровадження апаратури з іскробезпечними електричними ланцюгами стримується складністю процесу їх випробувань на іскробезпеку у вибухових камерах, а також трудомісткість, низька достовірність і погана відтворюваність результатів. До теперішнього часу не створені достовірні, універсальні безкамерні методи оцінки іскробезпеки електричних ланцюгів.

Достовірна аналітична оцінка іскробезпеки електричних ланцюгів може бути вироблена при створенні моделі, що одночасно враховує перехідні процеси в ланцюзі за різних умов комутації, розвиток електричного розряду за цих умов, а також вплив іскроутворюючого механізму на займання. До цього часу така модель не розроблена.

У основу математичної моделі дугового розмикання був покладений енергетичний баланс дуги і допущення про те, що потужність, що відводиться від одиниці дуги, дорівнює константі, що справедливо для слабкострумових ланцюгів.

В результаті було отримано диференціальне рівняння. Для його вирішення в пакеті Simulink програмного комплексу Matlab 6.5 розроблений комп'ютерний блок розмикання електричного ланцюга.

Даний блок інтегрований у виконану в Simulink модель, яка дозволяє промоделювати процес розмикання ланцюга, що містить нелінійний трансформатор і RL навантаження, і визначити параметри дугового розряду. Далі користуючись отриманими параметрами розряду можемо розрахувати тепловий процес запалення метано-повітряної суміші. У роботі були промодельовані розряди для різних значень параметрів  $R$  і  $L$  навантаження і отримані залежності, що дозволяють судити про іскробезпеку цих ланцюгів.

Розрахунок теплового процесу запалення метано-повітряної суміші проводився з використанням програмного пакету Mathcad, що дозволило наочно продемонструвати протікання процесу.

За аналогічною схемою були досліджені шунтові (паралельно до обвитки якоря) і серієсні (з'єднані між собою паралельно, а з обвиткою якоря послідовно) котушки і дослідження їх на іскробезпечні параметри.

Розроблена модель має переваги перед відомими оскільки на основі моделей дугового розряду по рівнянню Майра з урахуванням теплофізичних властивостей стовпа плазми, а також математичних і комп'ютерних моделей іскрогасильних шунтів показана можливість їхнього використання для розрахункової оцінки іскробезпеки на прикладі ряду складних індуктивних кіл.

УДК 621.971.7

Шевченко М. – ст. гр. ЕСм-51

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя

## **АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТЛОВОГО ПОЛЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНОГО ПРОСТОРУ ТРЕНУВАЛЬНИХ ФУТБОЛЬНИХ СТАДІОНІВ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Андрійчук В.А.,  
ст. викл. Чубатий Ю.О.

Витрати за електроенергію, що споживається при освітленні футбольних стадіонів доволі значні, тому правильне проектування освітлювальної системи дозволяє заощаджувати її споживання.

Аналіз проектів освітлення в більшості країн світу (Великобританія, Франція, Німеччина, Росія, США, Україна та ін.) проводять по таких нормативних характеристиках як освітленість та її рівномірність в певних площинах освітлювального простору ( $E_r$  – освітленість горизонтальної площини на висоті 1 м над рівнем трав'яного газону,  $E_v$  – вертикальної,  $E_\phi$  – площини, перпендикулярної до осі об'єктиву телекамери, яка визначає яскравість об'єкту передачі при заданому коефіцієнті відбивання та, відповідно, освітленість фотокатодів телевізійних трубок).

У роботі розглянуто можливість використання інтегральних характеристик світлового поля для вирішення проблеми нормування рівнів освітленості саме  $E_\phi$ , при уточненні  $\phi = 15^\circ$ , як найбільш ймовірне при розташуванні телевізійних камер на трибунах. Такими параметрами є середня півсферична освітленість  $E_{2\pi}$ , середня циліндрична освітленість  $E_c$  та освітленість площини як інтегральна характеристика світлового поля, а саме  $E_\phi$ .

Для стадіону в м. Тернополі пропонується використовувати всі три з вище перерахованих інтегральних характеристик світлового поля ( $E_{2\pi}$ ,  $E_c$ ,  $E_\phi$ ), а для футбольних полів у райцентрах, де висота трибун незначна – лише дві, а саме:  $E_{2\pi}$ ,  $E_c$ .

Уточнення точок прицілу оптичних осей прожекторів при оптимізації розрахунку освітленості різних площин простору над футбольним полем з використанням згаданих середніх інтегральних характеристик дозволило скоротити час роботи програми, написаної в пакеті прикладних програм „MathCAD” 7 – 10 хв. Для стадіонів у містах Тернополі, Бережнях, Чорткові, Кременці, Заліщиках.

Досягнуто наступні значення: мінімальної, середньої та максимальної освітленості, коефіцієнтів нерівномірності, відносної похибки у значенні освітленості:

$$E_{\min} = 1052 \text{ лк}, \quad E_{\text{midl}} = 1398 \text{ лк}, \quad E_{\max} = 1661 \text{ лк},$$

$$k_1 = E_{\min}/E_{\text{midl}} = 0.753, \quad k_2 = E_{\text{midl}}/E_{\max} = 0.841, \quad k_3 = E_{\min}/E_{\max} = 0.637, \quad \varepsilon = 7.8 \%$$

Всі коефіцієнти нерівномірності перевищують нормативи європейських стандартів УЕФА та ФІФА:  $k_{1\text{норм}} \geq 0.7$ ;  $k_{2\text{норм}} \geq 0.7$ ;  $k_{3\text{норм}} \geq 0.6$ , при тому, що середнє значення освітленості  $E_{\text{midl}} > k_{\text{запасу}} * E_{\text{норм}} = 1300 \text{ лк}$ , а загальна кількість прожекторів, розташованих на чотирьох щоглах  $N = 36$ .

УДК 621.3.11.1

Шупеня А. – ст. гр. ЕЕм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З НЕЛІНІЙНИМИ НАВАНТАЖЕННЯМИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Буняк О.А.

Широке впровадження потужних вентильних перетворювачів, електротехнологічних установок та інших нелінійних навантажень на сучасних промислових підприємствах обумовило появу значних спотворювань кривих струмів і напруг у їхніх системах електропостачання, що вимагає вирішення проблеми розрахунку і компенсації реактивної потужності з урахуванням особливостей несинусоїдальних режимів.

Методи розрахунку компенсації реактивної потужності (КРП) можна умовно розбити на групи: інтегральні і частотні. На відміну від активної потужності, що характеризує споживання електромагнітної енергії навантаженням, тобто перетворення її в інші види енергії, реактивна потужність однозначно визначається лише в лінійних колах синусоїдального струму:

$$Q = UI \sin \varphi, \quad (1)$$

Інтегральні методи визначення реактивної потужності дозволяють знайти її значення без розкладання кривих струмів і напруг у ряд Фур'є, що в деяких випадках значно спрощує розв'язувану задачу. Маєвським О.А. запропоновано реактивну потужність визначати у виді інтеграла Рімана:

$$Q = \frac{1}{2\pi} \int_0^T u \frac{di}{dt} dt = \frac{1}{2\pi} \oint u di \quad \text{або} \quad Q = -\frac{1}{2\pi} \int_0^T i \frac{du}{dt} dt = -\frac{1}{2\pi} \oint i du. \quad (2)$$

Відповідно до теорії S.Fryze реактивна потужність визначається наступним співвідношенням:

$$Q_F = \sqrt{S^2 - P^2}, \quad (3)$$

При розрахунках нелінійних електричних кіл широко використовується спектральний аналіз – методи визначення реактивної потужності за допомогою розкладання кривих струму і напруги в ряд Фур'є (вищі гармоніки):

$$Q = \sum_{v=1}^{\infty} v Q_v; \quad (4)$$

Аналіз часових і частотних методів розрахунку реактивної потужності дозволяє зробити такі висновки. При інтегральному визначенні реактивної потужності (обмінна потужність) її значення істотно залежить від зсуву фаз гармонік напруги і струму. Баланс реактивних потужностей у загальному випадку не виконується. Активні втрати, визначені за значенням обмінної потужності, можуть істотно відрізнятися від значень знайдених з урахуванням усіх гармонік за законом Джоуля-Ленца. Інтегральні і частотні методи оцінки реактивної потужності багато в чому носять формальний характер і не відповідають вимогам, які до них пред'являються.

УДК 621.314

Яніцький М. – ст. гр. ЕЕм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МОДЕЛЬ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ТРАНСФОРМАТОРА НАПРУГИ

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П. С.

Дослідження похибок трансформатора напруги (ТН) показали, що у їх складі домінуюче значення мають систематичні складові, які, в принципі, можна скомпенсувати відповідними поправками і тим самим підвищити точність систем вимірювання потужності і обліку електроенергії [1]. Результати цих досліджень в даній доповіді застосовуються для визначення умов роботи ТН з мінімальною похибкою.

Вираз  $\delta\hat{U} = aS_2 + c\hat{U}_1 + g$  є моделлю похибки вимірювального ТН,  $\hat{U}_1$  - виміряне значення цієї напруги на виході низьковольтної обмотки;  $S_2$  - потужність навантаження у низьковольтній обмотці трансформатора [1].

Значення коефіцієнтів записуються такими виразами:

$$a = \frac{4}{3S_{2н}}(\delta\hat{U}_2 - \delta\hat{U}_1), \quad c = \frac{2.5}{U_{1н}}(\delta\hat{U}_3 - \delta\hat{U}_1), \quad g = 3.33\delta\hat{U}_1 - 0.33\delta\hat{U}_2 - 2\delta\hat{U}_3.$$

Графічне визначення похибки по напрузі з використанням даних формул можна подати в координатах поданих на рисунку 1 а, б.

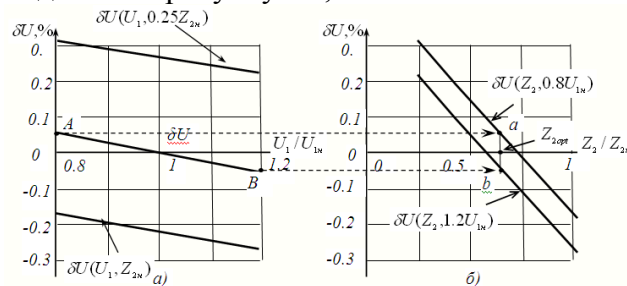


Рисунок 1. Вибір режиму роботи ТН з мінімальною похибкою по напрузі.

На рисунку 1а показано залежності похибки  $\delta U$  від відношення напруги високовольтної обмотки до номінального значення цієї напруги  $U_1/U_{1н}$  при двох різних значеннях опору навантаження вторинної обмотки  $Z_2 = 0.25Z_{2н}$  та  $Z_2 = Z_{2н}$  ( $Z_{2н}$  - номінальне значення опору вторинної обмотки), що отримані з паспортних даних трансформатора.

На рисунку 1б показано аналогічні залежності похибки  $\delta U$  від зміни опору навантаження трансформатора – від відношення опору навантаження вторинної обмотки до номінального значення цього опору  $Z_2/Z_{2н}$  при двох різних значеннях напруги у високовольтній обмотці  $U_1 = 0.8U_{1н}$  та  $U_1 = 1.2U_{1н}$ . З рисунків видно, що мінімальне значення похибки  $\delta U$  при номінальній напрузі високовольтної обмотки буде при значенні опору навантаження  $Z_{2opt} = 0.7Z_{2н}$ . Тому, вибравши саме такий режим роботи ТН, ми мінімізуємо похибку трансформатора по напрузі. Аналогічно можна знайти  $Z_{2opt}$  при інших напругах експлуатації ТН.

Література:

1. П.С. Євтух, Н.Куземко. Модель характеристики похибки високовольтних вимірювальних трансформаторів напруги. //Вісник ТДТУ.- 2004.- Т.9. – №1-С.107-111.

УДК 628.9(075.8)

Янішевська С. – ст. гр. ЕМ<sub>М</sub>-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА З ТОЧКИ ЗОРУ ВАРТОСТІ ОДИНИЦІ СВІТЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ**

Науковий керівник: к. т. н., доц. Тарасенко М. Г.

Аналіз літератури першоджерел показав, що кількість електроенергії, що витрачається на освітлення в середньому складає близько 20% від всієї спожитої електроенергії. При цьому найбільша її кількість припадає на сферу побутових та суспільних приміщень. Правильний вибір найефективнішого джерела світла дає можливість реалізації енергоощадних освітлювальних установок.

Саме тому метою даної роботи і стала розробка методики визначення енергоефективності джерела світла з точки зору вартості одиниці світлової енергії. Цей показник є інтегральним. Він враховує як вартості джерел світла, пускорегулювальної апаратури, спожитої електроенергії комплектом «джерело світла – пускорегулювальний апарат» за весь період експлуатації, так і вплив основних збурюючих факторів (рівня напруги мережі, схеми ввімкнення, частоти і тривалості циклів ввімкнень, коефіцієнта амплітуди струму, кількості холодних запалювань та частот напруги живлення, коливань напруги, спадів світлового потоку з часом роботи, наявності ПРА і її вартості) на експлуатаційні та світлотехнічні параметри джерел світла.

$$Q = P_{\text{АН}} \cdot H_{\text{АН}} \cdot \tau_{\text{АН}}$$

де  $Q$  – світлова енергія, клм·год;  $P_{\text{АН}}$  – потужність джерела світла, Вт;  $\dot{I}_{\text{АН}}$  – світлова віддача, лм/Вт;  $\tau_{\text{АН}}$  – середня тривалість світіння, год.

Витрати за спожиту електроенергію:

$$C_{\text{ЕЕ}} = P_{\text{АН}} \cdot \tau_{\text{АН}} \cdot q$$

де  $q$  – тариф на електроенергію, грн./(кВт·год).

Загальні витрати будуть складати:

$$C_{\Sigma} = C_{\text{ЕЕ}} + C_{\text{АН}}$$

де  $C_{\text{АН}}$  – вартість джерел світла, грн.

Тоді, вартість світлової енергії визначатиметься наступним чином:

$$\tilde{N} = \frac{\tilde{N}_{\Sigma}}{Q}$$

де  $C$  – вартість світлової енергії, грн./(клм·год).

Попередні розрахунки, без врахування дії основних збурюючих факторів, показали, що вартість одиниці світлової енергії у ламп розжарення є меншою (20,04 грн./(Млм·год.)), ніж у широко розрекламованих світлодіодних ламп прямої заміни (35,7 грн./(Млм·год.)).

З вищевикладеного випливає доцільність розробки всеохоплюючої методики оцінки вартості одиниці світлової енергії існуючих джерел світла (теплових, розрядних і напівпровідникових) і необхідність законодавчо заборонити виробників джерел світла здійснювати маркування значень вартості одиниці світлової енергії на упаковці (абсолютних або відносних значень), що виключить можливість просування на ринок низькоенергоефективних джерел світла.

Секція:

**Радіоелектронні біотехнічні системи**

УДК 539.12.04; 615.464-033.5

Мочарський В. – ст. гр. ПМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ОБРОБЦІ  
МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗУБНИХ ПРОТЕЗІВ НАНОСЕКУНДНИМ  
ЛАЗЕРНИМ ІМПУЛЬСОМ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Ковалюк Б.П., к.т.н., доц. Шадріна Г.М.

Потреба населення у виготовленні конструкцій зубних протезів серед осіб віком від 45 років і старше перевищує 50%. З огляду на збільшення в структурі населення питомої ваги осіб похилого віку, стає очевидним зростання потреби населення у протезуванні.

У конструкції протезу основним елементом є штучні зуби, які будуть найбільш раціональними в тому випадку, коли вони виявлять подібність до природних за зовнішнім виглядом і функцією, а негативний вплив, що спричиняється на тканини протезного ложа, буде мінімальним.

Естетика та показники функціональної ефективності штучних зубів залежать насамперед від матеріалів, які застосовуються для їх виготовлення. На сьогодні налагоджений промисловий випуск штучних зубів з порцеляни, пластмаси, сплавів.

Більшість матеріалів для зубних протезів мають ряд недоліків, основними з яких є низька твердість та недостатня стійкість до стирання. Це впливає на показники функціональної та естетичної цінності протезів, а також на можливість збереження їх первинної форми.

Через вказані недоліки ефективне користування протезами рідко перевищує 5-10-річний термін внаслідок атрофії протезного ложа та зношування протезу. Тому проблема раціонального протезування і підвищення функціональної цінності протезів залишається однією з актуальних в ортопедичній стоматології.

Аналіз питання щодо міцності, твердості та стійкості до зношування штучних зубів показав, що одним з найбільш перспективних та ефективних методів їх підвищення є лазерна обробка. Це призвело до того, що в останні роки виник новий напрямок, пов'язаний із застосуванням лазерної технології для обробки поверхні біосумісних матеріалів з метою оптимізації їх топографічних і фізико-хімічних властивостей. Моделювання фізичних процесів при опроміненні матеріалів зубних протезів наносекундним лазерним імпульсом є важливою задачею для керування модифікованими властивостями цих матеріалів. Представляє інтерес моделювання механічних напруженостей, температурних полів при різних густинах потоків енергій лазерного випромінювання для матеріалів зубних протезів.

Опрацювання акустичних сигналів, отриманих під час обробки лазером матеріалів зубних протезів, дозволяє встановити залежність між амплітудою сигналу та максимальним тиском, що створюється на поверхні продуктами лазерної абляції.

Співставлення результатів моделювання з експериментальними результатами по дослідженні механічних характеристик матеріалів після лазерного опромінення дозволяє вибрати оптимальні режими обробки для технічних комплексів ціленаправленої зміни і неруйнівного контролю властивостей модифікованих матеріалів.



УДК 615.844.6

Береговий Р. – ст. гр. ПМ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СПОСІБ БЕЗІНЄКТИВНОЇ АНЕСТЕЗІЇ В СТОМАТОЛОГІЇ**

Науковий керівник: Промович Ю. Б.

В медичній практиці, зокрема у таких галузях, як фізіотерапія, радіотерапія застосовується метод електрофорезу. Електрофорез - складний електрофармакологічний метод, що поєднує дію на організм постійного струму і введення з його допомогою лікарських речовин. Відомі апарати: «АГП-33», «АГН-32», «Эль Эскулап МедТеКо», «Поток-1», «ГР-2». Використовуються для введення лікарської речовини в тіло, поверхня якого вкрита епідермісом. Дисоційовані іони лікарської речовини при електрофорезі вводяться відповідно їх полярності: катіони - з анода, аніони - з катода. Застосування електрофорезу також проводиться для введення таких лікарських речовин, як нітрогліцерин і метилтестостерон через слизові оболонки, що сприяє потраплянню їх в кров, минаючи печінку. Пропонуємо застосувати метод електрофорезу для введення анестезуючих речовин (зокрема лідокаїну) в стоматології.

На даний час в стоматології використовують такі способи анестезії: інгаляційний, неінгаляційний, місцева анестезія, комбіноване знеболювання, нефармакологічні знеболювання. Найбільш доступним та дешевим є інєктивний спосіб введення препарату. Але він теж має свої недоліки, зокрема викликає біль, незручний шлях проникнення, введена неналежним чином ін'єкція дуже небезпечна. Решту методів – надто вартісні.

Лідокаїн добре вводиться в тіло при електрофорезі. Це - лікарський засіб, який має місцевоанестезуючу дію. Для забезпечення достатнього анестезуючого ефекту потрібно введення 400 мг (0,4 г) препарату. При цьому оціночний час проведення процедури становитиме 15-20 хвилин (при струмі 0.5мА, концентрації препарату 0.2%).[1]

Технічні задачі, які потрібно розв'язати при побудові приладу для введення анестезуючих речовин методом електрофорезу в стоматології є такими: -Вибір оптимальних параметрів постійного струму; -Оптимізація конструкції електродів; - Контроль кількості введеного препарату; -Передбачити можливість виведення препарату тим же методом, шляхом заміни полярності електродів, та зміни їх полярності.

Пропонуємо використати гумову трубку (діаметром 10 мм) і довжиною 4-6 см розрізаною вздовж на дві частини, всередині якої роблять отвір (діам. 2 мм), на дно вкладають свинцеву пластину (довжиною 2-3см, шириною 0,5-1 см), з припаяним до неї посередині струмопровідним проводом і обтягнутою марлею, яка складена в 3-4 шари і змочена водою або розчином лікарської речовини(лідокаїном) і протягують провід через отвір в гумовій трубці назовні. Електроди повинні бути змінні.[2]

Введення лідокаїну за допомогою метода електрофорезу безболізне, не супроводжується ушкодженням шкіри та слизової, не викликає неприємних відчуттів. Електрофорез не впливає на нормальну життєдіяльність тканини в області введення.

*Список використаної літератури*

1. Улащик В.С., Пономаренко Г.Н., Спб.: Нева-Трейд, 2010р.
2. Кореневський Н. А. Проектування електронної медичної апаратури для діагностики і лікувальних впливів Курськ-С. Петербург 1999.

УДК 519.218:612.176

Берестовський В. – ст. гр. ПМмз-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛУ ПРИ ФІЗИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Науковий керівник: к.т.н. Хвостівський М.О.

Відомі комп'ютерні імітаційні моделі електрокардіосигналів (ЕКС) (вектор дискретних стаціонарних лінійних випадкових процесів (Лупенко С.А., Литвиненко Я.В., Щербак А.М.) – не враховує повипадковість, адитивна суміш стаціонарних і нестаціонарних послідовностей (Литвиненко Я.В.) – не враховує випадковість часових інтервалів, періодично корельовано випадкова послідовність (ПКВП) (Хвостівський М.О., Шадріна Г.М., Дедів Л.Є., Дунець В.Л.) – не враховує зміну періоду та неформалізована абстрактна модель у вигляді кусково-лінійної апроксимації (Losada R.)) – не враховує плавність переходів між зубцями Р, Q, R, S, T, U та циклами електрокардіосигналу.

Аналіз комп'ютерних імітаційних моделей ЕКС показав, що відомі комп'ютерні імітаційні моделі не враховують у своїй структурі зміну періоду за наперед заданим законом, що є характерною особливістю для даного типу сигналу при фізичному навантаженні.

В результаті модернізації комп'ютерної імітаційної моделі ЕКС у вигляді ПКВП, яка дає змогу врахувати в у своїй структурі поєднання властивостей випадковості із періодичністю, отримано новий вираз для імітації ЕКС в якому зміна періоду ЕКС задана у вигляді функції  $T(n, k), n, k \in \mathbf{Z}$ :

$$\xi(t) = \sum_{k=1}^{N_k} \left( \sum_n^{M_n} \left( \begin{cases} (A_{nk} + \psi_A) \sin(2 \cdot \pi \cdot (t + \psi_T) \cdot f_{nk}) \cdot e^{-t \cdot K_{nk}} \cdot L_{nk}, & t \in [T((n-1), k), T(n, k)) \\ 0, & t \notin [T((n-1), k), T(n, k)) \end{cases} \right), \quad t \in [T(k-1), T(k)) \right) \\ , \quad t \notin [T(k-1), T(k))$$

де  $N_k$  - кількість періодів ЕКС;

$M_n$  - кількість хвиль ЕКС в межах  $k$ -го періоду.

$n$  - номер хвилі на певних інтервалах,  $n=1,2,..., M_n$ ;

$T(n, k)$  - тривалість  $n$ -ої хвилі ЕКС на  $k$ -му періоді;

$A_{nk}$  - амплітуда  $nk$ -ої хвилі ЕКС;

$f_{nk}$  - частоти коливань синусоїд (в даному випадку для півперіоду);

$K_{nk}$  - коефіцієнти нахилу  $nk$ -ої хвилі;

$L_{nk}$  - масштабні коефіцієнти для  $nk$ -ої хвилі;

$t$  - час.

УДК 519.218:612.3

Никитюк В. – ст. гр. ПМм-51, Олексів В. – ст. гр. ПМмз-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОГАСТРОЕНТЕРОСИГНАЛУ

Науковий керівник: д.ф-м.н., проф.. Драган Я.П.

Сьогодні у медичній практиці після оперативних втручань в органи шлунково-кишкового тракту (ШКТ) швидкість відновлення моторики контролюється за допомогою рентгенографічних або сцинтиграфічних методів діагностики. Однак наочність і можливість кількісної оцінки моторики цих методів супроводжується ризиком накопичування дози рентгенівського випромінювання у пацієнта та медперсоналу, що накладає обмеження на контингент, який обстежують та, на частоту проведення діагностичних процедур, які самі по собі, у зв'язку із частим введенням контрастної речовини, травмують прооперований орган, погіршують стан хворого. Саме тому, на сьогодні, особливої актуальності набувають неінвазивні і нетравмуючі методи діагностики, до яких відноситься електрогастроентерографія.

Електрогастроентерографія - метод дослідження, що дає змогу оцінити біоелектричну активність шлунку, дванадцятипалої кишки і інших відділів ШКТ і базується на реєстрації змін електричного потенціалу від органів ШКТ.

Ефективність діагностики ШКТ людини методом електрогастроентерографії залежить від виду математичної моделі електрогастроентеросигналу (ЕГЕС) (рис.1), яка і визначає методи його опрацювання, які дають змогу визначати інформативні параметри сигналу.

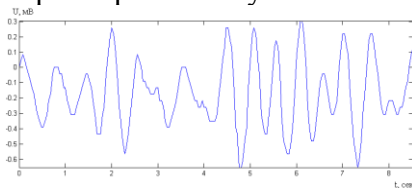


Рис. 1. Реалізація ЕГЕС

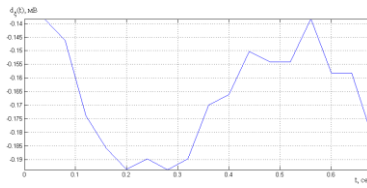


Рис.2. Реалізація дисперсії ЕГЕС

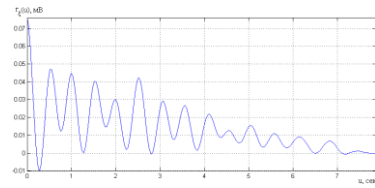


Рис.3. Реалізація автокореляції

Оскільки ЕГЕС є випадковим процесом, із періодичними характеристиками (кореляційна функція (рис.2), дисперсія (рис.3)) то адекватною математичною моделлю є модель у вигляді періодичного корельованого випадкового процесу (ПКВП), яка має методи та засоби поєднання цих властивостей (періодичності із випадковістю), що є важливим при дослідженні фазово-часових змін в сигналі із метою виявлення ранніх змін у сигналі.

ПКВП належить до класу  $\pi^T$  тоді і тільки тоді, коли він має зображення:

$$\xi(t) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} \xi_k e^{i \frac{2\pi}{T} kt},$$

де  $\xi_k$  - стохастична складова ЕКС у вигляді стаціонарних компонент ПКВП;

$e^{i \frac{2\pi}{T} kt}$  - періодична складова ЕКС із періодом  $T$ ;

$\mathbb{Z}$  - множина додатніх чисел.

На основі вибраної математичної моделі (1) можна реалізувати відносно прості алгоритми опрацювання ЕГЕС у комп'ютерних електрогастроентерографах засобами енергетичної теорії стохастичних сигналів (синфазний та компонентний) для отримання статистичних оцінок їхніх ймовірнісних характеристик, які є показниками стану шлунково-кишкового тракту людини.

УДК 534.83

Паляниця Ю.Б. – ст. гр. ПМс-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## СПОСІБ ВИДІЛЕННЯ АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ НА ТЛІ ЗАВАД

Науковий керівник: к.т.н. Хвостівський М.О.

В таких діагностичних методах, як фонокардіографія, реографія, слухопротезування при реєстрації акустичних сигналів виникає проблема зниження рівня навколишніх завад, коректної реєстрації руху крові і кровонаповнення та ін. В відомих фірмах, таких як SONY (Японія, США), LG (Південна Корея), для виділення корисного акустичного сигналу застосовують апаратну реалізація фільтрів із характеристиками, які відповідають сучасним вимогам щодо співвідношення сигнал-шум, проте ці показники вимагають підвищення. А виконання фільтрів як самостійних одиниць за допомогою цифрової техніки є недоцільним, тому їх найчастіше виконують в складі адаптивних систем (кореляційних аналіз, потоковий аналіз, фоновий аналіз, випадкова адаптація (перебір)). Також одним із методів подавлення шумів є використання гостро направлених мікрофонів на джерело акустичного сигналу, кожен з яких напрямлений в різні точки простору. Отже, шляхом аналізу відомих методів подавлення шумів встановлено, що кожен з цих методів опирається на певні відмінності між корисним сигналом і шумом: рознесення джерел в просторі, по спектру, певний ступінь детермінованості сигналу, автокореляція сигналу чи шуму, матсподівання з малою дисперсією.

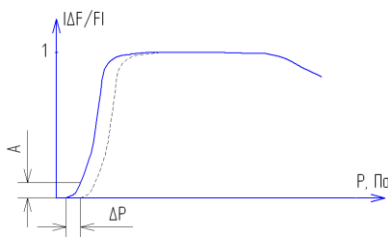


Рис.1. Залежність приросту чутливості мікрофона від звукового тиску

В основі розробленого способу виділення акустичного сигналу використано явище нелінійності характеристики мікрофонів «А» і «Б», які мають певні пороги чутливості, тобто деякі мінімальні значення звукового тиску, при якому починається зміна вихідного електричного сигналу. На рисунку 1 зображена залежність приросту чутливості ( $F=\text{мВ/Па}$ ) від звукового тиску, приведена до одиниці. Характеристика мікрофона «А» зображена суцільною лінією, а мікрофона «Б» – штриховою. Підвищити поріг чутливості можна як технологічними методами (менш гнучка важча конденсаторна пластинка, шар латексу), так і конструктивними (скельце в оптроні).

Спеціальний давач містить два мікрофони з різним порогом чутливості, виконаний в одному технологічному циклі для забезпечення ідентичності амплітудно-частотної характеристики (наскільки це можливо). Сигнал з більш чутливого мікрофона «А» і з менш чутливого мікрофона «Б» подається на підсилювачі, де їх рівень піднімається до достатнього для роботи схеми. Далі обидва сигнали поступають на високопрецезійний різницевий підсилювач. Як видно з рисунку 1 різниця в цих сигналах лежить в коридорі «А». Для підвищення подібності між АЧХ сигналів «А» і «Б» введений блок корекції АЧХ. Найкращого результату можна добитися з допомогою атенуатора. Різницевий підсилювач охоплений схемою автоматичного регулювання підсилення, яка підтримує середній рівень сигналу близьким до заданої амплітуди.

Запропоновані спосіб та конструкція давача дають можливість розділити акустичний сигнал з малою інтенсивністю і шум з великою інтенсивністю, які повністю перекриваються по спектру та є взаємокорельованими, а співвідношення ціна-результат найкращі.

УДК 535-15

Паляниця Ю.Б. – ст. гр. ПМс-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ОПТИЧНОЇ СИСТЕМИ СПЕКТРАЛЬНОГО ТЕПЛОВІЗОРА**

Науковий керівник: к.т.н. Хвостівський М.О.

В таких областях медицини, як онкологія, дерматологія, кардіологія, хірургія, стоматологія застосовуються тепловізори, які дають змогу візуалізувати розподіл температур на поверхні тіла пацієнта без втручання в організм. Нерівномірності, несиметричність, локальні підвищення температури можуть свідчити про певні патології. Зокрема, локальні підвищення вказують на можливі запальні процеси, алергічні реакції, пухлини, автоімунні процеси, а локальні зниження – на порушення кровонаповнення певних частин тіла, атеросклеротичні бляшки, хворобу Рейно і т. п.

Сучасні тепловізори, таких відомих фірм-виробників, як АОМЗ (Україна), Исток (Росія), ThermaCAM (США), Jadel (Франція), Mikron (Японія) мають ряд недоліків: низька роздільна здатність, необхідність охолодження. Це призводить до значних економічних витрат на експлуатацію апарату, відносно поганих масо-габаритних показників для стаціонарних. Найпоширеніші способи виділення вузької смуги пропускання в сучасних тепловізорах, що близька до монохроматичної, є: решітка Бреґера, фільтр Фабрі-Перо (дзеркальний, тонкоплівковий), монохроматор Батарчукової, поляризаційні методи (за законом Брюстера), фільтрація з допомогою рідких кристалів, акустичні фільтри поверхневої хвилі. Для даного методу їх застосування є недоцільним у зв'язку з великими світловими втратами, наявністю бокових пелюстків у смузі пропускання, складністю конструкції, наявністю діафрагми

Тому, розроблення нового методу спектрального теплобачення та розробленої на його основі оптичної системи, яка дала би змогу здійснювати опромінення пацієнта інфрачервоним випромінюванням з метою відбору інформації від поверхні тіла пацієнта та спектрального аналізу її є актуальною задачею.

В якості джерела випромінювання у запропонованій системі використано розпечену спіраль, яка випромінює енергію в інфрачервоному діапазоні довжин хвиль. За законом розподілу Планка характеристика, що відображає залежність енергії випромінювання від довжини хвилі при певній температурі, є зростаючою. Також слід врахувати нелінійний характер чутливості фотоприймачів, оптичної прозорості елементів системи і передбачити наявність поглинаючого світлофільтра, що вирівнює спектральну чутливість системи. Випромінювання, відбите від тіла пацієнта і його власне випромінювання сумується згідно закону суперпозиції. Запропонована головка вертикального відхилення здійснює коливальні рухи у вертикальній площині, які здійснюються з допомогою кривошипа відповідної конфігурації і зворотної пружини. До самої головки кріпиться ввігнуте дзеркало горизонтального відхилення, що здійснює коливальні рухи в горизонтальній площині з допомогою аналогічного кривошипа. Ще одне дзеркало спрямовує світловий потік на призму, де він розкладається на складові з різними довжинами хвиль. На шляху дифузного світлового потоку розміщено лінійку фотоприймачів, на кожен з яких потрапляє певна вузька смуга випромінювання. Отже, розроблена структура оптичної системи спектрального тепловізора дає змогу спостерігати термозображення пацієнта як в цілому спектрі випромінювання (3...20 мкм), так і окремі смуги (чи їх комбінації), а також значно покращити якісно-вартісні і габаритно-масові показники.

УДК 536.521.2:537.8.029:537.872.31

Радь С. М. – ст. гр. ПМс-41, Бурдаш С. В. – ст. гр. ПМ-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## СПЕКТРАЛЬНИЙ МЕТОД РЕЄСТРАЦІЇ ТЕПЛООВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВІД БІООБ'ЄКТА

Науковий керівник : к.т.н. Хвостівський М.О.

Термографія (грец. thermē тепло + graphō писати) є нешкідливим та неінвазивним методом реєстрації інфрачервоного випромінювання з поверхні тіла людини. Тіло людини випромінює потік теплової енергії у сфері інфрачервоної частини спектра з діапазоном довжини хвилі від 3 до 20 мкм. Максимум випромінювання спостерігається при довжині хвилі близько 9 мкм .

Запропонований метод реєстрації ґрунтується на основі двох законів теплового випромінювання – закон Стефана-Больцмана і закон Віна. Згідно закону Стефана-Больцмана, потужність випромінювання буде рівною:

$$P = S\alpha\sigma T^4, \quad (1)$$

де  $S$  – площа, з якої відбувається випромінювання;  $\alpha$  – коефіцієнт подібності людського тіла до абсолютного чорного тіла;  $\alpha=0,9$ ;  $\sigma$  – стала Стефана-Больцмана;  $\sigma = 5,6704 \cdot 10^{-8}$  Вт/м<sup>2</sup>;  $T$  – температура випромінювання, °К.

При опромінюванні тіла широкодіапазонним інфрачервоним випромінюванням, в певній точці, згідно закону суперпозицій, відбувається сумування потужностей на максимальній частоті випромінювання людського тіла при певній температурі, яка визначається із закону Віна:

$$\lambda_{(\max)} = b/T_p, \quad (2)$$

де  $b$  – стала Віна;  $b=2,898 \cdot 10^{-3}$  м·К;  $T_p$  – радіаційна температура абсолютно чорного тіла.

$$f = c/\lambda. \quad (3)$$

Оскільки закон Віна стосується абсолютно чорного тіла, то радіаційна температура визначається згідно формули:

$$T_p = T \cdot \sqrt[4]{\alpha}. \quad (4)$$

Використовуючи вирази (2), (3) та (4) побудовано таблицю залежності частоти випромінювання від температури тіла людини в конкретній точці.

Таблиця 1 – Залежність частоти випромінювання від температури

|                         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| t, °C                   | 25     | 26     | 27     | 28     | 29     | 30     | 31     | 32     | 33     |
| f, ×10 <sup>13</sup> Гц | 3.0047 | 3.0148 | 3.0249 | 3.0349 | 3.0450 | 3.0551 | 3.0652 | 3.0753 | 3.0854 |
| t, °C                   | 34     | 35     | 36     | 37     | 38     | 39     | 40     | 41     | 42     |
| f, ×10 <sup>13</sup> Гц | 3.0954 | 3.1055 | 3.1156 | 3.1257 | 3.1358 | 3.1459 | 3.1559 | 3.1660 | 3.1761 |

Проаналізувавши спектральні складові теплового випромінювання біооб'єкту, отримано значення частоти, на якій спостерігається максимум енергії випромінювання. Співставивши значення частоти із отриманими даними з табл.1., визначено температуру біооб'єкта в певній його ділянці.

УДК 621.373.826

Свередюк М.– ст. гр. ПМ-41, Паляниця Ю. – ст. гр. ПМс-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ЛАЗЕРНИЙ РЕЄСТРАТОР СКОРОЧЕНЬ ТКАНИН БІООБ'ЄКТА В ЛАБОРАТОРНІЙ ПРАКТИЦІ**

Науковий керівник: Дедів Л.Є.

Станом на сьогодні існує проблема дистанційної реєстрації коливань тканин біооб'єкта в лабораторній практиці, зокрема при проведенні дослідів на лабораторних щурах (треморні коливання кінцівок, коливання грудної стінки, серцеві скорочення).

При використанні інвазивних чи неінвазивних електродних давачів, тензодавачів створюються значні незручності, пов'язані з стерильністю, що вносить похибку вимірювання через втручання в гомеостаз біооб'єкта.

Запропоновано конструкцію реєстратора, яка використовує прогресивну технологію дистанційного зняття інформації за допомогою лазера. Лазерний реєстратор розроблено на базі загальнодоступних і дешевих комплектуючих і характеризується найкращим співвідношенням ціна-якість.

Структурна схема лазерного реєстратора зображена на рисунку 1.

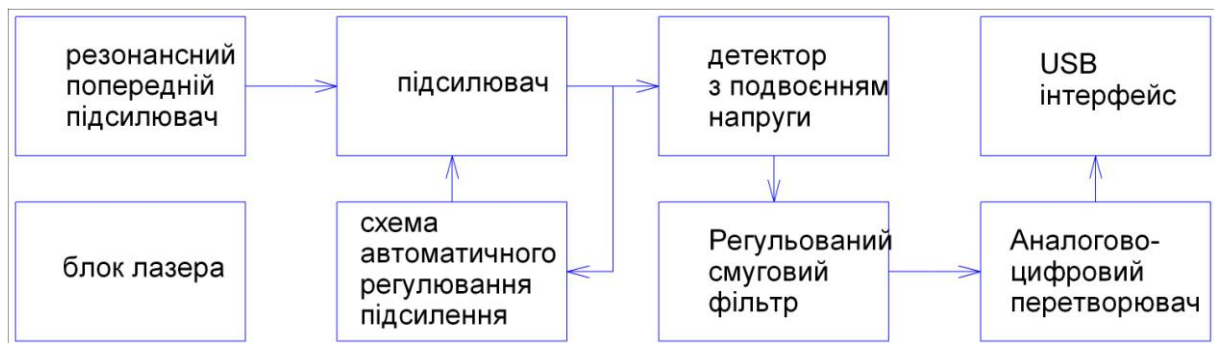


Рисунок 1. Лазерний реєстратор скорочень тканини біооб'єкта

Лазерний модуль фірми Ділаз (довжина хвилі 635 – 980нм) живиться струмом частотою 35кГц. Його промінь направляється в потрібну точку. Світлова енергія, відбиваючись від поверхні об'єкта, модулюється по амплітуді і потрапляє на фотодіод резонансного попереднього підсилювача. Він підсилює і відфільтровує частоту близьку до 35кГц, що дає змогу підвищити завадо-захисність приладу і його стійкість до зовнішніх шумів. Далі сигнал потрапляє на підсилювач, що підвищує його напругу до рівня, достатнього для роботи детектора. Другий каскад підсилення охоплений схемою автоматичного регулювання, яка підтримує середній рівень сигналу близьким до заданої амплітуди. Використання схеми з двома каскадами підсилення дало змогу значно знизити рівень власних шумів схеми. З виходу підсилювача сигнал поступає на амплітудний детектор з подвоєнням напруги, де виділяється низькочастотна складова амплітудно-модульованого коливання. Регульований смуговий фільтр не допускає проходження частот пов'язаних з диханням в наступний блок. Прилад містить в собі аналогово-цифровий перетворювач та USB-інтерфейс, що уможливорює процес візуалізації та опрацювання даних у середовищі MATLAB.



УДК 519.218:612.7

Яськів Р. – ст. гр. ПМмз-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОМІОСИГНАЛУ У ВИГЛЯДІ ПЕРІОДИЧНО КОРЕЛЬОВАНОГО ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ

Науковий керівник: к.т.н. Бачинський М.В.

Електроміографія є об'єктивним і інформативним методом дослідження функціонального стану периферичної нервової системи. Дослідження електроміосигналів (рис. 1) дає змогу встановити характер захворювання і об'єктивно контролювати ефективність лікування, прогнозувати час і етапи відновлення периферичної нервової системи.

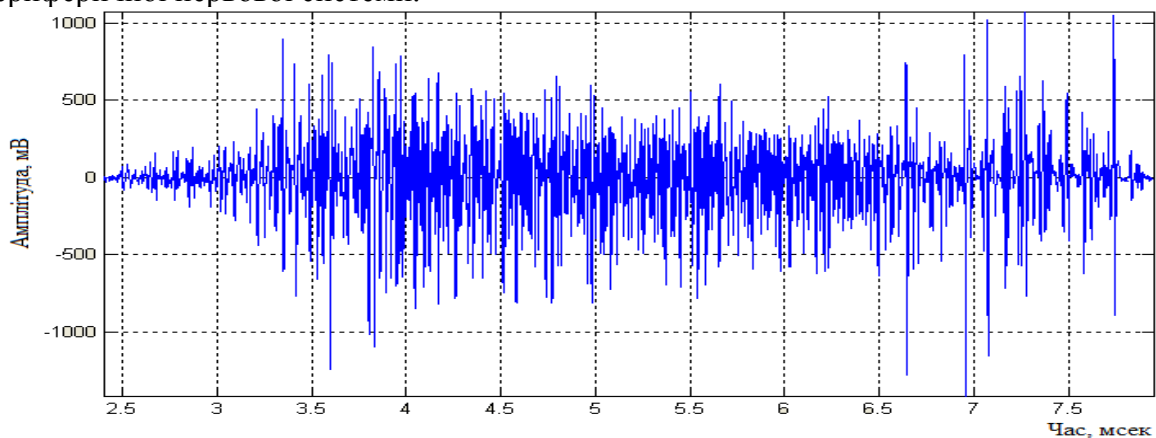


Рис.1. Реалізація електроміосигналу

Спеціалізоване програмне забезпечення в сучасних автоматизованих діагностичних системах для аналізу периферичної нервової системи базується на методах опрацювання досліджуваних електроміосигналів. Ці методи розробляють на базі математичних моделей. На сьогодні відомі два типи моделей, а саме детерміновані (періодичні та детерміновані функції) та стохастичні моделі (стаціонарний випадковий процес). Проте ці моделі не враховують у своїй структурі поєднання властивостей повторності із випадковістю, що є властивим для електроміосигналу. Виходячи із умов породження електроміосигналу моделлю буде нестационарний випадковий процес зі скінченною середньою потужністю (клас  $\pi^T$ ). Умова належності до класу  $\pi^T$  має наступний вигляд:

$$P_{\xi}^T = \frac{1}{T} r_{\xi} \int_0^T dt < \infty,$$

де  $r_{\xi} \int_0^T dt$  - кореляційна функція,  $T$  - період корельованості.

Відповідно до енергетичної теорії стохастичних сигналів з цього випливає, що адекватною моделлю електроміосигналу є математична модель у вигляді періодично корельованого випадкового процесу класу  $\pi^T$ , яка найзагальнішим чином поєднує випадковість значень з повторністю, трактуючи її як періодичність ймовірнісних характеристик.

На базі цієї моделі реалізовано компонентний метод опрацювання електроміосигналу, який дає змогу визначити нові інформативні ознаки для діагностики стану периферичної нервової системи в комп'ютерних міоскопах.



УДК 621.314

Яськів А. – ст. гр. ПМ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІМПУЛЬСНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ З КОРЕКТОРОМ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ**

Науковий керівник: Промович Ю.Б.

Сучасне енергетичне забезпечення радіоелектронної апаратури здійснюється шляхом перетворення параметрів електричної енергії. Імпульсні методи регулювання при цьому набули широкого застосування. Саме робота напівпровідникових силових елементів в ключовому режимі дозволила досягти високого рівня питомих та експлуатаційних показників джерел живлення, що продукуються сьогодні. На відміну від лінійних стабілізаторів імпульсні характеризуються суттєво вищим коефіцієнтом корисної дії (80-90% проти 50-60%), кращими масо-габаритними показниками (питома потужність складає 100-500 Вт/дм<sup>3</sup>), високою надійністю та нижчою собівартістю. Крім того, розвиток сучасної електронної техніки дозволяє успішно створювати різного роду засоби перетворювальної техніки в широкому діапазоні вихідних потужностей.

Оскільки транзисторний ключ є ключем постійної напруги, то при живленні від електричної мережі промислової частоти виникає потреба вхідну змінну напругу випрямити і згладити. З цією метою використовують вхідні випрямлячі та низькочастотні фільтри. А це спричинює імпульсне споживання струму із первинної мережі. Масовий характер використання імпульсних джерел живлення призводить до суттєвого погіршення якісних показників енергомережі та електромагнітного забруднення довкілля. Тому актуальною є задача створення та широкого використання пристроїв, які б забезпечували синусоїдне споживання струму з мережі у фазі із вхідною напругою, так званих коректорів коефіцієнта потужності. Їх застосування послідовно з імпульсним джерелом живлення дозволяє підвищити  $\cos \varphi$  (в ідеалі  $\cos \varphi = 1$ ). Таким чином унеможливується перекачування реактивної потужності, а створювана завада обмежується першою гармонікою.

В роботі запропоновано поєднати імпульсне джерело живлення на основі високочастотних магнітних підсилювачів та коректор коефіцієнта потужності, в схему керування котрим закладено метод One-Cycle Control, розроблений та реалізований професором Каліфорнійського університету K.Smedley. Таке поєднання забезпечить простоту перетворювача, його максимальну ефективність, надійність та низький рівень випромінюваних завад.

УДК 612.172

Аблязов С. – ст. гр. ПМм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ДІАГНОСТИКИ ІШЕМІЧНОЇ ХВОРОБИ СЕРЦЯ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ КАРДІОСИСТЕМАХ**

Науковий керівник: к.м.н. Гевко О.В.

Ішемічна хвороба серця (ІХС) – це ураження міокарда, яке виникає в результаті порушення рівноваги між коронарним кровоплином і метаболічними потребами міокарда. Висока смертність серед людей працездатного віку у розвинених країнах спонукає до вчасної діагностики ішемічних змін міокарду.

В сучасній медицині використовують автоматизовані комп'ютерні діагностичні кардіосистеми (АКДС), які дозволяють опрацювати велику кількість даних за короткий час і полегшують роботу лікаря-кардіолога. Незважаючи на велику різноманітність автоматизованих систем, принцип діагностики ішемічних змін міокарду в них однаковий, і полягає в аналізі сегменту S-T. В нормі відхилення сегменту S-T від ізоелектричної лінії не перевищує  $\pm 0,2$  мВ. При ішемічному ураженні міокарду відзначаються підйом або депресія сегмента S-T. Однак під час автоматизованої діагностики електрокардіосигналу (ЕКС), оцінка сегменту S-T є дуже складною, так як спостерігається нестабільність (дрейф) ізоелектричної лінії, яка пов'язана з реакцією вегетативної нервової системи на зміну позиції тіла, тому при таких умовах аналіз самого сегменту S-T вже є недостатнім і потребує лікарського контролю всіх складових ЕКС. Удосконалення АКДС для оцінки ступеня ішемії міокарду є актуальною проблемою.

Для вирішення цієї проблеми пропонується підхід, який базується на тому, що вся інформація про наявність чи відсутність патології зосереджена в усьому ЕКС, що представляє собою випадковий процес, який залежить від рівня ішемізації міокарду. Для вибору рішення про коректність оцінки ступеня ішемізації міокарда використано критерій Неймана-Пірсона, в основі якого лежить ідеологія розрізнення двох гіпотез: норма чи патологія.

Імовірність вірогідної оцінки спектральної густини потужності ЕКС обчислюється за формулою:

$$p_d = 1 - \Phi \left( \frac{U - m_1}{\sqrt{D_1}} \right), \quad 1$$

де  $m_1$  – усереднені значення математичного сподівання ЕКС;

$D_1$  – усереднені значення дисперсії оцінок математичних сподівань ЕКС;

$U$  – поріг розрізнення між нормою та патологією,  $U = \sqrt{D_0} \Phi^{-1}(1 - p_f) + m_0$ , де  $m_0$  і  $D_0$  – математичне сподівання і дисперсія усередненого значення спектральної густини потужності вибірки сегментів ЕКС,  $p_f$  – ймовірність помилки вибрано з ряду значень  $p_f = (0.001, 0.01, 0.1)$ .

Вибраний критерій дає змогу своєчасно виявити ішемічні зміни міокарду, що уможливить підвищення якості діагностики ІХС на початкових стадіях.

Література:

1. Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование / Л.М.Макаров – М.: Медпрактика, 2007.- 216 с.

УДК 612

Антонов М.– ст. гр. ПМ-31.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІАМІДІВ У ДИХАЛЬНИХ КОНТУРАХ АПАРАТІВ ШТУЧНОГО ДИХАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н. Ярема І.Т., завідувач НДЛ-1

Апарат штучного дихання – це прилад, який нагнітає повітря через дихальні трубки в легені пацієнта. Відомі два типи штучного дихання: неінвазивна вентиляція легень (повітря надходить до пацієнта через маску), та інвазивна (повітря подається до легень через трахіостомічну трубку). Індивідуальним елементом для кожного пацієнта є дихальний контур, що складається з дихальних трубок, Y-образного трійника (конектора), вологозбирача, та резервуарного дихального мішка[1].

Деталі дихального контура виготовляються на підприємствах України та країн СНД. Прикладами таких підприємств можуть бути «Плазма», «Медисвіт» (Україна), «Луммі», «Медсилікон» (Росія). Матеріалом для виготовлення дихальних трубок є силіконові каучуки, а в якості з'єднувальних та корпусних деталей - модифіковані полівінілхлориди (ПВХ). На відміну від дихальних контурів імпортного виробництва, вітчизняні вироби розраховані на багаторазове використання, з можливістю стерилізації в післяопераційний період.

Силіконокаучукові деталі добре витримують термічну стерилізацію, а полівінілхлоридні вироби при температурі вище 90°C піддаються термічній деструкції з виділенням неорганічних сполук, наприклад HCl. До того ж механічна міцність ПВХ конекторів невисока. Аналіз вищенаведених фактів доводить доцільність заміни матеріалу корпусних деталей дихального контуру з полівінілхлориду на неармований поліамід. Порівняльні характеристики цих полімерних матеріалів наведені у таблиці 1.

Фізико-механічні властивості полімерів[2]

Таблиця 1

| Властивості                                             | Полівінілхлорид (ПВХ) | Поліамід (ПА) |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| Густина г/см <sup>3</sup>                               | 1,35-1,43             | 1,13-1,16     |
| Руйнуюча напруга при розтягу, МПа                       | 40-60                 | 60-75         |
| Модуль пружності при розтягу, МПа                       | 2600-3000             | 1500-2200     |
| Твердість по Брінеллю, МПа                              | 115-140               | 100-120       |
| Ударна в'язкість (зразок з надрізом) КДж/м <sup>2</sup> | 7-9                   | 8-10          |
| Видовження при розриві, %                               | 20-60                 | 150-250       |
| Теплостійкість по Віка, C <sup>0</sup>                  | 60-80                 | 200-210       |

Вища теплостійкість, механічна міцність та біологічна нейтральність дозволяє припустити, що поліамідні деталі дихального контура будуть краще відповідати вимогам, які висуваються до медичної апаратури даного типу. При виготовленні таких деталей методом лиття під тиском варто враховувати, що розплав поліаміду більш текучий, що дає можливість при необхідності отримувати деталі складнішої форми.

Література

1. Сатишур О.Е. Механическая вентиляция лёгких. — М.: Медицинская литература, 2006. — 352 с.: ил.
2. Каменев Е.И., Мясников Г.Д., Платонов М.П. Применение пластических масс: Справочник. — Л.: Химия, 1985. — 448 с.

УДК 519.218

Гавришко О. – ст.гр. ПМм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Шадріна Г.М.

Електроенцефалографія є об'єктивним і неінвазивним методом тестування функцій центральної нервової системи людини. Використання електроенцефалографічних сигналів (ЕЕГ) є одним із основних засобів для раннього виявлення і діагностики неврологічних розладів при різних захворюваннях, таких як інсульт, пухлини головного мозку, наслідки черепно-мозкової травми.

Опис електроенцефалографічних сигналів за допомогою їхніх моделей виходить із необхідності відобразити суттєві, для даного типу задач, закономірності досліджуваних об'єктів і явищ, і втілити їх у математичній формі.

На даний час існує багато методів спектрально-кореляційного аналізу електроенцефалографічних сигналів. До їх числа можна віднести, зокрема, безпосереднє перетворення Фур'є, розрахунок та аналіз кореляційної функції тощо. У той же час жоден з відомих методів окремо не в змозі повністю забезпечити повноцінну діагностику біоелектричної активності мозку. Кожен з методів дозволяє охарактеризувати лише якусь певну сторону даного фізіологічного процесу, а для дослідження мозку, як складної системи в цілому, потрібні різні способи або їх поєднання. Існуючі методи аналізу електроенцефалографічних сигналів базуються на математичних моделях ЕЕГ сигналу у вигляді стаціонарного випадкового процесу. Проте ця модель не враховує того, що електроенцефалографічний сигнал за своєю природою є нестаціонарним процесом, який характеризується властивостями періодичності та випадковості, що свідчить про наявність періодичної нестаціонарності ЕЕГ.

Енергетична теорія стохастичних сигналів (ЕТСС) обґрунтовує зображення такого типу сигналів через стаціонарні компоненти і стаціонарні послідовності відліків.

З ЕТСС випливає, що адекватною математичною моделлю ЕЕГ-сигналу буде періодично корельований випадковий процес класу  $\pi^T$ , яка найзагальнішим чином поєднує випадковість значень сигналу з повторністю.

ЕЕГ-сигнал як ПКВП належить до класу  $\pi^T$  і може бути зображений у вигляді:

$$\xi \stackrel{\sim}{=} \sum_{k \in Z} \xi_k e^{ik\Lambda t},$$

де  $\xi_k$  - стаціонарні компоненти ЕЕГ сигналу як ПКВП;

$Z$  - множина додатних чисел;

$\Lambda$  - циклічна частота  $\Lambda = 2\pi/T$ ;

Така математична модель ЕЕГ сигналу дає змогу реалізувати відносно прості алгоритми його опрацювання для отримання статистичних оцінок імовірнісних характеристик, які є показниками стану центральної нервової системи, методами енергетичної теорії стохастичних сигналів (синфазним, компонентним або фільтровим).

УДК 519.876

Грушевець М. – ст.гр. ПМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РЕКОНСТРУКЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ В ЕЛЕКТРОІМПЕДАНСНІЙ ТОМОГРАФІЇ**

Науковий керівник: к.т.н. доц. Гевко О.В.

Електроімпедансна томографія (ЕІТ) це метод неінвазивної графічної побудови зображень плоских зрізів електропровідних тіл. Елементи зображень розпізнаються за питомою провідністю. Задача реконструкції зображення полягає в потребі знайти розподіл провідності всередині провідного тіла, коли відомими є струми чи потенціали на його границі у місцях розміщення електродів. Таку задачу називають зворотною і некоректно поставленою (за Адмаром).

Для отримання зображень в ЕІТ найчастіше використовуються лінійні та ітераційні методи. Лінійні методи – це методи які побудовані на інтегральних перетвореннях Радона. До ітераційних відносять методи простих ітерацій і Ньютона-Рапсона, які заключаються у знаходженні алгоритму пошуку по відомому наближенню (наближеному значенню) шуканої величини наступного, більш точного наближення. Перевагою лінійних методів є можливість швидшої реконструкції зображення, у порівнянні з ітераційними методами, що характеризуються низькою швидкістю збіжності. Ітераційні методи дають можливість вводити апріорну інформацію (про контури, границі), яка може бути уточнена після завершення реконструкції.

При реалізації алгоритму, який поєднує у собі переваги лінійних та ітераційних методів реконструкції томографічних зображень розподілу електричного імпедансу в досліджуваному об'єкті, можна виділити декілька етапів.

Першим етапом при побудові алгоритму є завдання апріорної інформації про досліджуваний об'єкт і критерій зупинки ітераційного процесу.

Другим етапом є отримання зображення взаємодії векторного поля густини електричного струму з емпіричним середовищем. Використовуючи принцип електростатичної аналогії ( $U \Rightarrow \vec{E}$ ,  $I \Rightarrow q$ ), де  $U$  – прикладена до електродів напруга,  $I$  – струм, що протікає в колі електродів,  $q$  – заряд, можемо визначити напруженість електричного поля  $E(x,y)$  для кожної точки всередині області. Знаючи  $\sigma_0(x,y)$ , знаходимо густину електричного струму:

$$\vec{i}(x,y) = f(\sigma(x,y), \vec{E}(x,y)) \quad (1)$$

На третьому етапі для кожної пари електродів будуємо лінію густини електричного струму як обвідну точок області  $\Omega$ , в якій  $\vec{i}(x,y)$  має максимальне значення. При цьому рухаємось у напрямку від точки інжекції струму в область до точки його виходу з області. Реалізація четвертого етапу передбачає фільтрацію виміряних даних та їхнє зворотне проектування на область, розбиту лініями максимальної густини електричного струму.

Завершальним етапом реконструкції зображення є перевірка критерію завершеності ітерацій, перехід до другого етапу, доки отримане зображення не задовольнить обраний критерій завершеності.

Такий алгоритм забезпечить отримання зображення вищої якості, що дасть можливість реконструювати зображення висококонтрастних структур, до яких належать такі складні топографо-анатомічні утворення як суглоби.

УДК 621.386: 612.386

Карпюк Р. – ст.гр. ПМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

Науковий керівник: к.т.н. Бачинський М.В.

Рентгенівське дослідження базується на реєстрації гальмівного Х-випромінювання, що пройшло через живу тканину. При проходженні через досліджуваний орган Х-промені ослаблюються по різному, в залежності від щільності тканини. Завдяки цьому на поверхні детектора формується рентгенівське зображення (тіньове зображення).

Основними параметрами, що визначають інформативність рентгенівського зображення є просторова роздільна здатність та роздільна здатність по контрасту. На якість вихідних зображень впливає багато факторів (Блинов Н.Н., Абакумов В.Г.), серед яких:

- шуми, спричинені неоднорідністю випромінювання (в результаті неоднорідності матеріалу анода (зношеності анода) чи інтенсивності пучка випромінювання в процесі знімка);
- геометрична нечіткість (пов'язана з тим, що фокусна пляма на поверхні анода має скінченні розміри);
- рухова нечіткість (пов'язана з рухом біооб'єкта під час дослідження (дихальні рухи, скорочення м'язів));
- артефакти, спричинені розсіяним випромінюванням, яке виникає в результаті зіткнень квантів Х-випромінювання з атомами живої тканини.

Після розгляду цих факторів були сформульовані пропозиції щодо підвищення якості рентгенівських зображень. Неоднорідність матеріалу анода пов'язана із застосуванням рентгенівських трубок з обертовим анодом. При обертанні анодного диска потік електронів в кожен наступний момент потрапляє на іншу ділянку анодного дзеркала. Ці ділянки можуть відрізнятися структурою металу та кутом нахилу, що призводить до розширення спектру вихідного випромінювання (зростає неоднорідність). Для мінімізації цього ефекту потрібно застосовувати рентгенівські трубки з нерухомим анодом. Неоднорідність вихідного випромінювання також може бути викликана пульсаціями струму анода. Щоб зменшити пульсації струму потрібно застосовувати ємнісні фільтри зі сторони високої напруги та перейти до трифазних схем живлення з шести- або дванадцятифазними схемами випрямлення. Геометрична нечіткість може бути зведена до мінімуму при використанні рентгенівських трубок з малим розміром фокусної плями (т.з. мікрофокусна рентгенографія). Для зменшення рухової нечіткості потрібно мінімізувати тривалість знімка. Для усунення розсіяного випромінювання застосовуються відсіюючі растри, які розміщуються між пацієнтом та детектором Х-випромінювання.

Легко помітити, що наведені умови є дещо суперечливими, тобто, застосування трубки з нерухомим анодом та малою фокусною плямою призводить до необхідності зменшувати анодний струм, а це, в свою чергу, веде до потреби збільшувати час знімка. Щоб витримати поставлені умови слід перейти до використання цифрових детекторів Х-випромінювання з високою квантовою ефективністю, а також адекватного математичного апарату для створення програмного забезпечення, яке б дозволило здійснити опрацювання вихідних зображень.

УДК 621.3

Корецька О. - ст. гр. ПМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНКА ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ТРАКТУ ЕРГ ДЛЯ ПОБУДОВИ ПРОТОТИПУ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ткачук Р. А.

Електроретинографія (ЕРГ) набула широкого застосування для діагностики стану зорового аналізатора, як найінформативніший об'єктивний метод аналізу зареєстрованого електроретиносигналу (ЕРС), який відображає біоелектричну реакцію фоторецепторів та інших елементів сітківки ока на зміну світлового подразнення. Вона займає особливе місце серед функціональних методів досліджень в області лікування та профілактики очних хвороб, захворювань зорового аналізатора на початковій стадії.

Процедура реєстрації ЕРГ в умовах шумів та артефактів є складним процесом і потребує дотримання вимог стандартів, які рекомендовані Міжнародною комісією з електрофізіології зору. Стандарт передбачає створення технічних систем з відповідними характеристиками: діапазон вимірювання ЕРС 1-500мкВ; роздільна здатність -5мкВ; частотний діапазон підсилення 1-300 Гц; низькочастотне фільтрування шумів в діапазоні 75-300 Гц; забезпечення інтенсивності світлового подразнення в діапазоні 0,1-30 Кд сек/м<sup>2</sup>.

Для підвищення роздільної здатності необхідно зменшувати тривалість процедури досліджень, зменшуючи вплив процесів адаптації сітківки ока на спалах світла, регулювати інтенсивність подразнення. Спостереження та реєстрація потенціалу викликаного світловим подразненням сітківки ока можна отримати завдяки застосуванню електронних підсилювачів з високим входним опором та мінімальним значенням дрейфу нуля та рівня шумів приведених до входу. Розширення смуги частот, їх характеристик передачі з метою підвищення інформативності відібраного ЕРС ускладнених узгодженням підсилювача з джерелом ЕРС (сітківкою), що веде до зростання рівня шумів та необхідності виділення інформативної складової в таких умовах реєстрації. Для реєстрації ЕРС при співвідношенні сигнал/шум менше одиниці та зауваженої циклічності формування потенціалів сітківки ока, потрібно застосування оптимального рекурсивного фільтрування. З цією метою може застосовуватися адаптивний фільтр Калмана. Для моделювання процесу відбору електроретиносигналу необхідно застосувати його представлення у просторі змінних станів.

Встановлено послідовність спостереження електроретиносигналу та побудови електроретинограми із наднизькою інтенсивністю подразнення для виявлення нейротоксикацій організму людини та ухвалення достовірного рішення про її стан із забезпеченням: оцінювання ефективності функціонування системи; реєстрацією умов та вибору методів вимірювань; удосконалення структури прототипу електроретинографічної експертної системи; вибору критеріїв оцінки результатів. Прийняття рішень в електроретинографічній експертній системі направлено на вибір задачі визначення оптимального алгоритму вимірювання, вимірювальних процедур на кожному етапі.





УДК 681.518.26:616-71

Стоянов Ю. – ст. гр. ПМ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИБІР ПАРАМЕТРІВ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ БІОСИГНАЛІВ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Яворський Б. І.

У медичній практиці часто виникає необхідність визначати наявність біосигналів, прихованих шумами. При цьому, крім зашумлення існують також обмеження щодо можливості достатньо тривалого спостереження вказаної суміші та величини складності обладнання [1].

Одним з основних методів оброблення суміші шуму з біосигналом для виявлення останнього у цій суміші є цифрове, непараметричне перетворення Фур'є і подальший аналіз отриманих частотних характеристик суміші [2]. Проте, вказані обмеження та необхідність аналого-цифрового перетворення на практиці спричиняють до значного зростання методичної складової похибки цифрового, непараметричного перетворення Фур'є.

У даній роботі наведено результати попереднього вивчення шляхів оптимального вибору частоти дискретизації та довжини прямокутного вікна для відбору зашумленого біосигналу при низьких значеннях відношення потужностей сигналу до шуму (Signal to Noise Ration - SNR).

У відомих методах розв'язання досліджуваної задачі частоту дискретизації визначають, як правило, за умовами, що витікають з теореми Уїттекера-Шенона-Котельникова (ТУШК). Проте, для сильно зашумлених сигналів (зокрема,  $SNR < 1$ ) застосування ТУШК не дає задовільних результатів. Вибір типу «вікна» для відбору значень суміші є ще більш складним. Виникає необхідність розроблення методу визначення оптимальних значень вказаних параметрів відбору відліків зашумленого біосигналу.

Для аналізу вхідного сигналу, що є сумішшю періодичного біосигналу і високопотужних шумів, використано спектральну густину потужності (Power Spectral Density - PSD) - перетворення Фур'є автокореляційної функції суміші [3, 4]. Для оцінювання оптимальності вибору параметрів спектрального аналізу обґрунтовано використання показника варіації (числову характеристику функції одної дійсної змінної, пов'язану з її диференціальними властивостями [4]) функції PSD. Досліджено тестову суміш гармонічного сигналу з нормальним білим шумом. Отримано зменшення методичної складової похибки оцінювання частоти тестового сигналу. Для дослідження застосовано програмне середовище MATLAB 7.11.

### **Література**

1. Пол. Л. Аллан, Мирон А. Позняк. Клінічна доплерівська ультрасонографія. - Медицина світу, 2007, 374с.
2. Яворський Б. І. Математичні основи радіоелектроніки. Частина 1. - ТПІ. 1996. – 183с.
3. Філіппінський Ю.К. Динаміка сигнальних перетворень. - О. Наука і техніка, 2006. – 104 с.
4. Miroslav D. Lutovac. Filter design for signal processing using MATLAB and Mathematica - 2000. – 755 p.

Дослідження виконано за тематикою фундаментальних наукових досліджень МОНУ – тема «розвиток теоретичних основ та експериментальні дослідження, виявлення, ідентифікації та визначення рівня нейротоксикації методами електроретинографії», інв. номер держреєстрації 0111U002593.

УДК 681.5.015.87

Юзва Ю. – ст. гр. ПМмз-71

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОПТИМАЛЬНИЙ МЕТОД СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ЛЮДИНИ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Яворський Б.І.

Щороку в Україні реєструється від 1,5 до 2 млн. травм скелетних м'язів. Число випадків тимчасової непрацездатності внаслідок таких травм з 2009 по 2010 р. зросло на 36%. Провідним неінвазивним методом оцінки структурно-функціонального стану м'язів та діагностики нервово-м'язових захворювань на сьогоднішній день є електроміографічне (ЕМГ) дослідження. ЕМГ дослідження уможливорює встановлювати характер захворювання, проводити його топічну діагностику, об'єктивно контролювати ефективність лікування, прогнозувати час і етапи відновлення. Початкові етапи розвитку захворювань нервово-м'язової системи відображаються в ЕМГ, але не виявляються при візуальному аналізі міосигналу, оскільки цей сигнал є мінливим і стохастичним.

Дослідженням встановлено, що ЕМГ здорового м'яза представлена переважно низькочастотним коливанням. При виникненні в м'язі патологій змінюється форма кривої ЕМГ, оскільки змінюється число і амплітуда низькочастотних коливань, та частотний склад (спектр) досліджуваного електроміосигналу (ЕМС) – це дозволяє застосувати спектральний аналіз (СА) як додатковий метод діагностики в електроміографії.

Відомі застосування аналогових та цифрових методів обробки сигналів, при дослідженні ЕМС не використовують розкладання його на частотні складові і не оцінюють або вимірюють їх характеристик, а підсилюють, накопичують, виявляють сигнал на фоні шуму, та виділяють його.

В даній роботі наведено метод СА ЕМС, в результаті якого отримано частотний склад досліджуваного ЕМС. Оцінено його амплітудний та фазовий спектри.

Для СА використано безфільтровий метод, заснований на швидкому перетворенні Фур'є (ШПФ), оскільки ШПФ переводить представлення сигналу з часової області в частотну і при цьому отримується високий ступінь точності обчислювальних результатів.

Для СА використано прямокутне вікно оскільки наявний кінцевий запис даних зручно розглядати як деяку частину відповідної безконечної послідовності, видиму через вживане прямокутне вікно.

Аналізом літератури по методу СА визначено наступні його переваги: висока якість діагностики захворювань нервово-м'язової системи, наочне представлення результатів дослідження, уникнення хворобливих для пацієнта (голкова електроміографія) і трудомістких для медпрацівників процедур.

Метод СА уможливорює виявлення, відбирання і оцінку параметрів ЕМС, проведення стиснення даних, виділення інформативних ознак, ідентифікацію об'єктів (визначення частотних, імпульсних та інші характеристик).

Секція:

**Приладобудування**

УДК 681.2

Ваврух І. – ст. гр. РПм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ОПТОПАРИ НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАНЬ ПРИСТРОЮ ДЛЯ  
КОНТРОЛЮ ТОВЩИНИ ГУМОВИХ УЩІЛЬНЕНЬ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Зелінський І.М..

Основу сучасних систем управління і автоматики складають електронні прилади. Проте вони мають серйозні недоліки: низьку заводо захищеність, необхідність надійного екранування апаратури і ліній зв'язку, високу вартість і велику масу кабелів управління і передачі сигналів, труднощі з забезпеченням електричної ізоляції, складність мікромініатюризації таких традиційних елементів, як трансформатори, реле, контакти, перемінні резистори.

Для ефективного використання обчислювальної техніки в процесі управління сьогодні необхідно забезпечити швидкість передачі інформації по лініях зв'язку 108—1010 біт/с, у ЕОМ — 1010—1012 біт/с і обсяг пам'яті, що перевищує ємність мозку людини (приблизно 1013 біт), а сучасна електроніка близька до теоретичної межі по швидкості передачі інформації й обсягу пам'яті запам'ятовувальних пристроїв ЕОМ.

Більша частина зазначених недоліків обумовлена тим, що для передачі інформації в електронних приладах використовуються негативно заряджені частинки – електрони. Тому для успішного вирішення проблем подальшого розвитку інформаційної техніки необхідно застосовувати пристрої, робота яких основана на інших фізичних явищах. Як показують дослідження, широкі можливості розкриває спільне використання електронних та оптичних методів і засобів, тобто перехід від електроніки до оптоелектроніки.

Оптоелектроніка— це розділ науки і техніки, що вивчає як оптичні, так і електронні явища в речовинах, їхні взаємні зв'язки і перетворення, а також прилади, схеми і системи, створені на основі цих явищ.

В оптоелектронних пристроях передача інформації здійснюється електрично нейтральними фотонами, це надає принципові переваги.

На даний час широко використовуються оптоелектронні пристрої діодного типу.

В діодній оптопарі як фотоприйомний елемент використовується фотодіод на основі кремнію, а випромінювачем служить інфрачервоний випромінюючий діод. Максимум спектральної характеристики випромінювання діода приходить на довжину хвилі близько 1 мкм. При опроміненні оптронного фотодіода світлом такої довжини хвилі в ньому виникає генерація пар носіїв зарядів - електронів і дірок. Інтенсивність генерації пропорційна силі світла, а отже, вхідному струму. Статистичний коефіцієнт передачі струму  $K_I$  — відношення різниці вихідного і вихідного темного струмів до вхідного, виражене у відсотках:

$$K_I \approx I_{\text{сux}} / I_{\text{Бх}}$$

Однак швидкодія оптопарі в цілому залежить ще і від швидкодії випромінювача, а також омичного вихідного навантаження. З обліком сказаного реальні значення часу затримки сигналу в діодному оптроні складають близько 1 мкс.

І.Васюра А.С. "Елементи та пристрої систем управління автоматики" 1998р. – 420с.

УДК 681.2

Вовк В. – ст. гр. РК<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО ПРИБОРУ НА ОСНОВІ КРОКОВИХ ДВИГУНІВ ТИПУ ДБМ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Паламар М.І.

В даний час для забезпечення високого рівня сучасних інформаційних комунікацій потрібне використання значної кількості апаратних засобів, параболічних антен зі складними системами наведення. Для забезпечення стійкості сеансів зв'язку необхідна висока точність наведення в поєднанні з достатньою швидкістю позиціонування і можливістю супроводження рухомих об'єктів. Саме ці задачі вирішуються при проектуванні систем керування антенами.

Для реалізації системи керування використовуються мікропроцесорні системи управління. Вони забезпечують велику гнучкість алгоритмів керування, можливість їх легкої зміни шляхом перепрограмування, високу швидкодію і точність роботи.

Об'єктом керування є двохвісний опорно-поворотний пристрій, на якому закріплена антена діаметром 0,5 м. Даний опорно-поворотний пристрій виконаний за азимутально-кутомісною (горизонтальною) схемою. Межі для кутів повороту складають: по азимуту  $0^{\circ} \dots 360^{\circ}$ ; по куту місця  $0 \dots 80^{\circ}$ .

Для обертання антени навколо азимутальної і кутісної осей використовуються співвісні редукторні приводи на базі двигунів безконтактних моментних ДБМ70-0,16-1,5-2 ОСТ В 160.515.083-86 з вбудованим датчиком положення ротора, який використовується для організації зворотнього зв'язку в системі керування.

Для управління пристроєм було спроектовано цифрову схему керування на основі мікроконтролера C8051F340 фірми Silicon Labs з використанням сучасної елементної бази. Внаслідок аналізу можливих схем включення електродвигунів [1] було обрано мікрокроковий режим роботи. Для комутації обмоток використовуються два драйвери A3986 фірми Allegro Microelectronics., які призначені для управління двома зовнішніми Н-мостовими схемами, складеними з МОН-транзисторів з індуктивним n-каналом. Драйвер з інтегрованим мікрокроковим перетворенням дозволяє з високою точністю управляти двофазними кроковими приводами в широкому діапазоні швидкостей обертання, забезпечує формування необхідних часових послідовностей сигналів та необхідний струм в обмотках. Для двох незалежних струмових контролерів опорну напругу формують два двоканалних синусоїдальних цифро-аналогових перетворювачів. За допомогою Н-мостів відбувається генерація  $\sin/\cos$  напруги, що безпосередньо подається на обмотки двигуна. Значна частина функцій схеми перенесена на програмне забезпечення мікроконтролера. За допомогою протоколу RS-485 відбувається передача інформації на головний блок управління.

Використання даної системи забезпечує зменшення похибки позиціонування, підвищення точності наведення, високі енергетичні показники, широкий діапазон регулювання швидкості обертання, дозволяє зменшити апаратну складність та підвищити надійність.

1. Кротенко В. В., Ильина А. Г. Параметрический синтез цифровой системы управления бесконтактного моментного привода с двигателем ДБМ. // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО, 2005. – № 20. – С. 140-146.

УДК 681.2

Гавриш Р. – ст. гр. РК<sub>М</sub>-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПОХИБОК НАВЕДЕННЯ ОПОРНО-ПОВОРОТНИХ ПРИСТРОЇВ АНТЕННИХ СИСТЕМ.

Науковий керівник: к.т.н., доц. Паламар М.І.

Найбільш важливими частинами антенних систем є опорно-поворотні пристрої (ОПП), які служать для наведення антени на досліджуваний об'єкт і його відстежування. Відповідно до схем підвісу ОПП поділяються на пристрої: з азимутально-кутомісною, екваторіальною (полярною) і з карданною (двокутомісною) схемою. Для утримування приймального променя антени з високою точністю у заданому напрямку, а також для наведення та утримування дзеркала в заданій точці простору й забезпечення жорсткої просторової конструкції проведено дослідження та аналіз основних складових похибок ОПП виконаного за азимутально-кутомісною схемою із межами вимірювальних кутів за азимутом  $0^\circ \dots 360^\circ$  та за кутом місця  $0 \dots 80^\circ$ . Результати аналізу наведені в таблиці :

| Назва похибки                                    | Кут    | % вклад (азимут. приводу) | % вклад (кутомісн. приводу) |
|--------------------------------------------------|--------|---------------------------|-----------------------------|
| Похибка датчика ВТ 2.5 $\hat{\Delta}_d$          | 130"   | 5,8%                      | 9,7%                        |
| Похибка муфти $\hat{\Delta}_m$                   | 115"   | -                         | 8,55%                       |
| Похибка циліндричної передачі $\hat{\Delta}_c$   | 10'12" | 45,1%                     | -                           |
| Похибка цифрового перетворювача $\hat{\Delta}_n$ | 11"    | 49,1%                     | 81,75%                      |

Формула для визначення похибки кутомісного приводу:

$$\Delta_{Kyt.} = \Delta_m + \Delta_d + \Delta_n;$$

Формула для визначення похибки азимутального приводу:

$$\Delta_{Az.} = \Delta_c + \Delta_d + \Delta_n;$$

В даній системі використовується синусно-косинусні обертові трансформатори 2.5ВТ (СКВТ). До основних похибок СКВТ належать: похибка відображення синусної (косинусної) залежності, асиметрія нульових точок, ЕРС квадратурної обмотки, залишкова ЕРС в нульових точках, різниця коефіцієнтів трансформації. Додаткові похибки – похибки зумовлені впливом зовнішніх факторів, зокрема зміною температури навколишнього середовища, напруги й частоти живлення, тощо. Причинами їх виникнення є зміна (через вказані вище фактори) магнітної провідності, комплексних опорів обмоток статора і ротора, індуктивних опорів розсіювання тощо.

До основної похибки муфти належить відношення взаємної співвісності валів.

До похибки циліндричної передачі відноситься: кінематична похибка колеса, радіальне биття зубчастого вінця, коливання довжини загальної нормалі, коливання вимірювальної міжосьової відстані за оберт колеса, похибка обкату, накопичена похибка кроку за колесом, також до загальної похибки циліндричної передачі відносимо вплив люфтів. Проаналізувавши основні елементи ОПП, було виявлено, що основними джерелами порушення точності наведення пристроїв антенних систем є похибки: циліндричної передачі  $\Delta_c$ , та схеми цифрового перетворювача  $\Delta_n$  (ЦП). Для покращення точності системи необхідно удосконалити схему ЦП.

УДК 681.2

Гнатишин А. – ст. гр. РП<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УСТАНОВКА ДЛЯ КОНТРОЛЮ ДІАМЕТРУ КУЛЬОК ПІДШИПНИКА**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Паламар М.І.

Автоматизація контролю є одним з найбільш складних питань комплексної автоматизації технологічних процесів. Вона може здійснюватись за двома принципово різними напрямками: автоматизація післяопераційного контролю та автоматизація технологічного (активного) контролю. Другий напрямок є більш прогресивним і перспективним, оскільки в цьому випадку якість продукції забезпечується самим технологічним процесом. Будь яке вимірювання, в результаті якого проводиться певна дія на той чи інший процес, можна віднести до активного контролю.

Для автоматизації поточного виробництва – послідовної обробки (виготовлення) деталей застосовують транспортуючу систему автоматичної лінії, яка за допомогою автоматичних пристроїв проводить завантаження, розвантаження і міжопераційне переміщення оброблюваних деталей з верстату на верстат. Сортивальні механізми контрольних автоматів приводяться в дію за допомогою електромагнітів або соленоїдів, які повертають на відповідний кут заслінки, з метою примусового розсортування деталей, що контролюються по відповідних приймачах.

На сучасному етапі розвитку техніки для керування різноманітними виконавчими механізмами, все ширше використовуються мікропроцесорні системи управління. Вони значно складніші в порівнянні зі звичайними, але поряд з цим дозволяють забезпечити велику гнучкість алгоритмів керування, можливість їх легкої зміни шляхом перепрограмування, дуже високу швидкість і точність роботи.

Установка для контролю діаметру кульок підшипника є вимірювальним обладнанням для забезпечення технологічного процесу складання кулькових підшипників 314. Порівняно з аналогами система повинна забезпечити підвищення точності вимірювання, автоматизацію процесу вимірювання і контролю, програмний аналіз обробки і візуалізацію результатів.

Для спрямування, подачі та встановлення кульок на вимірювальну основу використовуються електромагніти [1]; вимірювання об'єкта контролю відбувається індуктивним датчиком мод. 223 заводу «Калібр», для механізму транспортування вимірювального об'єкта використовується кроковий двигун типу ДШ 40-0,01-22,5.

Роботою установки для контролю діаметру кульок підшипника зокрема подачею, вимірюванням і розсортуванням управляє блок керування. В основі блоку керування лежить використання мікроконтролера ADuC812. За допомогою клавіатури і інтерфейсу задаємо вхідні дані, такі як еталонна деталь. Мікроконтролер ADuC812 використовується для роботи обрахунку установки контролю діаметру кульок підшипника. Результати виводять на індикатори.

Створення автоматизованої системи контролю діаметру кульок підшипника і обробки інформації на ЕОМ з видачею кінцевих результатів необхідна в сучасних умовах роботи для використання в різних галузях промисловості, а також в лабораторіях науково – дослідницьких інститутів.

1. Неразрушающий контроль качества изделий электромагнитными методами Герасимов В. Г., Останин Ю. А., Покровский А. Д. и др. – М.: Энергия, 1978.

УДК 681.2-5

Кирич Т. – ст. гр. РП-41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

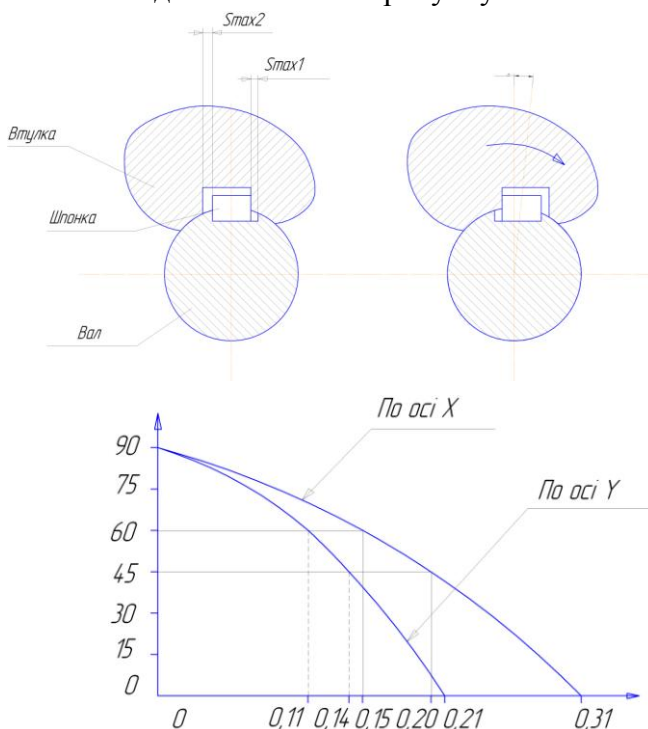
## АНАЛІЗ ПОХИБКИ КУТА ПОВОРОТУ ООП АНТЕНИ АС-3

Науковий керівник: к.т.н., доц. Паламар М. І.

Антенa АС-3 призначена для дистанційного зондування землі, це означає що точність її наведення повинна бути достатньою для супроводу низько орбітальних супутників. Тому для оцінки точності наведення потрібно провести аналіз усіх елементів конструкції які впливають на точність. Підрахунок можна вести імовірнісним методом та методом max-min. Використовуємо метод max-min, його суть заключається в розрахунку максимальних та мінімальних відхилень кута місця від номінального.

Спочатку розраховувались похибка мертвого ходу та кінематична похибка двоступінчастого черв'ячного редуктора з загальним передаточним відношенням 900. Користуючись стандартами що до точності зубчастих передач розраховується похибка мертвого ходу та кінематична похибка для кожної із ступеней. Отримані результати додаються, при чому похибка нищої по порядку ланки множиться на 1/30 та додається безпосередньо до похибки вищої порядком ланки.

Шпонкове з'єднання теж впливає на точність антени. Враховуючи задані конструктором характеристики пазів і шпонок існує ймовірність натягу та зазору. У випадку якщо шпонкове з'єднання виконане з зазором обчислюється максимальне значення похибки, якщо ж зазору немає вважається що це не матиме впливу на кут місця антени і мінімальне відхилення рівне 0. Розрахунок похибки можна представити в вигляді схематичного рисунку.



В завершення розраховується кут закручування валів який виникає під дією ваги ферми та антени. При чому похибка по різних осях буде різною з причини відмінності маси яка діє на кожну з них. В будь якому положенні антени по кожній осі кут закручування валу буде різним, плече в процесі налаштування міняється. Обчислити максимальне і мінімальне значення похибки антени в крайньому положенні тут буде замало, необхідно знати значення відхилення у будь якому положенні дзеркала. Тому підрахувавши кут закручування в декількох станах можна побудувати графік кутів кручення по осі X та Y. Загальна похибка рахується квадратичним додаванням усіх описаних вище похибок. Похибка яка виникла в результаті кручення валів виявилась найбільшою, Маючи її значення в будь

УДК 681.2

Кир'янчук І. – ст. гр. РП<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРИЛАДУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РОЗМІРІВ КОНІЧНИХ ОТВОРІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Зелінський І.М.

В багатьох виробничих задачах необхідно визначати геометричні характеристики об'єктів, що виготовляються або досліджуються. Визначення цих характеристик є складовою частиною контролю за виробничим процесом. В приладобудуванні до 15% трудових затрат приходиться на виконання вимірювань, а в галузях масового виробництва машин біля 40% виробничих операцій приходиться на контроль які забезпечують якість, надійність і взаємозамінність виробів. Контрольовані пристрої виконують функції: управляють роботою обладнання, стенда або установки, сортують готові деталі на групи (по розмірам, вазі і т.д.).

Автоматичним пристроєм для контролю називається пристрій, який без втручання людини при контролі кожного виробу виконує всю сукупність операцій, необхідних для порівняння дійсних фізичних величин з заданими(необхідними), та в залежності від результату такого порівняння сортують деталі на декілька груп або змінюють режим роботи основного технологічного обладнання.

Нами спроектований пристрій для вимірювання конічних отворів. Пристрій належить до контрольно-вимірювальної техніки. Ми автоматизували подачу деталей, їх вимірювання і розсортування. Пристрій призначений для роботи в цехових лабораторіях машинобудівних підприємств, а також в лабораторіях науково-дослідницьких інститутів.

Аналогів даного приладу немає, оскільки повна автоматизація процесу не застосовувалась. Для підвищення швидкості зчитування даних з інкрементного датчика лінійних переміщень застосовано апаратний метод зчитування кількості імпульсів (реверсний лічильник з виводом даних у 12-розрядному двійковому коді). Даний метод найбільш оптимальний для швидкого вводу даних з датчика лінійних переміщень у пам'ять мікроЕОМ. При розробці ми використали мікропроцесор сімейства MSC-51, а саме ADuC812, який має добре спроектовану аналогову частину, що дозволяє з достатньо високою точністю проводити вимірювання контролюючих параметрів. Було підібрано елементи електричної схеми приводу виконавчих механізмів. Також розроблено алгоритм роботи програми для мікроЕОМ, що керує роботою даного приладу. Похибка вимірювання електричної схеми становить 0.05%, що повністю задовільняє поставленому завданню.

1. Измерения в промышленности/ Под ред. П. Профоса, том 1.- М.: Металлургия, 1990.- 492 с.
2. Сорочкин Б. М. Автоматизация измерений и контроля размеров деталей. – Л.: Машиностроение, 1990. – 365 с.
3. Однокристалльні мікро ЕОМ/ Боборикін А. В., Липовецький Г. П., Литвинський В.- М.: МІКАП, 1994 р.- 400 с.
4. Мікропроцесори і мікропроцесорні комплекти інтегральних мікросхем. Справочник в 2-х томах/ Під ред. В. А. Шапкова. - М.: Радіосвязь, 1988. - 360 с.



УДК 681.2

Кусий Ю. – ст. гр. РК<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОПОРНО-ПОВОРОТНИМ ПРИСТРОЄМ ДЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Паламар М.І.

Сьогодні, поряд з розвитком вітроенергетики та енергії біомас, в усьому світі росте інтерес до використання ще одного природного джерела енергії — сонця. Вже сьогодні, сонячні батареї й сонячні колектори малої потужності користуються попитом серед багатьох приватних господарств в усьому світі, особливо там, де використання традиційних джерел енергії неможливе або дуже дорого коштує.

Щоб забезпечити повну віддачу від сонячної батареї її потрібно наводити за сонцем. Зміна кута падіння сонячних променів на 30 градусів від перпендикулярної до сонячної батареї є наслідком падіння потужності на 25% від загальної. На сучасному етапі розвитку техніки для керування різноманітними виконавчими механізмами, в тому числі і опорно-поворотними пристроями сонячних батарей, все ширше використовуються мікропроцесорні системи управління.

На даний час найпоширенішим методом керування опорно-поворотних пристроїв для орієнтації сонячних батарей є наведення батареї знаючи положення сонця в певний момент часу. Ці системи є дорогими бо включають в себе датчики кута повороту і недешеве обладнання для обробки цієї інформації. В лабораторії ПВ створений навчальний стенд на базі маніпулятора відеокамери. До якого під'єднаний навчальний стенд за допомогою якого відпрацьовується новий алгоритм роботи.

Нова система керування буде менш затратною в плані фінансовому вона не використовуватиме датчиків кута повороту і дорогої оброблювальної апаратури.

Датчиками освітленості являються фотодіоди ФД-256 вихідним параметром такого датчика ступінь який ми перетворюючи в напругу подаємо на підсилювач. З підсилювача сигнал подається на АЦП контролера де він і обробляється.

Обробка полягає в тому: при зменшенні вихідної потужності на виході сонячної батареї вмикається опитування датчиків освітленості з яких знімається сигнал і порівнюється, таким чином контролер задіює певні ключі які вмикають двигуни постійного струму і наводять систему.

Для управління системою використовуватиметься мікроконтролер Atmega8 тому його характеристики повністю задовольняють потреби системи одним з таких мала потужність споживання наявність режиму сну і він набагато дешевший за контролери що стоять на аналогічних системах.

Отже даний алгоритм роботи показав свою ефективність основною задачею на даному етапі залишилось вдосконалення схеми технічних засобів обробки також практика засвідчує що використання сонячних батарей набагато ефективніше з вітровими генераторами.

1. Голіцин М.В. Голіцин А.В. Альтернативні енергоносії. Л.: Машиностроение, 1995. – 701с.

2. Гладковий Н.Б. Сонячний дім. – М., Москва Стройзат, 1981.- 356 с

УДК 681.2.08

Малюта М. – ст. гр. РП – 41

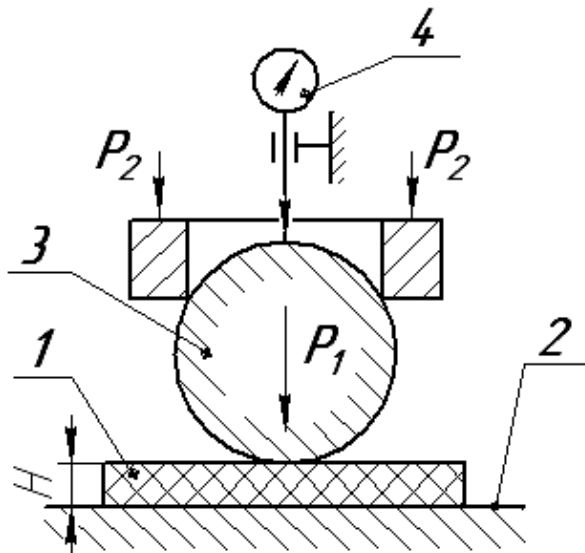
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РОЗМІРІВ ДЕТАЛЕЙ ІЗ НИЗЬКОМОДУЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Науковий керівник: старший викладач Наконечний Ю. І.

Даний тип вимірювальних приладів повинен мати високу точність. Помилка, наприклад, в 5 мкм при вимірюванні плівки товщиною 50 мкм може призвести до пере розходу матеріалу і помилці в 10% при визначенні характеристик плівочних низькомо- дульних матеріалів.

В спроектованому приладі для вимірювання розмірів деталей із низькомо- дульних еластичних матеріалів (наприклад з поліетилену, поліаміду, гуми та інш.) використаний метод вимірювання, описаний в авторському свідоцтві SU 1601503.



Підвищення точності вимірювання досягається завдяки врахуванню величини пружної деформації матеріалу вимірюваної деталі під дією вимірювального зусилля. При вимірюванні товщини Н виробу 1 з еластичного матеріалу (рис.1) до неї прикладається перше зусилля  $P_1$  через сферичний індентор 3, а потім збільшують навантаження на індентор 3 до величини, відповідної до другого значення заданої сили  $P_2$ . Сили  $P_1$  і  $P_2$  повинні діяти на матеріал в межах пружних деформацій матеріалу. Товщина виробу 1, визначається по формулі:

$$H = H_1 - H_{12}[(P_2/P_1)^{2/3} - 1]^{-1}$$

де  $H$  – товщина виробу;  $H_1$  – відстань від індентора 3 до основи 2 при дії сили

$P_1$ ;  $H_{12}$  – переміщення індентора 3 при збільшенні сили від  $P_1$  до  $P_2$ .

Спроектований прилад дозволяє підвищити точність вимірювання товщини полімерних плівок, оскільки пружна деформація останніх під дією вимірювального зусилля індентора може складати 20 – 50% вимірюваного розміру. Він також може використовуватись і в інших випадках при вимірюванні розмірів деталей виготовлених з еластичних матеріалів, що легко деформуються.

Особливістю приладу є те, що шток на якому кріпиться індентор, зрівноважується спеціальним механізмом, а прикладання сил  $P_1$  і  $P_2$  здійснюється за допомогою змінних вантажів, що дозволяє розширити номенклатуру вимірювальних матеріалів.

Прилад є стаціонарним, простим в експлуатації і ремонті. Процес вимірювання автоматизований. Результати вимірювання обробляються на ЕОМ. При застосуванні сферичного індентора 3 радіусом 1,5 мм, та індуктивного давача переміщень типу MEGATON EVT1, з граничною похибкою 0,002 мм, похибка вимірювання на спроектованому приладі не перевищує 1,5%.

УДК 658.56

Наконечна Л. – ст. гр. КТм-51, Керенцева О. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ**

Науковий керівник: к.е.н., доц. Гащин Є.В.

Сучасні умови господарювання вимагають від кожного підприємства запровадження і дотримання належного (дійового) комплексного механізму управління якістю продукції. Визначальними елементами цього специфічного менеджменту, що справляють найбільш істотний вплив на процес постійного забезпечення виробництва і постачання на ринок конкурентоспроможної продукції, є: стандартизація і сертифікація виробів; внутрішніх систем якості; державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил і відповідальність за їх порушення; внутрішньовиробничий технічний контроль якості. Під стандартизацією розуміють визначення і застосування єдиних правил з метою упорядкування діяльності у певній галузі. Стосовно продукції стандартизація охоплює:

- установлення вимог до якості готової продукції, а також сировини, матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих виробів;
- розвиток уніфікації і агрегування продукції як важливої умови спеціалізації і автоматизації виробництва;
- визначення норм, вимог і методів у галузі проектування та виготовлення продукції з метою забезпечення належної якості і недопущення невинновданой різноманітності видів і типорозмірів виробів однакового функціонального призначення;
- формування єдиної системи показників якості продукції, методів її випробування та контролю; забезпечення спільності термінів вимірювань і позначень;
- створення єдиних систем класифікації і кодування продукції, носіїв інформації, форм і методів організації виробництва;

Стандартизація продукції здійснюється за певними принципами, основними з яких є: урахування рівня розвитку науки і техніки, екологічних вимог, економічної доцільності та ефективності виробництва для виготовлювача, користі та безпеки для споживачів і держави в цілому; гармонізація з міжнародними, регіональними, а у необхідних випадках – з національними стандартами інших країн; взаємозв'язок і узгодженість нормативних документів усіх рівнів; придатність останніх для сертифікації продукції; участь у розробці нормативних документів усіх зацікавлених сторін-розробників, виготовлювачів, споживачів, органів державної виконавчої влади; відкритість інформації щодо діючих стандартів та програм робіт по стандартизації з урахуванням чинного законодавства.

Результати стандартизації знаходять відображення у спеціальній нормативно-технічній документації. Основними її видами є стандарти і технічні умови – документи, що містять обов'язкові для продуцентів норми якості виробу і засоби їх досягнення (набір показників якості, рівень кожного з них, методи і засоби вимірювання, випробувань, маркування, упаковки, транспортування і зберігання продукції). Застосовувана на підприємствах нормативно-технічна документація охоплює певні категорії стандартів, які відрізняються ступенем жорсткості вимог до виробів і сукупністю об'єктів стандартизації.

УДК 621.391.7:616.8

Перун О. - ст. гр. ПМЗпм-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПОБУДОВА УЗГОДЖЕНОГО ФІЛЬТРУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ КОМПЛЕКСУ "СПАЙК-ХВИЛЯ" ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМИ**

Науковий керівник: д.т.н. Яворський Б І.

Електроенцефалографія є важливим: методом аналізу електричного поля мозку людини для визначення нормального або патологічного функціонування мозку. Потреба у діагностиці на початкових етапах для відвернення та запобігання розвитку хвороб мозку, зокрема, епілепсії, робить методи електроенцефалографії необхідним інструментом у руках лікаря. Лише електроенцефалографія може дати реальну картину (патологічної) електричної діяльності мозку на початкових етапах хвороби, коли інші методи, ще не знаходять патологій у будові мозкових тканин.

За отриманою електроенцефалограмою (ЕЕГ) робиться висновок про наявність епілепсії за присутності у ній елементів епілептиформової активності: гострих хвиль, епайків, комплексів "спайк - хвиля", гостра "хвиля -повільна хвиля".

Єдиним методом, на основі якого кваліфікований лікар має право робити висновок щодо результатів дослідження, є візуальний аналіз ЕЕГ [1]. При цьому лікар, спираючись на свої знання та досвід, проглядає всі відведення відібраної ЕЕГ. Найбільш складним є знаходження епілептиформових коливань на фоні нормальної ЕЕГ, коли вони проявляються на тлі фонові активності. Важливими висновками є час виникнення коливання, його розповсюдження на кілька каналів, топічна локалізація. По результатам такого дослідження лікар робить висновок щодо наявності патології та визначає її характер. Під час такого візуального аналізу лікар стикається з багатьма труднощами, що викликані зростанням кількості каналів ЕЕГ, що одночасно реєструються у реальному часі [2]. А також тривалим моніторингом ЕЕГ (від однієї години до кількох діб, або до кількох тижнів). У зв'язку з цим на перший план виходить потреба у системах, які здатні автоматично виявляти епілептиформові феномени у ЕЕГ.

Відомим методом автоматичного виявлення сигналів із відомими параметрами є узгоджена фільтрація [3]. Для побудови узгодженого фільтру необхідно отримати статистику комплексів зі "спайк - хвилею", що уможливить визначення імпульсної характеристики фільтру. Імпульсна характеристика узгодженого фільтру визначається формою комплексів "спайк - хвиля", а його АЧХ пропорційна амплітудному спектру комплексів "спайк - хвиля". На виході узгодженого фільтру отримуватимемо амплітудні піки, що відповідають появі комплексів "спайк - хвиля". Використовуючи узгоджений фільтр для всіх каналів ЕЕГ, визначається топічна локалізацію патологічних ділянок у будові мозкових тканин,

Для тестування запропонованого методу виявлення комплексів "спайк - хвиля" засобами Matlab побудовано узгоджений фільтр (filter design toolbox), що випробувано на ЕЕГ сигналах з відомими моментами появи комплексів "спайк - хвиля" з електронної бази біомедичних сигналів MIT-BIH Arrhythmia Database.

1. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии) / Л.Р. Зенков — Таганрог: Издательство ТРТУ, 1996. — 358 с. 2. Baillel S. Electromagnetic brain mapping / Baillel S. et al // IEEE Signal Processing Magazine. — 2001. — Vol. 18, №6. — P. 14-30. 3. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов / В.И.Тихонов. — М. Радио и связь, 1983. — 320 с.

УДК 681.2

Питляр Л. – ст. гр. РПм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКА В УСТАНОВКАХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЗУЧОСТІ ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВОК ПІД ДІЄЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Паламар М.І.

На сьогоднішній час будь-яка автоматизація передбачає керування технологічними процесами на основі збору, обробки та накопичення інформації. Тому невід'ємну частину автоматичних пристроїв і автоматизованих систем управління (АСУ) складають засоби вимірювання. Застосування АСУ процесами вимагає вимірювати в цілому близько 2000 фізичних, хімічних і інших величин. Виміри роблять за допомогою різноманітних датчиків, виконують функцію первинного елемента, який сприймає інформацію від об'єкта і на основі цього для передачі до каналу зв'язку на обчислювач. Якщо на датчики будуть впливати різні чинники навколишнього середовища, що спричинять недостатню швидкість, велику похибку, низьку надійність, то і вся система незалежно від ступеня досконалості обчислювальних пристроїв буде працювати незадовільно. Саме датчики визначають саму можливість і якісний рівень роботи автоматичних ліній. Це – початкові постачальники інформації, їх похибка не може бути скоригована ніякими наступними пристроями.[1]

Для даної установки вибираємо потенціометричний датчик переміщення марки ММ10-10 заводу "MEGATRON", який є недорогим і перш за все простим у користуванні і малогабаритний. Принцип дії датчика заснований на перетворенні механічного переміщення в електричний сигнал.

Важливою характеристикою якості потенціометричного датчика є плавність зміни вихідної напруги. При переміщенні движка по обмотці потенціометра відбувається стрибкоподібна зміна опору, оскільки движок як би перескакує з одного витка на інший. Це призводить до того, що залежність вихідної напруги від переміщення має ступінчастий вигляд. Число ступенів пропорційна, а їх висота обернено пропорційна числу витків обмотки. Реальна вихідна характеристика має відхилення від ідеальної (пальної, безступінчастої) як вгору, так і вниз. Отже, похибка, викликана ступінчаністю, може бути як позитивною, так і негативною і становить половину напруги  $U_{\text{в}}$ , що припадає на один виток намотування. Якщо позначити через  $W$  загальне число витків потенціометра, то  $U_{\text{в}} = U/W$  і похибка ступінчаності  $\Delta \leq U/(2W)$ . [2]

Мікроконтролер ADuC841 обробляє отриманий з датчика сигнал, а потім перетворює його в цифровий код, після чого передає цей код на рідкокристалічний дисплей, або через RS 232 на персональний комп'ютер.

Дані потенціометричні датчики мають ряд цінних властивостей, (простота конструкції, можливість отримання лінійних характеристик перетворення, висока точність, мала схильність перешкодам з боку електромагнітних полів, можливість роботи як на постійному, так і на змінному струмі), що зумовили їх широке застосування в пристроях автоматики і телемеханіки.

1. Виглеб Г. Датчики. — М.: Мир, 1989. — 138с.
2. Тихонов О.І., Осадчий О.П. «Проектування пристроїв автоматики і телемеханіки».

УДК 681.2

Рудяк О. – ст. гр. РП<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІАЛЬНОГО БИТТЯ ГАЛЬМІВНОГО БАРАБАНА**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Яворська М.І.

У техніці значна увага приділяється точності виготовлення, як окремих деталей, так і точності складання машин загалом. Відхилення форми і розташування поверхонь, поряд з відхиленнями розміру і шорсткістю, є основними характеристиками геометричної точності деталей та з'єднань. Вони здійснюють суттєвий, а часом і вирішальний вплив на якість зборки та правильне функціонування машин і приладів [1].

У деталей типу тіл обертання найбільш часто нормується радіальне биття, що являє собою сумарне відхилення форми і розташування поверхні цих деталей, які понижують не тільки експлуатаційні, але й технологічні показники виробів.

Радіальне биття — різниця найбільшої і найменшої відстаней від точок реальної поверхні до базової осі обертання в січенні, перпендикулярному до цієї осі. Виникає внаслідок зміщення центра (ексцентриситету) січення відносно осі обертання і відхилень від круглості.

В наш час інженерна діяльність тісно пов'язана з використанням персональних комп'ютерів і мікропроцесорів. Тому для даного дослідження використаний прилад для визначення та контролю радіального биття гальмівного барабана легкового автомобіля. Керуванням процесом вимірювання приладу здійснюється ЕОМ за допомогою однокристального мікроконтролера ADuC841. Мікроконтролер вимірює радіальне биття гальмівного барабана за допомогою індуктивних вимірювальних перетворювачів, управляє силовими приводами установки (кроковим двигуном, електромагнітним приводом) та пересилає отримані дані на ЕОМ, де проводиться аналіз та висновки про придатність деталі.

Щоб дослідити точність приладу для визначення та контролю радіального биття гальмівного барабана доцільно всі похибки елементів приладів розділити за основним причини їх виникнення. Такий поділ дозволяє для кожного групи похибок розробити свої методи врахування їх впливу на загальну похибку приладу, а також створювати прийоми усунення дії цих похибок або зменшення їх впливу [2].

В цьому разі встановлення за результатами дослідження приладу закономірності вимірювання систематичних похибок може мати дуже складний вид, що утруднює можливість аналізу цих похибок [3]. Отже, при використанні гармонійного аналізу, який дозволяє шляхом визначення амплітуди і початкових фаз складових гармонік виявити джерела виникнення похибок і врахувати кожен із них.

1. Палей М.А. Отклонение формы и расположения поверхностей. — М.: Изд-во стандартов, 1973. — 244 с.
2. Рудзит Я. А., Плуталов В. Н. Основы метрологии, точность и надежность в приборостроении: Учеб. пособие для студентов приборостроительных специальностей вузов. — М.: Машиностроение, 1991. — 304 с.
3. Коротков В.П., Тайц Б.А. Основы метрологии и теории точности измерительных устройств - М.: Издательство стандартов, 1978. — 352с.

Секція:

Фізика

УДК 520.2, 523.9

Бахуринський О. – ст. гр. СП-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **НОВІТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОСМІЧНОГО ПРОСТОРУ З ДОПОМОГОЮ ОРБІТАЛЬНИХ ОБСЕРВАТОРІЙ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Крамар О.І.

Розвиток сучасних енергетичних технологій, а також засобів зв'язку, зокрема супутникового, необхідність їх надійної та чіткої роботи, вимагає достовірної інформації про процеси, які відбуваються на Сонці. Крім того, найближча до нас зоря суттєво впливає на процеси життєдіяльності біологічних організмів. Зокрема, добре відомо про деструктивний вплив на самопочуття та здоров'я людей із захворюваннями серцево-судинної системи збурення у магнітному полі Землі під дією змінної сонячної активності. Таким чином, докладне вивчення процесів на Сонці, їх пояснення та прогнозування є актуальним та важливим завданням сучасної науки.

Для дослідження і вивчення сонячної активності була створена і відправлена на орбіту 11 лютого 2010 року обсерваторія сонячної динаміки (англ. Solar Dynamics Observatory, SDO) - космічна обсерваторія NASA для вивчення Сонця, програма роботи якої розрахована на 5 років. В рамках програми «Життя із Зіркою» (Living With a Star, LWS) метою функціонування SDO є розуміння впливу Сонця на Землю і навколоземний простір шляхом вивчення сонячної атмосфери у масштабах часу і простору з допомогою фіксації випромінювання на багатьох довжинах хвиль одночасно. У доповіді аналізуються зроблені SDO найновіші знімки сонячних процесів, їх використання для найрізноманітніших напрямків наукових досліджень.

Також у даній роботі детально розглядається один з найновіших орбітальних космічних телескопів для дослідження розвитку галактик та хімічного складу атмосфери і поверхні тіл Сонячної системи "Herschel". Телескоп "Гершель", запущений 14 травня 2009 року з допомогою ракети-носія «Аріан-5», - перша космічна обсерваторія для повномасштабного вивчення інфрачервоного випромінювання в космосі. Телескоп-рефлектор з дзеркалом діаметром 3,5 м, виготовленим з карбїду кремнію, - найбільший на даний час космічний телескоп. Завдяки використанню сучасних матеріалів маса телескопа суттєво менша за масу аналогічних апаратів. Крім того, фізичні властивості карбїду кремнію дозволяють контролювати форму дзеркала з точністю до 10 мкм. Дзеркало складається з 12 елементів, випромінювання фокусується на три прилади з датчиками, що мають наднизьку температуру (через невелику кількість гелію на борту обсерваторії час її роботи на орбіті триватиме приблизно 3 роки). У доповіді аналізуються недавні результати спостереження космічного простору з допомогою телескопу "Гершель".

У підсумку зазначимо, що науково-технологічний прогрес вимагатиме у найближчі роки виведення на орбіту нових космічних обсерваторій (наприклад, готується запуск телескопу імені Джеймса Вебба), тому можна прогнозувати значну кількість цікавих та важливих астрофізичних відкриттів.

У доповіді використано матеріали web-сайтів:

<http://sdo.gsfc.nasa.gov>, <http://sci.esa.int>,

<http://galspace.spb.ru>, <http://ru.wikipedia.org>.

УДК 535.37; 539.219.3

Полудняк О. – магістранти Ф-62

Кам 'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

## **ОТРИМАННЯ ZNS ДЛЯ ОПТОЕЛЕКТРОНІКИ МЕТОДОМ ГАЗОВОГО ТРАНСПОРТУ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н. Оптасюк С.В.

У зв'язку з високою потребою в засобах відображення інформації і їх активним розвитком цинк-сульфідні люмінофори користуються все більшим попитом. У той же час розширення сфери застосування висуває ряд жорстких вимог до їх характеристик, серед яких відтворюваність і стабільність спектральних характеристик, висока яскравість світіння, і звичайно ж, отримання люмінофорів з певними спектральними характеристиками. Тому при синтезі люмінофорів, які задовольняють сучасним вимогам, виникає необхідність отримання додаткових даних про вплив таких параметрів як температурний режим, та ін. на електрооптичні властивості люмінофорів.

В роботі було отримано полікристалічний ZnS:Cu та проведенні дослідження його люмінесцентних властивостей. Для вирощування ZnS використано метод газового транспорту у вакуумованих кварцевих ампулах. Вибір такого методу обумовлений тим, що у насичених парах сірки цинк має достатню дифузію під дією градієнта температур із області випаровування в область конденсації. Для реалізації процесу вирощування ZnS в області їх росту встановлювали температуру біля 1100°C. Значення температури підбирались, таким чином, щоб температура синтезу відповідала температурі фазового переходу в ZnS. Технологічний процес синтезу кристалів проводили у двозонних електропечах опору.

Проведенні дослідження люмінесцентних властивостей отриманих зразків показали, що всі зразки володіють ефективною люмінесценцією в синьо-зеленій області спектру. Аналіз форми спектрів вказує на те, що отримані спектри складаються як мінімум з двох і більше індивідуальних смуг люмінесценції. Розклад спектрів ФЛ на індивідуальні смуги за допомогою методу Алєнцева-Фока показав, що в усіх спектрах присутні смуги  $\lambda_{\max} \sim 430, 455, 515-520$  нм. Інтерпретація смуг люмінесценції з максимумами в області 505-520 нм неоднозначна. Випромінювання з  $\lambda_{\max} = 510$  нм та  $\lambda_{\max} = 430$  нм часто пов'язують з самоактивованою люмінесценцією, або ж домішкою кисню. Формування смуг з  $\lambda_{\max} \sim 455$  нм і смуги  $\lambda_{\max} \sim 520$  нм у спектрах люмінесценції ZnS при введенні в нього Cu обумовлено центрами випромінювання, що включають  $\text{Cu}^+$  і  $\text{Cu}^{2+}$ , відповідно [1]. Також дослідження показали, що деградаційні процеси, які протікають в матеріалі призводять тільки до перерозподілу інтенсивності випромінювання між існуючими центрами випромінювання.

Таким чином, встановлено, що отриманні зразки володіють ефективною люмінесценцією в синьо-зеленій області спектру. Також показано, що деградаційні процеси, які протікають в матеріалі призводять тільки до перерозподілу інтенсивності випромінювання між існуючими центрами випромінювання.

1. Yu.Yu.Bacherikov, I.P.Vorona, A.A.Konchits, S.V.Optasyuk, S.V.Kozitskiy, K.D. Kardashov, The paramagnetic and luminescence properties of single-stage synthesized ZnS:Cu. Functional Materials -V.17, N 2, -2 010. –P. 1-6.



УДК 551.594.5

Бачинський Т. – ст. гр. СП-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ФІЗИКА ФЕНОМЕНУ AURORA BOREALIS**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Крамар О.І.

Людство знайоме з явищем Aurora Borealis багато століть, однак полярне сяйво, у тому числі через естетичну привабливість, залишається цікавим і для сучасного суспільства. У загальних рисах механізм утворення полярного сяйва описаний досить давно, проте невіршених деталей, як і раніше, багато. Істотний прорив у розумінні цього явища став можливий завдяки групі супутників "Cluster", які досліджують магнітне поле Землі. Метою даної доповіді було вивчення принципів виникнення, перебігу та зникнення полярного сяйва.

Насамперед варто відзначити, що цей ефект не є суто земним явищем. Наявність атмосфери і планетарного магнітного поля є достатніми умовами для виникнення Aurora Borealis на будь-якому небесному тілі (вказемо тут на роль телескопу "Хаббл" при дослідженні полярного сяйва на Юпітері та Сатурні). Незважаючи на значний поступ в розумінні явища, все ще малодослідженим залишається питання, що "запускає" механізм прискорення заряджених частинок, результатом якого стає свічення у верхніх шарах атмосфери? Адже полярне сяйво не є присутнім на небі постійно - воно з'являється лише час від часу.

Полярне сяйво виникає коли заряджені частинки сонячного вітру (воднево-гелієва плазма, яка надходить від Сонця) прискорюються за рахунок магнітного поля Землі у так-званій "розгінній зоні" і спрямовуються у верхній шар земної атмосфери. Саме тут розігнані частинки зазнають зіткнень з атомами і молекулами іоносфери. Значна частина енергії при зіткненні вивільняється у вигляді світла (за рахунок люмінесценції), яке ми і бачимо, коли спостерігаємо полярне сяйво. Колір свічення залежить від збудження атомів та молекул тих чи інших газів у атмосфері (кисню, азоту тощо). Сьогодні вченим відомо, що крім магнітного поля Землі, важливу роль у прискоренні заряджених частинок відіграють також електричні поля.

За формою полярні сяйва не є завжди ідентичними. Трапляється дифузне сяйво з дугами від однієї точки горизонту до іншої, а також промені, стрічки, корони, плями тощо. Тривалість полярного сяйва можлива від декількох хвилин до кількох діб. Деякі форми полярного сяйва підпорядковані квазіперіодичним і когерентним тимчасовим варіаціям інтенсивності. Ці полярні сяйва з приблизно стаціонарною геометрією і швидкими періодичними варіаціями, які відбуваються синфазно, називаються мінливими полярними сяйвами. Варто також вказати, що існують зони полярних сяйв, в яких частота їх появи у нічний час (за даними спостерігачів у фіксованій точці на поверхні Землі) є максимальною. Ці зони-пояси (авроральні овали) охоплюють магнітні полюси Землі (які не співпадають з географічними) і розташовуються поблизу 67° північної і південної широти, а їхня ширина складає близько 6°. Під час аномальної сонячної активності межі зон спостереження можуть суттєво розширюватися (на 10-20°). У підсумку відзначимо, що недавній запуск Solar Dynamics Observatory, ймовірно, допоможе також детальніше дослідити вплив сонячної активності на феномен полярного сяйва.

*У доповіді використано матеріали web-сайтів:*

[www.astrogalaxy.ru](http://www.astrogalaxy.ru), [www.spacetelescope.org](http://www.spacetelescope.org), [www.npblog.ua](http://www.npblog.ua), <http://ru.wikipedia.org>.

УДК 621.326

Гудований І., Дунець Б., Мудрий І. – ст. гр. РП-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РАДІАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ МІКРОРАЙОНУ “ЦЕНТР”**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Скоренький Ю.Л.

Питання радіаційного забруднення навколишнього середовища залишається одним з найбільш актуальних. Дане дослідження продовжує моніторинг радіаційного забруднення в центрі районі міста Тернополя, який періодично проводиться на кафедрі фізики ТНТУ. Моніторинг було проведено з допомогою радіометрів бета- та гамма-випромінювання. Один із використаних радіометрів, РКСБ-104 “Белвар”, призначений для вимірювання потужності польової еквівалентної дози гамма-випромінювання, вимірювання щільності потоку бета-випромінювання з забруднених радіонукліда поверхонь одягу, житлових приміщень, продуктів харчування, "дарів лісу", вимір питомої активності радіонуклідів цезій-137 в речовинах. У дозиметрі РКСБ-104 є звукова сигналізація про перевищення потужності польової еквівалентної дози гамма-випромінювання, встановленої споживачем контролю. В ньому вмонтований цифровий індикатор, що значно полегшує роботу. Прилад автоматично підраховує середнє значення показів за кожні 200с. Діапазон вимірюваної дози гама-випромінювання – від 10 до 9999 мкР/год. Також використовувався дозиметр “Белла” - побутовий дозиметр популярний в середині 1990-х років, призначений для оцінки потужності дози гамма-випромінювання, а також для вимірювання потужності польової еквівалентної дози (ПЕД) гамма-випромінювання по цифровому табло. Як датчик використовується один лічильник Гейгера типу СБМ-20.

Як і в попередні роки, заміри проводились приблизно через кожні 130 метрів вздовж головних вулиць мікрорайону. Вимірювання періодично проводилися впродовж двох місяців - березня і квітня. Результати вимірювань радіаційного фону були опрацьовані, середньостатистичні дані були нанесені на карту мікрорайону і проаналізовані. Наявність даних, отриманих при проведенні ідентичних замірів минулого року, дозволила встановити залежність радіаційного фону від місцезнаходження та відповідності їх нормам радіаційної. При аналізі враховувались чинники, котрі могли б вплинути на результати проведених вимірів, наприклад покриття доріг, забудова, інтенсивність руху та ін. На основі аналізу результатів вимірювань та побудованої карти радіаційного фону ми встановили, що в різних точках мікрорайону радіаційний фон суттєво відрізняється. Можливі причини нерівномірності радіаційного фону та самого радіаційного забруднення висвітлено в доповіді.

### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. ДНАОП 0.03-3.24-97 Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) // Київ: МОЗ України, 1998. – 134 с.

УДК 37.016:53

Барановська Т.–магістрантка 62-Ф

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка*

## **ОСОБИСТІСНА ОРІЄНТАЦІЯ ЯК МЕХАНІЗМ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ**

Науковий керівник: д.п.н., професор Атаманчук П. С.

Компетентнісний підхід в освіті означає проблему, яку можна класифікувати як таку, що відображає головну цільову спрямованість розвитку сучасної освітньої системи в державі і стосується всіх рівнів її реалізації. Орієнтації на компетентність докорінно змінює суть системи освіти, проектуючи принципово інший кінцевий її результат.

Особистісна орієнтація при навчанні фізики може слугувати базовим механізмом, здатним забезпечити функціонування всіх рівнів компетентностей. Врахування особистісних характеристик учнів забезпечує успішність навчального процесу, зокрема процесу вивчення фізики. Активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів, застосування інноваційних технологій та активних методів навчання на уроках фізики сприяє формуванню цілісного простору, в основі якого — саморозвиток, самотворення та самореалізація особистості учня. Залучення учня до активної навчально-пізнавальної діяльності є основою переходу на пошуково-креативні технології навчання фізики. Навчальна інформація «привласнюється» учнем в результаті взаємодії з власним досвідом і стає основою наукового мислення, свідомості, сприяє формуванню власного бачення проблеми та вибору шляхів для її вирішення.

Впровадження компетентнісного підходу в процесі вивчення фізики диктує необхідність формування на його основі і процесу професійної підготовки вчителя фізики. Необхідно змінити позицію вчителя: забезпечення сучасної якості освіти за рахунок збільшення інформації, яка засвоюється учнями, на позицію «педагогічної підтримки», яка продиктована сучасними вимогами щодо організації навчання. За таким навчанням акцент робиться не на програмний матеріал, а на організацію індивідуальної інтелектуальної діяльності кожного учня.

Сьогодні визначення поняття ключових компетентностей стосується не тільки питань змісту освіти, воно зачіпає всю соціальну сферу суспільства, яке передбачає формування в молоді певних навичок для життя та діяльності. Саме компетентності розв'язують життєво важливі проблеми, оскільки дозволяють оперувати здобутими у школі знаннями, надають можливість застосовувати їх упродовж всього життя.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 1999. - 174 с.
2. Атаманчук П.С., Семерня О.М. Методичні основи управління навчанням фізики. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2005. - 196 с.
3. Франчук Т.Й. Цілісний освітній простір: педагогічні основи його формування. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, інформаційно-видавничий відділ, 2009. - 244 с.

УДК 621.315.592

Вашук Н. – ст. гр. ПБ-12

Луцький національний технічний університет

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗСІЯННЯ НОСІЇВ ЗАРЯДУ В ОДНОВІСНО ДЕФОРМОВАНИХ КРИСТАЛАХ КРЕМНІЮ ТА ГЕРМАНІЮ З ГЛИБОКИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ РІВНЯМИ**

Науковий керівник: Луцьов С.В.

Вивчення основних закономірностей тензоефектів в багатодолинних напівпровідниках з глибокими енергетичними рівнями технологічного і радіаційного походження є актуальним в теоретичному, так і в прикладному аспектах. В прикладному відношенні роль глибоких рівнів важлива при використанні електричних, рекомбінаційних, оптичних, резонансних та інших фізичних властивостей напівпровідників. Дослідженню впливу одновісної пружної деформації на зміну рухливості носіїв заряду в напівпровідниках з домішковими рівнями мілкового залягання присвячено ряд теоретичних та експериментальних робіт, на відміну від домішкових станів з глибокими енергетичними рівнями, поведінка яких при деформації може бути досить складною.

В нашій роботі досліджувався п'єзоопір кристалів  $n-Ge$  з вихідною концентрацією носіїв заряду  $n = 3 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$  і глибоким енергетичним рівнем золота  $E_c - 0,2 \text{ eV}$  та п'єзоопір кристалів  $n-Si$  з вихідною концентрацією носіїв заряду  $n = 1,1 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$  і глибоким енергетичним рівнем  $E_c - 0,17 \text{ eV}$ , що належить  $A$ -центру. В  $n-Ge$  глибокі рівні вводились легуванням кристалів германію домішкою золота (в процесі вирощування), а в  $n-Si$  - опроміненням  $\gamma$ -квантами  $Co^{60}$  дозою  $1,9 \cdot 10^{17} \frac{\text{Кв.}}{\text{см}^2}$ . Враховуючи експериментальні дані п'єзоопору кристалів  $n-Ge$  та  $n-Si$  з глибокими енергетичними рівнями і теоретично отриманий вираз залежності рухливості носіїв заряду від одновісного тиску при наявності глибоких енергетичних рівнів, були одержані відповідні залежності при різних фіксованих температурах для кристалів  $n-Ge$  та  $n-Si$  з глибокими енергетичними рівнями  $E_c - 0,2 \text{ eV}$  та  $E_c - 0,17 \text{ eV}$ . При великих значеннях механічної напруги  $X$  рухливість носіїв заряду буде визначатися лише тими долинами зони провідності, які виявились нижніми при деформації кристалів  $n-Ge$  та  $n-Si$ . Самі ж залежності рухливості носіїв заряду  $\mu = f(X)$  для різних температур при великих значеннях механічної напруги  $X$  в  $n-Ge$  з глибоким енергетичним рівнем золота  $E_c - 0,2 \text{ eV}$  характеризуються майже єдиним значенням плато, а в  $n-Si$  з глибоким енергетичним рівнем  $E_c - 0,17 \text{ eV}$  значення відповідного плато функції  $\mu = f(X)$  з підвищенням температури монотонно збільшується, що пояснюється наявністю міждолинного розсіювання  $f$ -типу в  $n-Si$  і відсутністю даного виду розсіювання в  $n-Ge$ .

Отримані результати вказують на те, що при даній концентрації глибоких центрів в кристалах  $n-Si$  та  $n-Ge$  залежності рухливості носіїв заряду від одновісного тиску при різних температурах при сильних одновісних деформаціях за характером є подібними до відповідних залежностей у відносно чистих кристалах  $n-Si$  та  $n-Ge$  без глибоких рівнів в умовах переважно фононного розсіювання.

УДК 697.328

Домбровський Т.

Національний технічний університет України «КПІ»

## **ЕЛЕКТРООПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ**

Науковий керівник: асист. Шовкалюк Ю.В.

Автономне електроопалення має ряд переваг: воно просто і швидко монтується та управляється, безшумне, безпечне, надається можливість місцевого регулювання. Побутове електроопалення поділяється на три основні типи: конвективне, випромінювальне та конвективно-випромінювальне, часто їх застосовують в комбінації (наприклад електроконвектор і інфрачервоне або плінтусне опалення, що дає змогу максимально економічно використовувати електричну енергію). Використання оптимізованих електроконвекторів дає змогу купувати енергію по двохставковому тарифу. В процесі експлуатації можливість економити електроенергію залежить від того, чи використовують будинок взимку для постійного проживання, чи тільки 2–3 дні на тиждень. При постійному проживанні в тих приміщеннях, де перебувають люди, в нічні години температуру можна знижувати на 3–4°C, у вільних приміщення – на 7–10°C. У денний час у невикористовуваних приміщеннях (спальні тощо) оптимальне зниження температури на 5–7°C. Засоби керування дають змогу індивідуально регулювати теплові режими в приміщенні, забезпечують можливість програмування температури з урахуванням графіка реальної потреби, що дає змогу економити 25–80% електроенергії. Пряме стаціонарне електроопалення починає працювати відразу після подавання електроенергії без зовнішнього втручання людини. Традиційне опалення необхідно запускати в ручному режимі. Прогрівання системи триває 5–10 хвилин.

Проведено аналіз та розглянуто наслідки масового впровадження електроопалення на рівні міста (м. Середина-Буда, де проживають більше восьми тисяч людей, розташоване у північно-східній частині України на кордоні з Російською Федерацією). У зимовий період температура може досягати до -35 °C. Опалення багатоповерхових будинків та комунальної сфери міста, інших соціальних закладів здійснювалось центральними котельнями, обладнання яких експлуатувалось більше двадцяти років. Це породжувало низку проблем, а саме: великі втрати тепла за рахунок віддаленості котелень від деяких об'єктів опалення; знос майже 75 відсотків тепломереж, що сприяло виникненню аварійних ситуацій; висока вага енерговитрат та вартість пального стали підставою для високих тарифів; температура в квартирах в найморозніші дні становила 6-12 °C. Головним результатом запровадження індивідуального електроопалення житлових будинків стало зняття соціальної напруги в місті за рахунок створення належних температурних умов в квартирах мешканців в зимовий період. Окрім того, було впорядковано облік спожитої електроенергії, використання на опалення електричної енергії надає можливість розвантажити електромережу в денні години „пік”. Економічний ефект склав 1 млн. 500 тис. грн. В Україні на законодавчому рівні закріплено поетапне впровадження системи електроопалення в населених пунктах, що дасть змогу вигідно використовувати дешеву нічну електроенергію від АЕС. При цьому мають бути враховані технічні властивості електромереж, необхідні обсяги і джерела фінансування, а також визначені регіони з найсприятливішими умовами для переведення населених пунктів на електроопалення. Затверджено ряд постанов, дія яких має знизити вартість електроенергії для електроопалення, використовуючи дво-, або тризонні тарифи, диференційовані за періодами часу.

УДК 697.328

Дьока Т. – ст. гр. ОТ-71

*Національний технічний університет України «КПІ», ІЕЕ*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ДАХОВИХ КОТЕЛЕНЬ В ЯКОСТІ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

Науковий керівник: асист. Шовкалюк М.М.

Поряд з централізованим теплопостачанням від ТЕЦ, районних і промислових котелень спостерігається тенденція розвитку децентралізованого теплопостачання, серед основних переваг якого наступні: зменшення капіталовкладень, відсутність необхідності відводів землі під теплові мережі і котельні; зниження втрат мережної води і витрат на водопідготовку, значне скорочення витрат на ремонт і обслуговування, незалежність і можливість управління режимами роботи. Аварійний стан теплових мереж та застаріле основне обладнання центральних котелень призводять до підвищеного інтересу споживачів до впровадження автономного або децентралізованого опалення. Але при використанні поквартирних систем опалення в існуючих типових будівлях з централізованою системою теплопостачання виникає цілий комплекс проблем, зокрема вплив на зовнішнє середовище, безпечна експлуатація, а також зниження конкурентоспроможності існуючої системи. Набагато менше проблем виникає при застосуванні дахових котелень, так як створена нормативна база, що дозволяє технічно обґрунтувати ефективне вирішення питань розміщення обладнання, паливопостачання, димовидалення, електропостачання та автоматизації процесів роботи джерела теплоти. Крім того, на відміну від поквартирного опалення, потужність якого розраховується по максимуму навантаження, дахова котельня дозволяє використання ємкісних підігрівачів для потреб гарячого водопостачання, що знижує необхідну встановлену потужність котлів.

Дахова котельня розташовується на покрівлі будинку безпосередньо або на спеціально підготовленій основі над нею, в якості палива для них найчастіше використовують природний газ. Застосування даних установок особливо вигідно в місцях, віддалених від основної тепломережі, в районах елітного житлового будівництва або в центрах великих міст, де існуючі теплові мережі не дозволяють забезпечити теплом будинки, що зводяться або реконструюються, а щільна забудова і висока вартість землі роблять будівництво наземних котелень об'єктивно неможливим. Також значно поліпшуються екологічні умови проживання мешканців, оскільки розсіювання продуктів згоряння на даху більш сприятливе.

Існує цілий ряд обов'язкових умов по створенню і використанню цих котелень, (згідно СНІП II-35-76 «Котельні установки»). Перш ніж підключати власну автономну котельню, треба пройти ряд процедур та отримати відповідні документи: дозвіл на газифікацію, топографічну зйомку ділянки з нанесеним будинком і спорудами, одержати технічні умови на газопостачання. Далі процес відбувається поетапно. Потрібно вибрати проектну організацію, що має ліцензію і дозвіл на виконання даних видів робіт; на етапі проектування необхідними є поповерхові плани всіх опалювальних приміщень будинку, види і кількість точок відбору гарячої води, технічні дані котла. Далі проводять монтажні роботи і оформлення виконавчо-технічної документації. Об'єкт приймає спеціальна комісія протягом 14-30 днів, після чого відбувається пломбування лічильників, проводиться інструктаж з техніки безпеки. Далі виконують підключення до магістрального трубопроводу та пусконаладжувальні роботи (оптимальні режими експлуатації), оформлення акту на виконані роботи.

УДК 615.849.19

Зубрик Л., Прудивус А., Безверхна Н. – ст. гр. ПМ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ЗАХВОРЮВАННЯХ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Ковалюк Б.П.

На сьогодні захворювання серцево-судинної системи спричиняють третю частину усіх смертей людей у світі. Тому важливим є питання лікування і профілактики серцево-судинних захворювань.

У більшості країн світу спостерігається інтенсивне впровадження лазерного випромінювання в практичній медицині. Клінічні спостереження показали ефективність лазера ультрафіолетового, видимого та інфрачервоного спектрів для місцевого застосування на патологічний осередок і для загальноукріплюючої дії на увесь організм.

Важливими з точки зору медицини є такі параметри лазерного випромінювання: енергія імпульсу, довжина хвилі, тривалість імпульсу, дивергенція променя.

Залежно від параметрів лазери поділяються на: низькоенергетичні (терапевтичні) та високоенергетичні (хірургічні).

Низькоенергетичне лазерне випромінювання використовується для лікування таких захворювань серцево-судинної системи: ішемічна хвороба серця, ревматичне ураження серця, вади клапанів серця, аритмія, початкові стадії артеріальної гіпертонії та інші.

В основі механізму біологічної дії цього виду лазерного випромінювання лежать процеси, що впливають на внутрішньоклітинні біохімічні реакції (фотохімічні, фотодинамічні). Для низькоінтенсивного лазерного випромінювання нехарактерний тепловий вплив. Потужність низькоенергетичних лазерів недостатня для руйнування молекул, проте може забезпечити переведення їх у збуджений стан.

Після лазеротерапії спостерігається покращення мікроциркуляції, зменшення в'язкості крові, нормалізація коагуляції, збільшення рівня кисню в крові, поліпшення властивостей мембран еритроцитів, збільшення еластичності кровоносних судин, зменшення рівня холестерину в крові, збільшення антиоксидантів.

Для безупинного (моніторного) безконтактного способу реєстрації ритму серця також використовують зсув відбитого лазерного сигналу в ділянці верхівкового поштовху серця.

Таким чином, створення медичних лазерних установок і вивчення біологічних ефектів лазерного випромінювання відкривають нові можливості в діагностиці й лікуванні серцево-судинних захворювань. Проте, до широкого застосування лазерів у клінічній практиці необхідно розв'язати багато проблем, пов'язаних з удосконаленням лазерних установок і світловодів, систем реєстрації й опрацювання одержаної інформації, безпекою хворого та лікаря.

Об'єднання зусиль фахівців у галузі оптичної фізики, спектроскопії, біофізики і лікарів створить умови для успішного розв'язання цих проблем і більш широкого впровадження в найближчому майбутньому лазерів у кардіологію та медицину загалом.

УДК 534.171, 621.3.093.2

Кадира О., Чолка О. – ст. гр. ПМ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АКУСТИЧНИЙ ЕФЕКТ ДОПЛЕРА В МЕДИЦИНІ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Ковалюк Б.П.

Ефект Доплера – зміна частоти і довжини хвиль, що реєструються приймачем, викликана рухом їх джерела або рухом приймача. Дане явище було відкрите Крістіаном Доплером в 1842 році.

Ефект Доплера знайшов широке застосування в медицині, особливо в сучасному напрямку – ультразвуковій діагностиці.

Ультразвукова діагностика (УЗД) – це дослідження стану органів і тканин за допомогою ультразвукових хвиль. Можливості приладів для даної діагностики дозволяють кількісно оцінювати морфологічні зміни в органах та уточнювати розміри патологічних утворень, ступінь залучення сусідніх органів у патологічний процес. За допомогою УЗД діагностуються більшість захворювань органів черевної порожнини, сечовидільної системи, щитоподібної, слинних і молочних залоз, серця, мозку.

Існує декілька режимів УЗД. Одним із них є доплерівський режим. Найчастіше його використовують для діагностики показників кровоплину практично в будь-якій судині, що дуже важливо при виявленні патологій серцево-судинної системи. При ультразвуковому дослідженні кровоплину пацієнта фіксують зміну частоти ультразвукового сигналу при відбиванні його від рухомих частинок крові, основну масу яких складають еритроцити. Це дозволяє отримати інформацію про швидкість руху крові по досліджуваній судині, напрям руху та об'єм крові, і, виходячи з цих параметрів, зробити висновок про порушення кровоплину, стан судинної стінки, наявність атеросклеротичного стенозу або закупорювання судини.

Доплер ультрасонограма або ультразвукова доплерографія (УЗДГ) - реєстрація динамічної картини спектру доплерівського сигналу, отриманого під час дослідження кровоплину в судинах.

Точність і доступність методу зростають із застосуванням кольорового кодування сигналів, щоб показати напрям кровоплину і його швидкість (метод дуплексного сканування) в просвіті судини. Результатом комп'ютерної обробки може бути як доплерівський спектр, так і кольорова картограма потоку. Таким чином, лікар легко визначає будь-які зміни в просвіті судини (тромби та ін.)

Отже, з допомогою ефекту Доплера ми можемо візуалізувати і оцінювати стан кровоплину практично у всіх відділах судинної системи людини, починаючи від великих магістральних судин і закінчуючи дрібними підшкірними судинами.



УДК 541.55

Клименко О. - ст. гр. ПМ-41

Луцький національний технічний університет

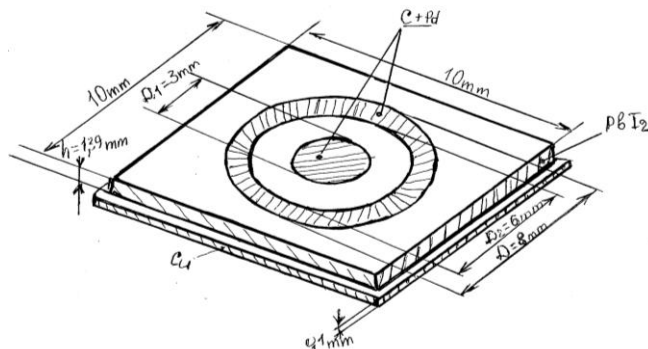
## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМНОЇ І ПОВЕРХНЕВОЇ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ СТРУКТУР НА ОСНОВІ $PbI_2$

Науковий керівник: Фурс Т.В.

Кристали йодиду свинцю ( $PbI_2$ ), які належать до групи йодидів тяжких металів, останнім часом цікавлять дослідників, як матеріали з перспективними оптичними і фотоелектричними властивостями.

Для виготовлення структур використано монокристали  $PbI_2$ , одержані з розплаву у вигляді зливків діаметром 10-25мм і довжиною 40-80мм [1, 2]. Для створення омичних контактів використано електропровідну пасту на основі колоїдного графіту, солей паладію та полімерного зв'язуючого з вивідними платиновими провідниками. Паста має хорошу адгезію до  $PbI_2$ , а паладій є стабільним по відношенню до кристала.

Поверхневі явища в  $PbI_2$  можуть екранувати об'ємні властивості кристалу. Для ліквідації впливу поверхневих струмів при вимірюванні об'ємних струмів запропоновано вимірювальну структуру на основі монокристалу  $PbI_2$  із захисним



електропровідним кільцем, вигляд якої представлений на рис.1.

Рис.1. Зовнішній вигляд вимірювальної структури на основі монокристалу  $PbI_2$  з використанням захисного кільця з електропровідної пасту.

Структура підключалася до джерела напруги та вимірювального приладу так, щоб електричне поле створювало рух носіїв в потрібному напрямі (через об'єм чи поверхневий шар).

У роботі запропоновано метод розділення поверхневих і об'ємних струмів розтікання з використанням захисного кільця з електропровідної пасту на зразках  $PbI_2$ .

1. А.с. 135487 СССР, С 30 В 23//00, с 30 в 29/12. Способ получения монокристаллов диiodида свинца / Рыбак В.М., Калуш А.З., Логуш О.И. (СССР).-3985729/31; заявл. 4.12.85; опубл. 4.02.87, Бюл. № 456.- 4с.
2. Калуш О.З., Федосов А.В. Апарат для рафінування металу дистиляцією в вакуумі // Деклараційний патент на винахід. - Бюл.№1 від 15.02.2001.

УДК 621.382

Клименко О. – ст. гр. ПМ-41

*Луцький національний технічний університет*

## **РІВЕНЬ ФЕРМІ В $n$ -ГЕРМАНІЇ ПРИ НАЯВНОСТІ ГЛИБОКИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РІВНІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО І РАДІАЦІЙНОГО ПОХОДЖЕННЯ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Захарчук Д.А.

Наявність в об'ємі напівпровідника різного роду дефектів, які виникають внаслідок легування певними домішками в процесі вирощування кристалу чи дії радіації, призводить до утворення в його забороненій зоні глибоких енергетичних рівнів. При дослідженні зонної структури напівпровідників із глибокими рівнями цікавим є визначення положення рівня Фермі залежно від температури, що дає корисну інформацію про розподіл носіїв заряду в енергетичних зонах.

В даній роботі досліджено залежності концентрації носіїв заряду та положення рівня Фермі від температури: 1) в легованому  $n$ -Ge домішкою Au із рівнем  $E_C - 0,2\text{eV}$ ; 2) в  $n$ -Ge(Au) при  $\gamma$ -опроміненні дозою  $2,4 \cdot 10^{18} \text{ } \mu\text{кв}/\text{см}^2$ , у забороненій зоні якого також виникає глибокий акцепторний рівень  $E_C - 0,2\text{eV}$ . При розрахунках враховувалась температурна залежність ширини забороненої зони германію та температурна залежність енергії активації глибокого рівня.

Для першого і другого випадку положення рівня Фермі починаючи від абсолютного нуля при збільшенні температури опускається в обох випадках від глибокого рівня  $E_C - 0,2\text{eV}$  до середини забороненої зони, перетинає її і при подальшому зростанні температури веде себе як у власному напівпровіднику. Перехід  $n$ -Ge при високих температурах в область власної провідності для двох випадків спостерігається і на температурних залежностях концентрації носіїв заряду.

У представлених вище результатах не спостерігаються аномальні температурні залежності концентрації носіїв заряду як в [1], оскільки досліджувані нами глибокі енергетичні рівні знаходяться дещо далі від середини забороненої зони ніж у наведеній роботі.

### **Література:**

[1] Карась Н.И. Глубокие уровни и аномальные температурные зависимости концентрации носителей заряда // Оптоэлектроника и полупроводниковая техника. - 1996. Вып. 31. – С. 28-34.

УДК 537.312:537.5:548.55

Коваль Л.В. – ст. гр. МПСз-51

*Луцький національний технічний університет*

## **ВПЛИВ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ НА КІНЕТИЧНІ ЕФЕКТИ В МОНОКРИСТАЛАХ АНТИМОНІДУ КАДМІЮ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Коваль Ю.В.

Останнім часом стало зрозумілим, що подальше підвищення надійності та економічності приладів напівпровідникової електроніки вже не може бути здійснено тільки удосконаленням технології, а й потребує врахування мікронеоднорідностей фізико-хімічних властивостей напівпровідникових матеріалів. Тому проблема дослідження неоднорідностей взагалі і зокрема при різного роду впливах була і залишається актуальною.

В даній роботі досліджувався вплив освітлення на кінетику електронних процесів в монокристалах CdSb з неоднорідним розподілом домішки Те. Зразки вирізались паралельно (І група) та перпендикулярно (ІІ група) до осі росту кристалу. Виявлено різке зростання рухливості носіїв заряду при збільшенні інтенсивності освітлення в зразках першої групи, що може бути пов'язано зі зміною (при освітленні) амплітуди крупномасштабного потенціального рельєфу:

$$\delta = \frac{e^2 \cdot N_d^{\frac{2}{3}}}{\chi \cdot n_{екр}^{\frac{1}{3}}},$$

де  $\chi$  - діелектрична проникність,  $n_{екр}$  і  $N_d$  - відповідно концентрації екрануючих носіїв заряду і заряджених дефектів. З даного виразу слідує, що при збільшенні концентрації екрануючих носіїв заряду  $n_{екр}$ , яке, в свою чергу, зумовлюється фотоіонізацією домішкового рівня телуру при освітленні, амплітуда потенціального рельєфу зменшуватиметься.

За експериментальними даними дослідження ефекту Холла розраховано залежність середньої транспортної довжини вільного пробігу носіїв заряду ( $\lambda_c$ ) від інтенсивності освітлення. На одержаних залежностях спостерігається зростання  $\lambda_c$  в зразках першої групи при збільшенні інтенсивності освітлення, яке пов'язане з наявністю в напрямі росту кристалу тонкої структури потенціального рельєфу. В зразках другої групи транспортна довжина вільного пробігу при збільшенні освітлення практично не змінювалась.

Вивчення даних особливостей створює передумови для врахування згаданих вище ефектів при конструюванні різного роду напівпровідникових приладів, а також забезпечить реальні шляхи мінімізації проявів цих ефектів там, де вони можуть виявитись досить небажаними.

УДК 539

Козбур І. – ст. гр. ЕМ- 21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ ТА ПОТЕНЦІАЛ НАНОТЕХНОЛОГІЙ**

Науковий керівник: к.т.н., проф. Нікіфоров Ю.М.

В роботі розглянуто загальні і конкретні задачі нанотехнологій. Із аналізу наукових праць різного рівня (доповіді, наукові статті, та ін.) зрозуміло, що роль фундаментальної теорії не тільки відкриває нові горизонти перед технікою, але і допомагає усвідомити межі наших можливостей.

Нанотехнології розвиваються за такими основними напрямками: створення матеріалів з ексклюзивними, наперед заданими властивостями шляхом оперування окремими молекулами, конструювання нанокомп'ютерів, які використовують замість звичайних мікросхем набори логічних елементів з окремих молекул, збирання нанороботів — систем, що саморозмножуються і призначені для ведення будівництва на молекулярному рівні.

Кількість інвестицій в нанотехнології збільшується із року в рік. Із аналізу історії розвитку нанотехнологій помітно, що головною проблемою їх розвитку є не гроші, обладнання, кадри, а відсутність в країні реальної потреби на ці вироби. До нанотехнологій, що використовується на практиці в даний час відноситься - наприклад, виготовлення цифрових відеодисків (DVD). У галузі медицини можливе створення роботів-лікарів, які здатні "жити" всередині людського організму, усуваючи всі виникаючі ушкодження, або запобігаючи їх виникненню. Цікаво, що нанотехнології здатні забезпечити людині фізичне безсмертя, за рахунок того, що наномедицина зможе нескінченно регенерувати відмираючі клітини. За прогнозами журналу Scientific American вже в найближчому майбутньому з'являться медичні пристрої, розміром з поштову марку. Їх досить буде накласти на рану і цей пристрій самостійно проведе аналіз крові, визначить, які медикаменти необхідно використовувати і введе їх у кров.

Нанотехнології обіцяють величезні потенційні вигоди у поліпшенні майже всіх видів промислової продукції: комп'ютерів, автомобілів, одягу, продуктів харчування, медикаментів, батарейок і багато чого іншого. Літаки, ракети, телевізори і комп'ютери змінили навколишній світ у 20 столітті. Вчені стверджують, що в 21-му столітті стрижнем нової технічної революції стануть матеріали, ліки, пристрої, засоби зв'язку і доставки, зроблені з використанням нанотехнологій. Ідея про те, що цілком можливо збирати пристрої і працювати з об'єктами, які мають нанорозміри, була вперше висловлена у виступі промови лауреата Нобелівської премії Річарда Фейнмана в 1959 році в Каліфорнійському технологічному інституті. Також дуже великий внесок у розвиток нанотехнологій зробили такі вчені як: Річард Фейнман, Роберт Керл, Гарольд Крото і Річард Смайлі, Герд Бінніг і Генріх Рорер, Сес Деккер та ін.

В останній третині XX століття відбулася наукова революція в сфері прогнозування. Конкуренція у сфері нанотехнологій між вченими різних країн загострюється з кожним днем і, безумовно, посилюватиметься і в осяжному майбутньому. На мою думку, за нанотехнологіями лежить велике майбутнє. Вони штовхають світ до революційних змін якості життя. На наших очах фантастика стає реальністю.

УДК 535.372

Лисанюк Б.-ст.гр.ПМ-21;Марчук І.- ст.гр.ІМ-11; Пастернак Р.

Луцький національний технічний університет

## ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ АБСОРБЦІЙНИХ СПЕКТРІВ

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Пастернак Р.М.

Дослідження спектрів поглинання в УФ і видимій областях (200÷800 нм) здійснювалися за стандартною методикою. При цьому охоплюється область енергій, в якій спостерігається край фундаментального поглинання, а також смуги, що відповідають домішкам і внутрішнім переходам іонів групи заліза.

Для отримання спектрів поглинання зразків вимірювалося пропускання світла досліджуванним зразком. За законом Бугера інтенсивність світла  $I$ , що пройшло крізь зразок, з урахуванням відбивання від першої і другої граней зразка, підлягає співвідношенню:

$$I = I_0(1 - R_B)^2 \exp(-\alpha d), \quad (1)$$

де  $I_0$  – інтенсивність світла, що падає на зразок;  $\alpha$  – коефіцієнт поглинання;  $d$  – товщина зразка;  $R_B$  – коефіцієнт відбивання, який виявляє помітну спектральну залежність.

Для вимірювання великих коефіцієнтів поглинання використовують тонкі зразки ( $d=50\div 100$  мкм). При дослідженні в області незначного поглинання з метою врахування спектральної залежності коефіцієнта  $R_B$  застосовують метод двох товщин, коли знімають спектри того ж тонкого і товстішого зразка ( $d_2=0,5\div 0,3$  мм). Спектр тонкого зразка описується формулою:

$$I_1 = I_0(1 - R_B)^2 \exp(-\alpha d_1) \quad (2)$$

а спектр товстого:

$$I_2 = I_0(1 - R_B)^2 \exp(-\alpha d_2). \quad (3)$$

Діленням відповідних частин рівностей (2) та (3) при фіксованій довжині хвилі, отримуємо вираз:

$$I_1 / I_2 = \exp(\alpha \Delta d), \quad (4)$$

де  $\Delta d=d_2-d_1$  – різниця товщин тонкого і товстого зразків. Як бачимо із (4), метод двох товщин автоматично враховує відбивання від поверхонь зразка, в тому числі і спектральну залежність показника заломлення. З (4) легко бачити, що метод двох товщин дає таку формулу для визначення коефіцієнта поглинання:

$$\alpha = (1 / \Delta d) \ln(I_1 / I_2). \quad (5)$$

За формулою (5) можна отримати залежність  $\alpha(\lambda)$ . Недоліком цього методу є те, що він не дає змоги вимірювати великі коефіцієнти поглинання, а також дуже малі, оскільки в останньому випадку необхідно враховувати багаторазове відбивання. При великому коефіцієнті поглинання використовують метод, що ґрунтується на вимірюваннях пропускання лише тонкого зразка, а при малому – метод двох товщин. На межі переходу від більшого  $k$  ( $600\div 200$  см<sup>-1</sup>) до меншого ( $<200$  см<sup>-1</sup>) спектри „зшивають”. Якщо коефіцієнт поглинання визначають при використанні одного і того ж джерела ( $I_0(\lambda)$  – стала), а інтенсивність світла, що пройшло через зразок,  $I_1(\lambda)$  визначають без врахування відбивання, то при „зшиванні” спектрів помилка на відбивання буде скомпенсована.

УДК 53

Магера І., Петрашук О. – ст. гр. ПМ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **БАГДАДСЬКА БАТАРЕЯ - МІФ ЧИ РЕАЛЬНІСТЬ?**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Ковалюк Б.П.

Багдадська батарея – загадковий месопотамський артефакт парфянського й сасанідського періодів, який слідом за Вільгельмом Кенігом – директором Національного музею Іраку – іноді розцінюють у якості античних гальванічних елементів, створених за 2000 років до народження Алессандро Вольти.

Коли археологи наткнулися на батарею, то припустили, що це звичайний глиняний горщик для зберігання масла, але ця теорія незабаром відпала, тому що артефакт містив мідний прут зі слідами кислотної корозії. Батарея, заповнена кислотою або лугом, могла створити електричний струм напругою в один вольт.

Знайдений глиняний посуд вміщав вертикальний циліндр, виготовлений із листової міді і сталевго прута. Краї мідних листів були спаяні разом, утворюючи циліндр. Для виготовлення загадкового пристрою використовувався срібно-свинцевий припой у пропорції 3:2 на зразок того, що зараз використовується в електроніці. Верхня частина посудини й обидва кінці циліндра були скріплені асфальтом. Сталевий прут фіксувався у центрі циліндра також за допомогою асфальту.

Після Другої світової війни багато археологів в усьому світі створювали точні копії батарей і дехто навіть намагався робити гальванопокриття. У дослідах, з використанням виноградногo соку, оцту і сучасних електролітів, вироблялося близько 0,8-2 В. Стільки ж виробляють сучасні вугільно-цинкові батареї. З'єднані послідовно батареї могли створити більш високу напругу, хоча провідників, які сполучали б глиняні посудини знайдено не було.

Єдине прийнятне пояснення дав німецький єгиптолог Арне Еггебрехт. Зробивши фігурку, Еггебрехт занурив її у ванну із сольовим розчином золота. Потім з'єднав десять глиняних горщиків, аналогічних «багдадській батареї», і підключив джерело до ванни. Через певну кількість годин на фігурці осів рівний шар золота. Тому така батарея, найвірогідніше, використовувалася, щоб наносити гальванічне покриття із золота на статуетки й інші вироби. Приміром, у Багдадському музеї є посріблені вази, датовані 2500 роком до н.е. Срібло на вази, ймовірно, було нанесено електролітичним методом.

Інші припущення щодо використання батарей базуються на можливому їх використанні у лікувальних цілях. Древні греки і римляни, як відомо, використовували електричних вугрів для лікування подагри, тому вчені припустили, що батареї, можливо, використовувалися для схожої мети. Також батареї могли застосовуватися для електризації акупунктурних голок таким чином, як це роблять деякі голкотерапевти сьогодні. Голковколонуванням займалися в древньому Китаї, але чи практикувалося це в древньому Іраці, невідомо.

Вік батарей теж є предметом дискусій. Але незалежно від того наскільки точно визначено вік батарей, вони значно старші, ніж перші сучасні батареї, винайдені Алессандро Вольтою в 1800 р.

УДК 535.37

Мельничук К. - ст. гр. ТЕМ-31

Луцький національний технічний університет

Маслов Р.-учень; Горбачевська М.С., вчитель-методист

СШ №1, м. Луцьк

## ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІЇ ЛАМБЕРТА ДЛЯ АНАЛІЗУ ІНЖЕКЦІЙНИХ СТРУМІВ У ШИРОКОЗОННИХ МАТЕРІАЛАХ

Науковий керівник: вчитель-методист Горбачевська М.С.

Розглянемо розміщений між паралельними омичними контактами непровідник, у якому наявні рівноважні носії з концентрацією  $n_0$ . Якщо  $n$  – концентрація всіх носіїв, то в одномірному випадку електростатичну теорему Гауса запишемо [1]:

$$ee_0 \frac{dE}{dx} = ne - n_0e. \quad (1)$$

Тут  $E$  – напруженість електричного поля, а  $x$  – вісь, направлена уздовж резистора. Без урахування дифузії носіїв густина струму буде:

$$j = enmE. \quad (2)$$

Зважаючи на (2), перетворимо рівняння (1) до вигляду:

$$EdE = \frac{j}{ee_0m} \frac{dx}{j} - \frac{en_0m}{j} E dx. \quad (3)$$

Розділивши змінні в (3), інтегруванням частинами отримаємо:

$$\frac{j^2}{(en_0m)^2} \frac{dx}{j} - \frac{en_0m}{j} E - \ln \left| 1 - \frac{en_0m}{j} E \right| = \frac{j}{ee_0m} x + const. \quad (4)$$

Сталу інтегрування визначимо з граничної умови  $E(0) = 0$ , що характеризує резервуарний тип контакту [2]. Враховуючи також безумовне виконання умови

$$en_0mE \ll j, \quad (5)$$

доходимо висновку, що аргумент логарифму завжди додатний, тому можна відмовитись від запису його модуля. Отже, зв'язок між напруженістю  $E$  та відстанню  $x$  набуде вигляду:

$$E + \frac{j}{en_0m} \ln \left| 1 - \frac{en_0m}{j} E \right| = - \frac{en_0x}{ee_0}. \quad (6)$$

Аналітичний розв'язок (6) запишемо через функцію Ламберта [3]:

$$E(x) = \frac{j}{en_0m} \left( 1 + LW \left( \frac{j}{en_0m} \right) \exp \left( - \frac{en_0x}{ee_0} \right) - 1 \right) - \frac{e^2 n_0^2 m}{ee_0 j} x. \quad (7)$$

Інтегруючи  $E(x)$  по  $x$  знаходимо явний вираз для розподілу напруги  $U$  уздовж осі  $x$ . При  $x = L$  він матиме вигляд:

$$U(L) = \int_0^L E(x) dx = \frac{jL}{en_0m} - \frac{ee_0 m j^2}{2(en_0m)^3} LW \left( \frac{j}{en_0m} \right) \exp \left( - \frac{en_0L}{ee_0} \right) - \frac{(en_0m)^2 L}{jee_0m} + \frac{1}{ee_0}. \quad (8)$$

Із (8) видно, що напруга  $U$  на резисторі є сумою двох складових, обчислених відносно лінійного та нелінійного законів. При великих густинах струму напруга на резисторі

буде алгебричною сумою напруги  $U_M$  на резисторі з ідеального непровідника (закон Мотта-Герні) та деякої постійної  $U_0$ :

$$U \gg U_M + U_0 = \sqrt{\frac{8j}{9ee_0m}} L^{3/2} - \frac{n_0 e L^2}{3ee_0}. \quad (9)$$

Формула (8) отримана без врахування дифузійних струмів. Зважаючи на зв'язки (2) та (7), можна обчислити просторовий розподіл концентрації  $n$  носіїв, а звідси і густину дифузійного струму:

$$j_{diff} = -D \text{Grad } n. \quad (10)$$

Тут  $D$  – коефіцієнт дифузії, який за формулою Айнштайна

$$De = kTm \quad (11)$$

можна пов'язати з рухливістю  $m$ , абсолютною температурою  $T$  зразка та сталою Больцмана  $k$ . Провівши перетворення (11), отримаємо залежність

$$j_{diff} = \frac{kTj}{ee_0eE^2} \frac{j}{mE} - en_0 \frac{j}{mE}. \quad (12)$$

Виходячи з аналізу формули (9) ми пропонуємо при великих струмах апроксимувати ділянку ВАХ квадратичною параболою і за точкою екстремуму знаходити напругу  $U_0$ . Запропонований підхід значно підвищує точність перерахунку отриманих результатів у характеристики досліджуваного матеріалу.

#### Література

1. Льюїс М. История физики – М.: Мир, 1970, 464 с.
2. Ламперт М., Марк П. Инжекционные токи в твердых телах – М.: Мир, 1973, 416 с.
3. R.M. Corless, G.H. Gonnet, D.E.G. Hare, D.J. Jeffrey, and D.E. Knuth. On The Lambert W Function // Advances in Computational Mathematics #5, 1996, pp. 329-359.



УДК 535.372

Пастернак Р.М.-доцент, Пастернак М.П.-доцент

Луцький національний технічний університет

## ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИСОКООМНИХ ЗРАЗКІВ

Зразок розміщувався в термостаті, де підтримувалась постійна температура і знаходився в екранованому від світла та статичних електричних полів корпусі. Принципова електрична схема установки наведена на рис. 1, де ЕП – електрометричний повторювач.

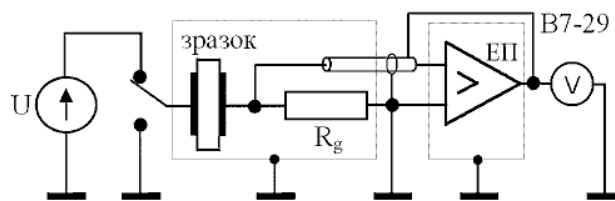


Рис. 1. Схема вимірювальної установки

Вимірювання та оцифровування напруги проводилися електрометром-мікрровольтметром В7-29, що під'єднувався до установки тридротовим фідером, опір ізоляції якого становив не менше 10 ТОм. Послідовний додатний зворотний зв'язок забезпечував багаторазове збільшення ефективного опору ізоляції та зменшення вхідної ємності вимірювальної схеми до 1 пФ. Величина вимірювального опору  $R_g$  виставлялася різною залежно від умов експерименту, проте в усіх випадках стала часу входу вольметра не перевищувала мілісекунди. Таке її значення є істотно меншим від сталої часу інтегруючої ланки підсилювача низької частоти приладу В7-29, яка виставлялася рівною 3 с.

Вимірювання проводилися на зразках, що були попередньо закорочені та заземлені протягом доби до початку експерименту, який тривав неперервно від трьох до шести годин. Кожна серія результатів містила дискретні послідовні виміри, проведені через 15 с кожний. Дані заносилися в комп'ютер для обробки.

При вимірюваннях температурної залежності провідності використовувалася така методика: зразок нагрівали до потрібної температури, витримували при цій температурі 2 год., а потім вмикали напругу. Знімалася перехідна характеристика протягом 4 год. і апроксимацією визначалося встановлене значення струму. Ці експерименти проводилися таким способом для кожної температурної точки. Протягом експерименту виставлена температура автоматично підтримувалася з точністю до 0,1 К.

УДК 535.372

Пахольчук Г.-ст.гр.ПМ-21;Ярмолюк К.-ст.гр.ПМ-21

Луцький національний технічний університет

## **ЗМІНА ПОЛОЖЕННЯ ГЛИБОКОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО РІВНЯ А-ЦЕНТРИТУ В КРИСТАЛАХ n-Si ПРИ ДІЇ ОДНОВІСНОЇ ПРУЖНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Пастернак Р.М.

Як в пізнавальному, так і практичному аспектах цікавим є вивчення особливостей ефекту п'єзоопору в n-Si при наявності в його забороненій зоні глибоких енергетичних рівнів, що належать радіаційним дефектам. Як відомо, переважаючим радіаційним дефектом в  $\gamma$ -опроміненому n-Si з високим вмістом домішки кисню є глибокий енергетичний рівень  $E_c-0,17$  еВ, що належить А-центру (комплекс вакансій з міжвузовим атомом кисню) [1]. З метою встановлення властивостей глибокого центра  $E_c-0,17$  еВ при різних взаємних орієнтаціях осі дефекту і осі деформації досліджувалися зразки n-Si з питомим опором  $\rho_{300K}=30$  Ом·см і вихідною концентрацією носіїв струму  $n=1,1 \cdot 10^{14}$  см $^{-3}$ , які опромінювалися  $\gamma$ -квантами  $^{60}\text{Co}$  дозою  $3,8 \cdot 10^{17} \frac{\text{eA}}{\text{cm}^2}$ . Отриманий в цих дослідках

хід залежностей  $\frac{\rho_x}{\rho_0} = f(X)$  в n-Si можна пояснити наявністю двох механізмів зміни питомого опору з тиском:

1. перерозподілом носіїв струму між долинами, які деформаційно зміщуються (за шкалою енергії) в протилежних напрямках.

2. підвищенням загальної концентрації носіїв струму в с-зоні за рахунок деформаційного зменшення енергетичної щільності між глибоким рівнем  $E_c-0,17$  еВ і дном зони провідності, що веде до спаду питомого опору з ростом  $X$

При несиметричному розміщенні осі деформації по відношенню до ізоенергетичних еліпсоїдів в n-Si перерозподіл носіїв струму між долинами закінчується практично при механічних напругах порядку  $X \approx 7000 \frac{\text{eA}}{\text{cm}^2}$ , то при

більш високих значеннях  $X$  залишається діючим лише другий з вище згаданих механізмів п'єзоопору. Значення величини зміни енергетичної щільності між глибоким рівнем  $E_c$  і нижніми долинами зони провідності при деформації (при  $T = \text{const}$ ), рівне

[2]:  $\frac{d(\Delta E)}{dX} = -\frac{kT}{n_e(X_0)} \text{tg} \beta_0$ , де  $\text{tg} \beta_0$  - тангенс кута нахилу дотичної до залежності

$n_e = f(X)$  в точці  $X_0$ , в якій  $n_e(X_0) = n(T_x)$ . Тоді величина зміни енергетичної щільності між глибоким рівнем  $E_c-0,17$  еВ і дном зони провідності n-Si в розрахунку на кожній  $10^3 \frac{\text{eA}}{\text{cm}^2}$  виявилась рівною:  $(2,45 \pm 0,1) 10^{-3}$  еВ,  $(1,42 \pm 0,06) 10^{-3}$  еВ для кристалографічних напрямків  $[100]$ ,  $[110]$  відповідно.

УДК 537. 622

Сейтасанова Е. - ст. гр. ПМ-21

*Луцький національний технічний університет*

## **ТЕМПЕРАТУРНІ ЗМІНИ ПИТОМОГО ОПОРУ В МАГНІТНОМУ МАТЕРІАЛІ НА ОСНОВІ СПОЛУКИ $\text{SmCo}$**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Ящинський Л.В.

Впровадження енергозберігальних технологій передбачає розробку нових матеріалів, які б за своїми властивостями переважали існуючі по ряду важливих для відповідних галузей науки і техніки параметрів. До таких належать і магнітні матеріали.

Магнітні матеріали на основі сполуки  $\text{SmCo}$  здатні намагнічуються до насичення і перемагнічуватися у порівняно сильних магнітних полях напруженістю в тисячі і десятки тисяч А/м, при цьому характеризуються високими значеннями коерцитивної сили і залишкової магнітної індукції. У зв'язку з цим вони можуть широко застосовуватися для виготовлення спеціальних постійних магнітів, що володіють сильним магнітним полем, яке у 5-7 разів могутніше ніж у феритів. Такі матеріали дуже стійкі при впливах, здатних викликати корозію, володіють стабільними магнітними властивостями при високих температурах (до  $350^{\circ}\text{C}$ ).

Перспективні властивості матеріалів на основі  $\text{SmCo}$  і їх потреба для промислового використання, стимулює розробку нових спрощених, а значить здешевлених технологічних процесів для одержання таких матеріалів.

Сплав самарію з кобальтом отримують плавкою металів в атмосфері інертного газу. Потім сплав піддають розмелюванню на порошок з частинками порядку кількох мікрон. На наступному етапі порошок орієнтують в магнітному полі і пресують з подальшим спіканням в атмосфері інертного газу для досягнення високої щільності. Слідом за процесом спікання з метою збільшення коерцитивної сили проводять термічну обробку з подальшим намагнічуванням в сильному магнітному полі. Популярність  $\text{SmCo}$  пояснюється тим, що з нього, пресуванням через матрицю, досить легко можна виготовити магніти бажаної форми і розмірів, які практично не вимагають додаткової механічної обробки.

Проте було виявлено, що при температурі вище  $650^{\circ}\text{C}$  відбуваються певні втрати магнітної енергії (точка К'юрі вище  $750^{\circ}\text{C}$ ), що пов'язується з певними структурними перетвореннями в магнітному матеріалі. Для поповнення експериментальних даних, які дозволять більш точно описати такі структурні перетворення нами було проведено дослідження залежності електричних (немагнітних) властивостей пресованого  $\text{SmCo}_5$  від температури. Для цього сконструйовано камеру, яка дозволила проводити вимірювання як у вакуумі, так і в різних газових середовищах з контрольованим їх тиском.

Експерименти проводились в інтервалі температур від кімнатної до  $900^{\circ}\text{C}$  у вакуумі. Проведені дослідження залежності питомого опору від температури пресованого, не зорієнтованого в магнітному полі  $\text{SmCo}_5$  показали наявність стрибка питомого опору (до 10%) при температурі порядку  $680^{\circ}\text{C}$ . Поряд з раніше одержаними втратами магнітних властивостей при цих же температурах це дозволяє підтвердити наявність певних структурних зміни в магнітному матеріалі за даних температур.

Використана література:

1. <http://www.amtc.ru/> Современные магнитные материалы. Сайт группы компаний АМТ&С, 2009.

Секція:

**Хімія. Хімічна, біологічна та харчова технології.**

УДК 651.63

Гладиш А.В. – ст.. гр.. ТЦММ-3-3

Тихоненко Я.Г. – ст.. гр.. ТЦММ-3-3

*Національний університет харчових технологій*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЙОГУРТІВ**

Науковий керівник: к.х.н., доцент Ковалевська Є.І.

Йогурт – кисломолочний продукт з підвищеним вмістом знежирених речовин молока, що виготовляється шляхом сквашування протисимбіотичною сумішшю чистих культур *Lactobacillus bulgaricus* (болгарська паличка) і *Streptococcus thermophilus* (термофільний стрептокок), вміст яких у готовому продукті на кінець терміну придатності складає не менше  $10^7$  КУО (колоніє-утворюючих одиниць) в 1 г продукту.

В роботі досліджували фізико-хімічні властивості питних йогуртів фірми «Данон» і молочного заводу Яготинського.

Визначали активну та титровану кислотність досліджуваних зразків. Одержані результати знаходяться в межах норми відповідно до ДСТУ 4343:2004.

Одним із основних показників якості йогуртів є консистенція. Для консистенції дуже важлива роль жиру, яка точніше і об'єктивно може бути охарактеризована через реологічні властивості. У зв'язку з цим визначали властивості всіх зразків питних йогуртів на віскозиметрі типу «Реотест-2» при різних температурах та градієнтах деформації. За експериментальними даними побудували реологічні криві в'язкості і течії. Встановили, що досліджувані йогурти відносяться до структурованих систем. Ефективна в'язкість яких залежить від температури – з підвищенням температури від 6 до 37°C в'язкість падає, що обумовлено розрідженням системи. При сталій температурі процеси структуроутворення ідуть інтенсивніше зі збільшенням вмісту жиру в йогурті. Характер зміни в'язкості з навантаженням для обох систем однаковий, але процес структуроутворення значно швидше проходить у йогуртах фірми «Данон», що пояснюється різним штамом молочнокислих заквасок.

Також виміряли поверхневий натяг і питому електропровідність всіх зразків. В результаті досліджень встановили, що електропровідність і поверхневий натяг для всіх досліджуваних зразків залежить від вмісту жиру та від виду заквашувальних культур.

Галенко О. – аспірант ТММОЖП  
*Національний університет харчових технологій*

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ШКАРАЛУПИ ПЕРЕПЕЛИНИХ ЯЄЦЬ В ТЕХНОЛОГІЇ ГЕРОДІЄТИЧНИХ ПРОДУКТІВ**

Науковий керівник: д.с/г.н., професор Пешук Л.В.

Сучасна тенденція до “постаріння” населення нашої планети протягом останніх десятиліть вимагає особливої уваги у геронтологів усього світу. У розвинутих країнах світу тривалість життя в сучасних умовах складає для чоловіків 74...76 років, для жінок 80...82 роки, тоді як в Україні вона значно нижча: для чоловіків - 62, для жінок — 73 роки. На сьогодні частка людей похилого віку за даними Інституту геронтології АМН України складає 20,5 %, а до 2050 року - зросте до 38,1 %.

Основна проблема людей похилого віку – остеохондроз, системне захворювання скелету, яке характеризується втратою загальної кісткової маси, в зв'язку з чим кістки стають крихкими і ламаються навіть при невеликих навантаженнях.

За даними ВООЗ остеохондроз по значимості займає четверте місце у всьому світі після серцево-судинних, онкологічних патологій та сахарного діабету.

Основний принцип первинної профілактики і лікування остеохондрозу – перехід на адекватне харчування з достатнім надходженням кальцію, магнію, міді, цинку та інших мікроелементів, вітамінів D, A, E, C і групи B, білків і пептидів колагену, необхідних для побудови кісткової та хрящової тканин, а також хондопротекторів, що забезпечують регенерацію хрящової тканини. Добова потреба дорослої людини від 1000 до 1500 мг кальцію в засвоюваній формі, що має надходити з їжею та водою.

На сьогоднішній день спостерігається тенденція до прогресивного (до 30% від рекомендованої дози) зменшення вмісту кальцію в середньодобових раціонах різних груп населення. В щоденному харчуванні зростає частка штучних та рафінованих продуктів, що містять низьку кількість доступного кальцію. Тому щоденне споживання продуктів збагачених кальцієм є актуальним і для молодших вікових груп з метою профілактики передчасного старіння.

Метою науково-дослідної роботи є дослідження можливості використання мінеральної добавки з шкаралупи перепелиних яєць в технології геродієтичних продуктів на м'ясній основі. Використовуючи методи комп'ютерного проектування, нами розроблені рецептури варених ковбас до складу яких входять мінеральні добавки з шкаралупи курячих та перепелиних яєць, як природного джерела кальцію.

Проводяться дослідження щодо структурно-механічних та мікробіологічних показників розроблених продуктів, їх мікро- та макроелементний склад.

Розробка технологічних процесів при виробництві продуктів геродієтичного харчування – особливо відповідальний етап, так як в ході технологічної обробки має бути не тільки в максимальній мірі збережена біологічна цінність природних продуктів, але і проведено їх адаптацію до фізіологічних особливостей організму відповідного віку. Тому нами проводяться дослідження *in vitro* можливості розщеплення кальцію в шлунково-кишковому тракті та рівень його засвоєння. Використання мінеральної добавки з перепелиних яєць в кількості 1% до маси основної сировини дає можливість розробити продукт із заданим фізико-хімічним складом та досягти оптимальних показників якості.

УДК 613.2

Глух О. – ст. гр. ХК – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **НОВІТНІ ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ**

Науковий керівник: к.п.н., доцент Назарко І.С.

За прогнозами експертів до 2025р. чисельність населення Землі може досягти 8,5-9 млрд. (станом на 2010р. – більше 6,5млрд.). Такий швидкий темп зростання народонаселення світу загострює проблему продовольчого забезпечення. Для підвищення кількості та якості їжі традиційних заходів нині недостатньо. Тому, науковці пропонують вирішити проблему за рахунок виробництва харчових продуктів із заданими властивостями та виведення високопродуктивних тварин і м/о з новими ознаками. Вони вважають, що навіть ймовірні небезпечні наслідки використання таких генетично модифікованих продуктів (ГМП) переважають над проблемою голоду.

Виробництво таких новітніх харчових (або трансгенних) продуктів є найважливішим напрямом генної інженерії, що є складовою біотехнології. Його основні завдання: 1) підвищення врожайності с/г рослин (насамперед злакових культур як джерела хліба) та продуктивності с/г тварин (як джерела м'яса та м'ясопродуктів); 2) удосконалення якісних характеристик харчової продукції (внаслідок поліпшення технологічних властивостей продовольчої сировини та збільшення корисних і зменшення шкідливих речовин у продуктах).

Зокрема, для вирішення першого завдання науковці пропонують генетичною модифікацією: *в рослин* зміцнити імунітет до вірусів та с/г шкідників (для підвищення стійкості до хвороб та зменшення кількості використання пестицидів); *у тварин* збільшити швидкість росту та кінцевий розмір (для підвищення кількості м'яса). Для вирішення другого завдання – отримання продуктів поліпшеної якості – у різних галузях харчової промисловості використовують рекомбінантні ферменти і харчові добавки, що дають змогу інтенсифікувати певні технологічні процеси. Наприклад, при модифікації молока поліпшують таку його технологічну властивість як сиропридатність, що дозволяє збільшити виробництво сиру. А також зменшення токсичних і збільшення поживних речовин у харчових продуктах. Наприклад, виведений японськими вченими сорт рису «Золотий рис» містить високий рівень бета-каротину, що забезпечує достатню кількість вітаміну А.

Однак, екологи вважають трансгенні організми (ТО) генетичним (біологічним) забрудненням довкілля. Якісна відмінність біологічного забруднення від інших видів полягає у здатності його компонента до безперешкодного розмноження в умовах відсутності природних ворогів, передачі спадкової інформації, витісненні місцевих видів живих організмів, адаптації, мобільності та агресивності. Хоча конкретних прикладів серйозної екологічної небезпеки ТО поки що не виявлено, однак прогнози екологів базуються на загальнобіологічних закономірностях, що виходять з положень генетики. Саме вони дають можливість оцінити потенційні ризики розповсюдження генетично модифікованих організмів (ГМО) для довкілля та здоров'я людини.

Тому, у різних країнах розробляється нормативно-правова база для оцінки харчової безпеки і можливості реалізації продукції з генетично модифікованих джерел. Для цього проводять поетапну оцінку небезпечності та якості ГМ-джерел і за результатами порівняння (по принципу композиційної чи реальної еквівалентності ГМО з традиційним аналогом) продукти поділяють на класи безпеки.

УДК 664.853.55

Грицюк К. – ст. гр. ХКм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОВОЧЕВО-ФРУКТОВИХ СОУСІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гащук О.І.

Консервна та переробна промисловість посідає одне з перших місць по витратах матеріальних ресурсів, зокрема, енергетичних. Тому скорочення ресурсо- та енерговитрат при реалізації технологічних процесів галузі є дуже актуальним з урахуванням постійного зростання цін на усі види енергоносіїв.

Для виробництва овочево-фруктових соусів використовують протерту плодovu масу чи пюре-напівфабрикат. Особлива цінність плодовоовочевої сировини полягає у вмісті вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон та інших поживних речовин.

Протерта томатна маса є складною полідисперсною фізико-хімічною системою, водопоглинальна здатність якої обумовлена наявністю значної кількості гідрофільних колоїдів – до 25,2 % від загальної маси сухих речовин. Вони значно впливають на процес седиментації, конвекції зважених часток томатної м'якоті та на реологічні властивості (в'язкість, текучість) томатної маси під час її уварювання, а дисперсний склад томатної маси не надає значного впливу на процес випарювання з неї вологи – збільшення швидкості складає лише 5-13 %.

Важливе значення при виробництві концентрованих томатних продуктів має відношення розчинних сухих речовин до нерозчинних сухих речовин. Цей показник у якійсь мірі характеризує в'язкість томатної маси, що надходить на концентрування, наявність великої кількості нерозчинних сухих речовин (клітковини, целюлози, гемицелюлози, протопектину) значно збільшує тривалість концентрування, викликає пригар і погіршення кольору готового продукту.

Основою традиційної технології виробництва плодового пюре є попередня теплова обробка сировини, яка сприяє здійсненню якісного протирання і впливає на органолептичні показники консервів. Разом з тим дія тепла викликає небажані процеси перетворення хімічних компонентів сировини: гідроліз протопектину, дубильних речовин та поліфенольних сполук, карамелізацію цукрів, денатурацію білків, клейстеризацію крохмалю, спостерігається втрата мінеральних речовин, зменшується вміст вуглеводів. Гідроліз протопектину призводить до зростання в'язкості плодової маси, ускладнює процес концентрування та використання концентратів у якості напівфабрикату для овочево-фруктових соусів не дозволить використовувати отримані продукти у повному об'ємі в усіх сферах.

Для усунення цих недоліків, при виробництві пюре для соусу пропонується перспективна технологія первинної переробки рослинної сировини з використанням холодного протирання, без попереднього бланшування, в якій руйнування структури рослинних тканин здійснюється механічним способом. Умови проведення холодного протирання (температура, тривалість) не сприятливі для гідролізу пектинових речовин. Низький вміст пектину в протертій масі (пюре) і, відповідно, низька в'язкість продукту покращують проведення процесу його концентрування.

Пюре, виготовлене з використанням холодного способу протирання, характеризується низькою в'язкістю та високими показниками якості, що робить його найбільш придатним для виробництва концентрованих плодovих пюре.

УДК 664.853.55

Дзюбінська І. – ст. гр. ХКм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЙОШТИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СОКІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Мельнічук О.Є.

На сьогоднішній день у всьому світі приділяється значна увага створенню продукції, яка має оздоровчий характер. Створення таких продуктів можливе за умови збереження цінних природних якостей харчових продуктів, використання нетрадиційних видів сировини, вдосконалення існуючих технологій виробництва. До такої продукції відносять фруктові соки, які мають у своєму складі легкозасвоювані органічні кислоти, вітаміни, мінеральні та інші речовини.

Особливу увагу слід надавати сокам, отриманих з сировини, яка багата цінними біологічно-активними речовинами. Джерелом яких, поряд з овочами та фруктами, є нетрадиційні дикорослі ягоди: аронія, ірга, гумі та йошта (гібрид агрусу та чорної смородини), які мають лікувально-профілактичні властивості.

Метою даної роботи було вивчення хімічного складу та дослідження форм зв'язку вологи ягід йошти.

Йошту, як і чорну смородину вважають скарбницею вітамінів і поживних речовин. У своєму складі ягоди йошти містять: вітамін С - 97,5-149,6 мг на 100г, вітамін В<sub>1</sub> – 0,041-0,060 мг, вітамін В<sub>2</sub> – 0,029-0,057 мг, вітамін РР – 0,450-0,640 мг, пектинові речовини – 1,50-1,80% та біологічно-активні речовини, зокрема поліфенольні сполуки (катехіни, антоціани, флавоноли та інші).

Порівнявши дані хімічного складу чорної смородини, агрусу та йошти, можна стверджувати, що йошту як сировину доцільно використовувати для переробки у виробничих масштабах. Завдяки високому вмісту вітаміну С та наявності біологічно-активних речовин, сік із йошти особливо цінний, має високу харчову, смакову та біологічну цінність і може широко використовуватися для дитячого та дієтичного харчування.

Поряд з цим, труднощі при переробці ягід йошти полягають в тому, що вони мають більш щільну морфологічну структуру, ніж традиційна сировина (більш твердішу оболонку, більшу кількість протопектину, специфічний смак і аромат). Дані, які одержані під час досліджень форм зв'язку вологи (за методом Починка), свідчать, що в йошті волога міститься приблизно в однакових кількостях, як у зв'язаній так і осмотичній формах. Це дозволяє твердити, що йошта відноситься до сировини, яка буде важко віддавати сік, що буде створювати певні перешкоди на шляху нарощування виробництва соку з такої сировини.

Йошту можна використовувати для виробництва компотів, концентрованих фруктових консервів та соків. Оскільки, при виготовленні концентрованих консервів здійснюють процес уварювання, що приводить до втрати біологічно-активних речовин, доцільніше її буде використовувати для виробництва соків. Тому, для підвищення виходу соку ягід йошти та збагачення готового продукту біологічно-активними речовинами можна застосувати такі способи попередньої обробки ягід перед пресуванням: заморожування, бланшування, обробка ягід СВЧ і ферментними препаратами.



УДК 628.356

Жадан С.О. – ст. гр. БТЕК – IV – 5

Біленька Ю.С. – ст. гр. БТЕК – V - 5

*Національний університет харчових технологій, м. Київ*

## **МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ МЕТАНОВОГО БРОДІННЯ ПТАШИНОГО ПОСЛІДУ**

Науковий керівник: к.т.н., проф. Салюк А.І.

Метанове бродіння є одним із найбільш доцільних шляхів переробки пташиного посліду.

Інтенсифікацію процесу метанового бродіння проводять для досягнення наступних цілей:

- зменшення тривалості зброджування при досягненні заданого ступеня розпаду з метою зменшення розмірів споруд, витрат на обігрів та перемішування;

- збільшення процесу метаногенезу.

До методів інтенсифікації ферментації субстрату спричиненою дією анаеробної мікрофлори біореактора можна віднести:

- дотримання оптимальних параметрів процесу бродіння (температури, кислотно-лужного балансу, вологості);
- перемішування;
- підтримки анаеробних умов у реакторі;
- проведення безперервного процесу ферментації, фазової сепарації;
- підвищення біомаси мікроорганізмів у апараті;
- забезпечення відсутності інгібіторів процесу,;
- додавання ензимів;
- вакуумування субстрату, його обробка за допомогою кавітації;
- фотокаталітична обробка субстрату;
- введення CO<sub>2</sub> біогазу в біореактор;
- заміна контактного нагріву на об'ємний СВЧ-нагрів тощо.

Всі перераховані вище заходи, за нашими дослідженнями, є методами інтенсифікації метанового бродіння пташиного посліду.

На нашу думку, велику увагу слід приділяти способам пов'язаним з обробкою даного субстрату перед його зброджуванням.

Так, наприклад, за результатами наших досліджень, використання кавітаційних процесів забезпечує високий ступінь подрібнення та гомогенізації сировини. Під її дією порушуються складні зв'язки волокон органічних речовин. Прискорюється процес екстракції. Суттєво стабілізуються біологічні процеси, що приводить до відсутності піно- та кіркоутворення у верхній частині біореактора, що значно полегшує процес метанової ферментації субстрату.

УДК 628

Захарова М. – ст. гр. ХКм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСЕРВІВ “КРЕМ З КАВБУЗА ”**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гащук О.І.

Серед шляхів оздоровлення та відродження населення України в умовах нинішньої екологічної ситуації розробка нових композицій природного походження з лікувально-профілактичними властивостями перспективна та актуальна.

Широке впровадження місцевих і нетрадиційних видів сировини та розробка на їх основі нових видів виробів повинні поєднуватись з науковою обґрунтованістю складу й технології, що забезпечує випуск високоякісних продуктів, посилення контролю біологічної і харчової цінності нових видів консервованих продуктів

Кавбуз - найбільша цілюща ягода. Він увібрав у себе лікувальні властивості і колір м'якоті від гарбуза та соковиту, ароматну й солодкувату м'якоть від кавуна. Головним достоїнством кавбуза є його невибагливість. Він має на 20-30% вищу врожайність на різних ґрунтах при звичайній для гарбузових культур агротехніці, завдяки чому він безпосередньо вирощується в Тернопільській області і є регіональною сировиною.

Важливою складовою у створенні харчових продуктів для профілактичного харчування є харчові волокна. До складу кавбуза входять пектинові речовини, клітковина. 500 г кавбуза на день забезпечує половину добової потреби в харчових волокнах. Біологічне значення пектинів, і в цілому харчових волокон, проявляється в їх здатності зв'язувати радіоактивні частини та продукти радіолізу та виводити їх з організму. З пектином зв'язуються також важкі метали та токсичні речовини. Встановлено, що 1 г пектину здатний зв'язувати від 160 до 420 мг стронцію.

На основі відомої консерви “ Крем з яблук” до рецептури якої входить: яблучне пюре, цукор ,манна крупа, сухе молоко та ванілін, розроблено технологію та запропоновано виробництво нової консерви -“ Крем з кавбуза”, де використовується пюре з кавбуза.

Впровадження нової технології та використання нетрадиційної сировини дозволить дозволить створити харчовий продукт з хорошими профілактичними властивостями. При виготовленні таких консервів необхідно дотримуватися кількісного і якісного співвідношення між різними компонентами їжі. Додавання до складу консерви манної крупи та сухого молока забезпечить збагачення її білками рослинного та тваринного походження. В технології передбачені наступні технологічні операції: очищення кавбуза, бланшування, подрібнення, протирання, змішування для отримання тонкоподрібненої маси, однорідної по всьому об'єму, яка не розшаровується і має відповідні стандартам органолептичні показники.

Таким чином, створена композиція завдяки своїй екологічній чистоті та лікувально-профілактичній дії, естетичному зовнішньому вигляду буде користуватися попитом у населення та асортимент продуктів для профілактичного харчування на плодоовочевій основі розшириться. Дана продукція посяде гідне місце в комплексному оздоровленні людей.

УДК 621.326

Калашнікова М. – ст. гр. ХК- 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВИХ ВОЛОКОН, ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ**

Науковий керівник: к.б.н., доцент Сельський В.Р.

Тривалий час харчові волокна вважали непотрібними речовинами у раціоні харчування. Вважалося, що вони не мають ніякої цінності для організму.

Наукові дослідження довели, що харчові волокна дуже корисні для організму. Щоденна нестача в раціоні харчування всього 15 г клітковини призводить до виникнення таких захворювань як рак, ожиріння, діабет і передчасного старіння.

Клітковина не має смаку, запаху, утворює прозорі розчини з водою, не змінює натуральні органолептичні показники м'ясної продукції.

Харчові волокна практично не містять калорій, з їх допомогою можна виготовляти низькокалорійні продукти. Завдяки гарним вологопоглинальним та жирознижуючим властивостям можна додатково знизити калорійність кінцевого продукту. Додавання лише 1,0% клітковини значно підвищує показник водозв'язування. Оскільки рідина транспортується в серцевину волокон клітковини по капілярах, консистенція не піддається жодній негативній дії, таким чином забезпечує стабільність продукту. Харчові волокна не розчиняються у воді і жирі, що сприяє доброму зв'язуванню води при одночасному покращенні консистенції.

За своєю природою харчові волокна не є емульгаторами, проте клітковина підтримує дію емульгаторів. У деяких видах продуктів таких як паштети, ліверні ковбаси, клітковина може частково або повністю замінити емульгатор. Навіть при високих температурах харчові волокна залишаються термостабільними.

Сфера застосування харчової клітковини у виробництві м'ясопродуктів досить різноманітна. Клітковину використовують у рецептурах ковбас, паштетів, шинок, м'ясних консервів. В наш час є широкий асортимент клітковини для виробництва м'ясопродуктів з різної сировини. По виду сировини харчові волокна поділяють на пшеничні, морквяні, картопляні, вівсяні, апельсинові, яблучні, томатні, соєві. Що о нейтрального смаку і, відповідно придатністю до використання у виробництві м'ясопродуктів відрізняються пшенична, морквяна і соєві різновиди. Але найчастіше для виробництва м'ясних виробів використовується пшенична клітковина, технологічні властивості якої залежать від довжина волокон. Зазвичай, чим більша довжина волокон, тим кращі волого і жирозв'язуючі властивості клітковини.

Використання харчових волокон у ковбасному виробництві збільшує вихід готового продукту, значно економить дорогу м'ясну сировину, знижує втрати при термообробці, покращує текстуру готового продукту, зв'язує воду і жир, що підтримує дію використання рослинних білків та крохмалів, запобігає кристалоутворенню води.

У м'ясних та м'ясо-рослинних консервах введення клітковини при максимальному використанні жирної сировини зменшує присмак жирності, значно знижує собівартість, поліпшує процес дозування і фасування. Використання рослинних волокон у якості функціональної добавки для консервів дозволяє підвищити теплопровідність за рахунок термостабільності продукту, поліпшити структуру, знизити ризик утворення розсолу та розшарування фаршу, зменшити калорійність продукту.

УДК 628.356;628.113;628.543

Кезля К.О. – ст. гр. БТЕК –V – 5

*Національний університет харчових технологій, м. Київ*

## **БІОТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД МОЛОЧНИХ ВИРОБНИЦТВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Семенова О.І.,  
к.т.н., доц. Бублієнко Н.О., ас. Ткаченко Т.Л.

Технологія виготовлення харчової продукції передбачає утворення деякої кількості відходів на кожному підприємстві, різних за кількістю, показниками забруднення, агрегатним станом тощо. Вирішення проблеми екологізації підприємств молочної промисловості має значно покращити екологічний стан відповідної місцевості, адже в більшості випадків стічні води молокозаводів скидаються в каналізаційну мережу, що може призвести до порушення роботи міських очисних споруд, чи водойму без попереднього очищення. Утворення стічних вод є невід'ємною частиною кожного технологічного процесу.

Концентрація забруднень стічних вод різних підприємств молочної промисловості має значний діапазон коливань: хімічне споживання кисню (ХСК) = 1000–5000 мг О<sub>2</sub>/л, біологічне споживання кисню (БСК) = 700–3700 мг О<sub>2</sub>/л, вміст загального азоту становить від 20 до 170 мг/л. Такі розбіжності даних обумовлені не лише різним асортиментом продукції, яка випускається, але і коливаннями кількості і забрудненості стоку протягом доби. Діапазон змін рН середовища від 5,5 до 8,5, температури - від 15 до 35°C. Вміст жиру у стічних водах цехів, що випускають масло, вершки чи сметану складає 200 – 400 мг/л. Завислі речовини представлені, в основному жирами, частинками скоагульованого білку; у розчиненому стані знаходяться органічні кислоти, молочний цукор. Вміст лактози в стоках коливається в межах 0,04–0,25%; жиру: 0,01–0,15%. Мікробіологічна забрудненість стоків молочних підприємств невисока і представлена, в основному, мікроорганізмами, що викликають молочнокисле, спиртове та пропіоновокисле бродіння.

Очищення стоків від забруднюючих речовин на молокопереробних підприємствах має здійснюватися на локальних очисних спорудах. Існують різноманітні методи їх очищення. Основною стадією технології очищення є біохімічне розкладання органічних речовин за допомогою асоціації мікроорганізмів. Застосування даного способу є надзвичайно ефективним, оскільки він не залишає ніяких побічних продуктів. Ця технологія може застосовуватися для очищення промислових стічних вод, при невеликій їх забрудненості (близько 1000-1500 мг О<sub>2</sub>/л за ХСК). Стічні ж води молокозаводів належать до концентрованих за органічними забрудненнями, тобто величина ХСК в даному випадку перевищує 2000 мг О<sub>2</sub>/л. Виходом з цієї проблеми може бути застосування комплексної анаеробно-аеробної схеми очищення, що, як відомо, здатна вилучити значну кількість забруднювачів.

Метанове бродіння використовується як попередня стадія очищення концентрованих стоків із наступним обов'язковим аеробним доочищенням. При цьому утворюється велика кількість біогазу (вміст метану 60–80%), який є альтернативним джерелом енергії. Крім цього в процесі метанового бродіння стічних вод харчових виробництв (в тому числі і молочних) утворюється значна кількість вітамінів групи В, особливо вітаміну В<sub>12</sub> (40–50 мкг на 1 г сухого активного мула), та інших біологічно-активних речовин, що свідчить про високу кормову цінність мулу.

УДК 378.016:542

Клец О. – ст. гр. 51-Х

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

## ХІМІЧНІ РЕЧОВИНИ ЯК ТАЄМНІ ЧОРНИЛА

Науковий керівник: Прибора Н.А.

У кожен епоху існували свої таємниці, які потрібно було приховати на папері. Так виникли симпатичні чорнила – [чорнила](#), написи якими є спочатку непомітні й стають видимими тільки за певних умов. Перші чорнила такого типу виготовляли із побутових речовин, продуктів харчування, наприклад, молока, соку лимону, цибулі, яблук тощо (пізніше такі чорнила віднесли до нейтральних термочутливих чорнил). Виникненню більш складних таємних чорнил, проявлення яких ґрунтується на різноманітних хімічних перетвореннях, ми завдячуємо алхімікам.

Зараз існує дуже велика кількість симпатичних чорнил, які класифікують різними способами. Найпоширенішою і найпрактичнішою є класифікація Ф.Марживаля, який поділяє симпатичні чорнила на чотири групи: хімічні, світлочутливі, термочутливі, вологочутливі.

До складу **хімічних чорнил** входять безбарвні або слабо забарвлені речовини, які здатні реагувати з іншими сполуками, утворюючи яскраво забарвлені продукти. В якості хімічних чорнил використовують розчини, що містять катіони ряду перехідних металічних елементів, а як проявники – розчини, що містять відповідні аніони (або навпаки). Прикладом таких чорнил є розчин KSCN, надписи яким проявляють за допомогою розчину FeCl<sub>3</sub>.

До **термочутливих чорнил** відносять безбарвні або слабо забарвлені речовини, які переходять в забарвлені сполуки при нагріванні. Залежно від характеру хімічного впливу на папір при проявленні прихованого зображення, термочутливі чорнила можна розділити на три підгрупи. *Нейтральні чорнила* при проявленні прихованого зображення не чинять хімічного впливу на папір, а лише фарбують його продуктами свого розкладу. *Дегідратуючі чорнила* – це розбавлені (2 – 10 %) водні розчини сульфатної або ортофосфатної кислот, натрій гідрогенсульфату NaHSO<sub>4</sub>, амоній гідроген- або дигідрогенфосфату, алюмокалієвих галунів KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O, ферум(II) сульфату і ряду інших сполук. При нагріванні прихованого зображення вказані речовини чинять на папір сильну дегідратуючу (зневоднювальну) дію. До складу *окиснювальних чорнил* входять речовини, здатні при нагріванні до 150-180 °С окиснювати папір і при цьому відновлюватися з утворенням забарвлених сполук. До таких чорнил відносять розбавлені водні розчини амоній метаванадату NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub> і амоній парамолібдату (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>, реактив Толенса – розчин комплексної сполуки [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]OH.

Невидимі написи або зображення, зроблені **вологочутливим чорнилом**, проявляють водою або водяною парою. У залежності від характеру процесів проявлення такі чорнила ділять на дві підгрупи: *просвічуючі та клейкі чорнила*.

**Світлочутливими (фоточутливими)** називають чорнила, що можуть проявлятися або зникати під дією світла. Окремою групою світлочутливих чорнил є *люмінесцентні чорнила*. Ця група чорнил містить безбарвні або слабо забарвлені речовини, здатні до люмінесценції під дією ультрафіолетового випромінювання.

Різнманітні симпатичні чорнила широко використовують і в наш час, зокрема, люмінесцентні набули широкого застосування у криміналістиці, охоронній справі, виготовлені держзнаків тощо.

УДК:546.726:615.2/3

Козак Я. - магістр

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

## **ВИЗНАЧЕННЯ ФЕРУМУ В ЛІКАРСЬКИХ ПРЕПАРАТАХ З ПРОТИАНЕМІЧНОЮ ДІЄЮ**

Науковий керівник канд. хім. наук, доцент Прокопенко В.П.

Ферум – незамінний життєво необхідний біоелемент, що відіграє важливу роль у забезпеченні нормального функціонування клітин в усіх біологічних системах. В організмі дорослої людини міститься 2,0 – 5,5 г (50 мг/кг у чоловіків, 35-40 мг/кг у жінок, а у новонароджених – 70 мг/кг) цього елементу. Він входить до складу гемоглобіну крові (75%), а також 70 ферментів. Гемоглобін – головна складова частина еритроцитів – забезпечує внутрішнє дихання, переносячи кисень від легень до тканин.

Зниження вмісту Феруму, а відповідно і гемоглобіну, в організмі призводить до різноманітних порушень трофічних процесів у багатьох органах і тканинах (особливо у високоаеробних тканинах) та до гематологічних змін, що стають причиною залізодефіцитної анемії (ЗДА) – захворювання системи крові, що супроводжується змінами параметрів його метаболізму, зменшенням концентрації гемоглобіну в еритроцитах, кількісними та якісними змінами останніх, клінічними проявами анемічної гіпоксії, метаболічної інтоксикації та властивими лише їй проявами сидеропенії. Основою патогенетичної терапії ЗДА є внутрішній прийом лікарських ферумвмісних засобів. На сьогодні помітна тенденція до зростання захворювання на ЗДА серед населення, а отже зростання використання відповідних препаратів.

На основі проведеного аналізу літературних даних щодо фізіологічної ролі Феруму та методів його якісного і кількісного визначення в умовах лабораторії, ми дослідили обрані препарати на розчинність у воді та вміст Феруму. За якісними реакціями було встановлено, що в усіх препаратах наявні йони як  $\text{Fe}^{2+}$  так і  $\text{Fe}^{3+}$ .

Для кількісного визначення Феруму, ми підібрали метод виділення його із лікарських препаратів та визначили вміст методом фотоелектроколориметрії [1]:

| <i><b>Препарат</b></i> | <i><b>Вміст Феруму в одній таблетці, мг/таблетка</b></i> |             |
|------------------------|----------------------------------------------------------|-------------|
|                        | Експериментальне                                         | Деклароване |
| Фенотек                | 10,94                                                    | 55          |
| Фероплект              | 1,88                                                     | 10          |
| Глобірон-Н             | 13,25                                                    | 90          |
| Сорбіфер<br>Дурулес    | 20,5                                                     | 100         |
| Тардиферон             | 19,05                                                    | 80          |

Отримані результати вказують на помітну відмінність визначеного експериментально вмісту Феруму від задекларованого в інструкціях до препаратів, що може наштовхнути на певні сумніви щодо якості досліджених протианемічних препаратів.

### **Література**

1. Физико-химические методы анализа лекарственных средств: Уч. пособие для студ. вузов/ В. А. Шаповалов, В. П. Черных, С. Н. Коваленко. – Х.: Изд-во НФаУ; Оригинал, 2006. – 256 с.: ил.

УДК 547

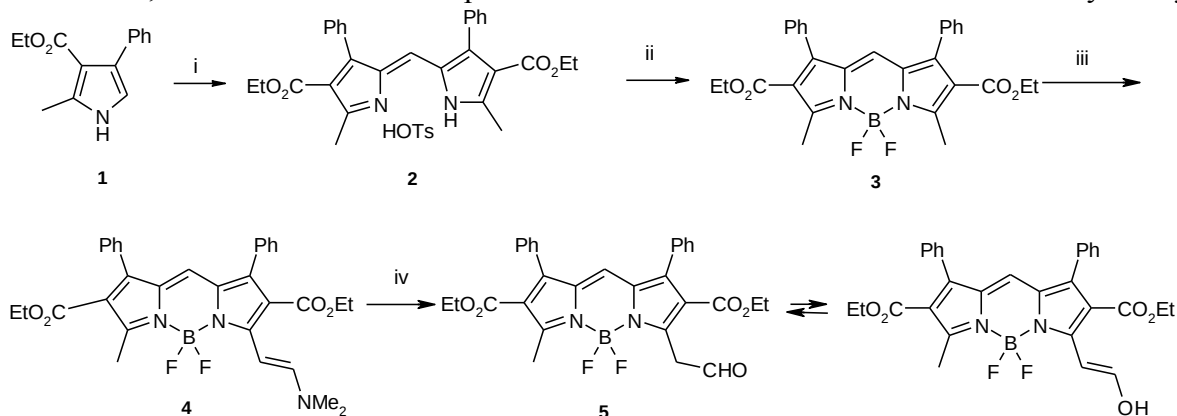
Комаренко Г. – ст. гр. 51-Х

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ

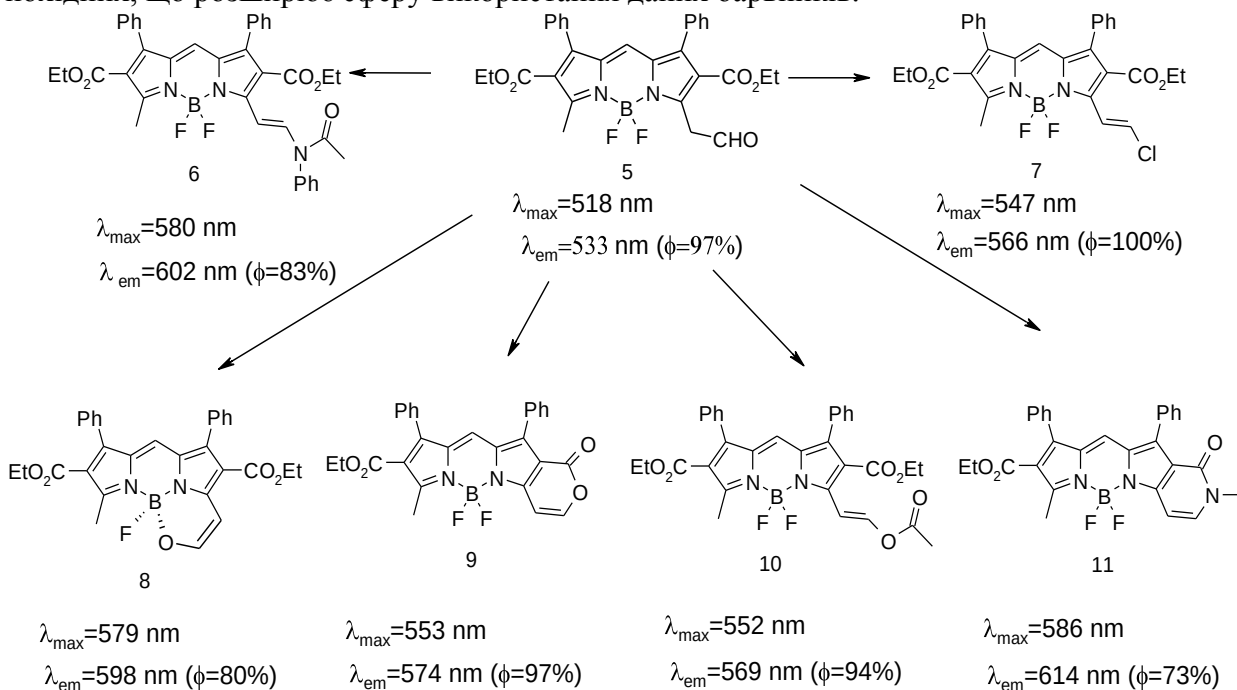
## СИНТЕЗ НОВИХ БОРОДИПРОМЕТЕНОВИХ БАРВНИКІВ

Наукові керівники: доцент Ковтун О.М., м.н.с. Якубовський В.П.

Бородипірометенові барвники (BODIPY), а саме 4,4-дифлуоро-4-бора-3а,4а-діаза-*s*-індаценові барвники характеризуються доволі інтенсивним поглинанням та високою інтенсивністю флуоресценції. Вони відносно нечутливі до полярності та рН середовища, тому використовуються в широких практичних межах, зокрема для мічення білків та ДНК. Проте більшість з них флуоресціюють вище 600 нм, що ускладнює їх використання в біології. Нами було розроблено зручний підхід до синтезу BODIPY 5, який має типові спектрально-люмінісцентні властивості такого типу сполук.



Цей альдегід був використаний для отримання ряду незвичних BODIPY похідних, що розширює сферу використання даних барвників.



УДК 546.72

Конюшенко І. –ст. гр. ДТ-М10спец

Українська інженерно педагогічна академія

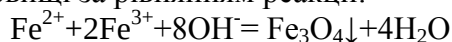
## ФІЗИКО – ХІМІЧНІ І БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНЕТИТУ

Наукові керівники: к. х. н., доц. Цихановська І. В., асистент Барсова З. В.

Магнетит виявлено в організмах різних представників тваринного світу, у тому числі і людини. Установлено факт утворення магніточутливими бактеріями кристалів магнетиту розміром до 0.1 мкм, що відповідає суперпарамагнітному стану речовини.

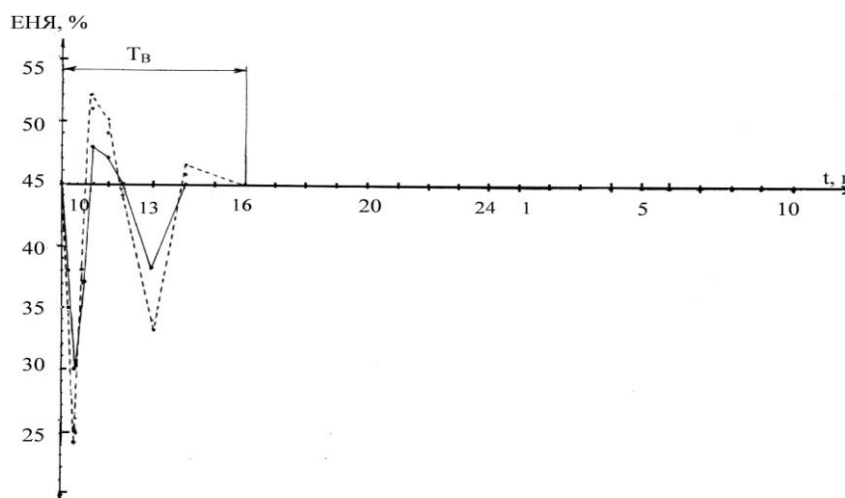
Дана робота є продовженням циклу робіт по синтезу та біологічному дослідженню наночастинок магнетиту.

Методом хімічної конденсації за удосконаленим способом отримано магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$  або  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ ) з водних розчинів солей дво- та тривалентного заліза у лужному середовищі за рівнянням реакції:



Підтверджено низьку токсичність магнетиту ( $\text{LD}_{50}=10$  г/кг), низький рівень його мутагенної небезпеки, відсутність негативних реакцій організму при внутрішньовенних, внутрішньочеревних шляхах введення колоїдного магнетиту.

Ціллю подальшої роботи з вивчення магнетиту було дослідження біологічної дії магнетиту на об'єктах *in vivo*. В експериментах було використано цитоморфологічний метод дослідження. На рис. наведено амплітудно – часову характеристику реакції організму на досліджуємий препарат:



Проведеними дослідженнями встановлено, що термін активної дії препарату знаходиться в межах 3-4 годин. Оптимальна доза застосування складає 0.2-0.3 г на 70-80 кг маси тіла. Магнетит активує діяльність шлунку та дванадцятипалої кишки. Отримані результати обґрунтовують можливість використання магнетиту в якості харчової добавки. Також його можливо використовувати в харчовій промисловості та медицині.

Для препарату характерне короточасне зниження внутрішньочерепного лікворного тиску та зниження кровообігу судинної системи мозку. Застосування магнетиту передбачає короточасне підвищення сечовиділення протягом 2-3 годин. Препарат може бути рекомендовано людям, схильним до алергічних реакцій. Препарат має протипоказання до застосування особам із лікворною гіпертензією.



УДК: 638.162:543.9

Курячанська В. - спеціаліст

*Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕДУ**

Науковий керівник канд. хім. наук, доцент Прокопенко В.П.

Протягом тисячоліть люди споживали мед, не задумуючись про його якість. Це було пов'язано з тим, що він був єдиним джерелом солодощів і підробити або замінити його було нічим [3]. Проблем з екологічним забрудненням меду теж не було. На превеликий жаль, в останні роки все-таки виникають труднощі з визначенням якості меду, зважаючи на можливе екологічне забруднення [4].

Для оцінки якості бджолиного меду існує понад 40 показників. В нашій країні оцінку якості меду проводять за десятьма параметрами ГОСТу 19792-87 "Мед натуральний". Мед, який надходить у продаж населенню, повинен перевірятись за усіма показниками [2].

Контроль якості і натуральності меду проводять з метою виявлення домішок органічної і фізико-хімічної природи. В домашніх умовах повний аналіз меду зробити важко, тому його якість оцінюють за органоліптичними показниками. Для цього потрібно вміти розрізняти натуральні і фальсифіковані меди, виявляти сорт за кольором, ароматом, смаком і консистенцією. Проте варто знати, що в ряді випадків фальсифікацію меду можна встановити лише за допомогою хімічного аналізу.

Дослідження фізико-хімічного складу меду є надзвичайно важливим, зважаючи на широке застосування продуктів бджільництва. Вони є ефективними засобами лікування багатьох недуг, широко використовуються в кардіології, при шлунково-кишкових захворюваннях [1]. Відома заживляюча дія меду в разі різноманітних ран. Крім того, мед входить до складу косметичних засобів. Смакові якості і харчова цінність меду залежить в першу чергу від його хімічного складу.

Отже, час, коли мед оцінювали лише на смак і вигляд минув, і навіть прості методи аналізу дають широку інформацію про показники якості натурального меду [3].

Ми дослідили зібраний в Миколаївській області травневий, соняшниковий та мед з різнотрав'я на вміст домішок крохмальної, бурякової (цукрової) патоки, желатину і клею, крейди, цукрового піску в медові, визначили вологість і сухий залишок висушуванням, кислотність меду, вміст інвертного цукру, визначили фермент діастази, наявність падевого меду та кількість відновлювальних сахарів до і після інверсії [2].

За результатами проведеного аналізу всі зразки меду відповідають ГОСТу 19792-87, тобто досліджений мед є натуральним.

### **Список літератури**

1. Йориш Н. П. Лікувальні властивості меду та бджолої отрути, вид. 2 - Київ: Медвидав, 1998. – 122с.
2. Мед натуральний. Держспоживстандарт України / Офіційне видання. – К.: 2007. – 25с.
3. Мельник М. В. Мед і бджільництво в історії України // Український пасічник. - №11. - 1997. - С.27 - 28.
4. Шевчук М. К. Пасіка, бджоли, мед. Пасічник. Ужгород. «Карпати», 2003. – 120с.

УДК: 577.128 : 546.21

Луценко О. – ст. гр. 41 ХБ

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

## **ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО АКТИВНІ ФОРМИ ОКСИГЕНУ ПО ВІДНОШЕННЮ ДО КЛІТИННИХ СТРУКТУР**

Науковий керівник: к.х.н., доцент Богатиренко В.А.

Результатом вибухового розвитку і виникнення нових наукових технологій (що реєструється в останні десятиліття) є виникнення проблеми “окиснюючого стресу”, що діє на організм людини. Основним його чинником, як не дивно, є Оксиген – власне, його активні форми (АФО), утворення яких веде до пошкодження організму на клітинному рівні. Ці активні форми Оксигену (АФО) мають неспарений електрон і саме тому проявляють біологічний ефект, який залежно від концентрації АФО може бути регуляторним або токсичним. Окиснюючий стрес відіграє важливу, якщо не ключову роль у патогенезі старіння і широкого спектру серцево-судинних захворювань, проблемі перекидного окиснення ліпідів (ПОЛ).

Головним джерелом АФО у клітинах є мітохондрії. Зазвичай приблизно 98% всього Оксигену, що надходить в клітини, використовується для окиснення субстратів з утворенням АТФ і виділенням тепла, і лише 2% використовується в реакціях утворення АФО. Цей відсоток може значно зростати при посиленому надходженні Оксигену в клітини або порушенні роботи електронно-транспортного ланцюга мітохондрій. Виділяють три категорії АФО: первинні, вторинні і третинні. Первинні АФО утворюються при окисненні деяких молекул і мають регуляторну або помірну антимікробну дію. До них відносяться нітроген(II) оксид NO, що має судиннорозширювальну властивість, і супероксид  $O_2^{-1}$ , властивості якого можуть бути достатньо різноманітними. Зазвичай за допомогою спеціалізованого ферменту супероксид-дисмутази він перетворюється на гідроген пероксид  $H_2O_2$ , а далі – на гіпохлорит  $ClO^-$ . Обидві сполуки використовуються макрофагами для боротьби з бактеріями. Категорію вторинних представляють радикали, які утворюються при недостатній нейтралізації супероксиду. Його надлишок, що взаємодіє з NO, утворює пероксинітрит або переводить тривалентне залізо  $Fe^{3+}$  в двовалентне  $Fe^{2+}$ , яке при взаємодії з  $H_2O_2$ ,  $HClO$  і ліпопероксидами утворює гідроксильний радикал  $\cdot OH$  або ліпоксильний радикал  $LO\cdot$ . Ці радикали, як і пероксинітрит, представляють категорію вторинних радикалів, саме ця категорія має сильну токсичну дію внаслідок своєї здатності необоротно пошкоджувати мембранні ліпіди, а також молекули ДНК, вуглеводів і білків. При взаємодії вторинних радикалів з молекулами антиоксидантів та інших сполук, що легко піддаються окисненню, утворюються третинні радикали. Їх роль може бути різною.

Однією з відомих активних форм Оксигену є гідроген пероксид. Давно відомо, що  $H_2O_2$  має достатньо сильні окисні властивості, бере участь в організмі у великому наборі найрізноманітніших процесів. Наприклад,  $H_2O_2$  підвищує кальцієву проникність мембран міокарда. Виявлена сильна бактерицидна й імунна функції гідроген пероксиду – рух клітин імунної системи організму, що дуже швидко збираються в місцях пошкоджень чи травм, управляється молекулами  $H_2O_2$ , що з'являються в зоні ураження практично миттєво.

Вплив  $H_2O_2$  на організм може бути і негативним, викликаючи, наприклад, підвищений оксидативний стрес тканин. Відомо, що запалені тканини організму і ракові пухлини також містять підвищені концентрації цієї речовини. Тому вивчення біологічної ролі  $H_2O_2$  й досі є питанням актуальним.

УДК 664.853.55

Майовська Ю.– ст. гр. ХКМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КАВБУЗ, ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕСЕРТІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Мельнічук О.Є.

Десертами прийнято називати солодоші, фрукти або якусь іншу страву, що подають після обіду, тобто основних страв (взагалі наприкінці трапези).

Десерти знаходять величезну варіативність — від кондитерських і печених виробів (тортів, тістечок, пирогів, млинців, штруделів, кексів, мафінів) до меду, шоколаду, кремів, морозива, щербетів, желе тощо.

Популярними десертами є також фруктові десерти. Вони користуються широким попитом у різних груп населення. Особливо важливим є те що десерти споживають діти, їх використовують для дієтичного та профілактичного харчування.

Метою даної роботи є розробка технології виробництва десертів на основі використання нетрадиційної сировини (на прикладі кавбуза).

Дослідивши вітамінний та мінеральний склад кавбуза, можна стверджувати про його високу харчову та біологічну цінність. Класичні способи виробництва десертів пропонують використання різної попередньої підготовки сировини до консервування. Визначальним процесом є уварювання (концентрування), яке передбачає підвищення масової частки сухих розчинних речовин, але разом з тим втрачає значної кількості поживних речовин. З цього випливає, що процес уварювання є «вузьким місцем» при виробництві десертів.

Було вивчено форми зв'язку вологи та експериментальним шляхом встановлено, що у кавбуза з масовою часткою сухих розчинних речовин 7% загальна кількість вологи становить 94,83 %, з них 63,28 % складає осмотично-зв'язана і 31,55 % колоїдна волога. Тому з існуючих технологій виробництва десертів можна виключити процес уварювання, замінивши його таким способом вилучення вологи, як осмотичне збезводнення.

Осмос - спосіб видалення вологи із сировини, який відбувається без фазових перетворень. Цим і пояснюється його перевага та можливість використання при виробництві десертів.

Осмотичне збезводнення, як технологічний процес, обумовлений наявністю напівпроникних мембран, при якому проходить вирівнювання концентрації. Осмос має місце, при зануренні плодів в концентровані розчини осмотично діючих речовин. В такій системі протікають два протилежні процеси: з продукту в розчин дифундує вода, а з розчину в продукт - розчинена речовина.

У науковій літературі є багато даних про використання для осмотичного збезводнення різних видів сировини та осмотично діючих речовин (патоки, сахарози, сухого цукру), хоча дані про процеси масообміну надто обмежені. Для кожного конкретного випадку необхідно підбирати оптимальні параметри.

Використання осмотичного збезводнення в дозволить зберегти нативні властивості сировини, скоротити тривалість теплової обробки на продукт та покращити органолептичні, фізико-хімічні показники якості готової продукції.

УДК 547.587.1:615

Мироненко А. – ст. гр. 5МХ

*Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ НА ОСНОВІ АЦЕТИЛСАЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ**

Науковий керівник: к.х.н., доцент Толмачова В.С.

Ацетилсаліцилова кислота (АСК), яка належить до нестероїдних протизапальних засобів, виявляє болезаспокійливу, протизапальну і жарознижуючу дію. Вона перешкоджає агрегації тромбоцитів, що обумовлено пригніченням синтезу тромбоксану. Саліцилати впливають на обмін речовин, при цукровому діабеті вони сприяють зниженню вмісту глюкози крові.

На сьогодні лікарські засоби на основі АСК знайшли нову галузь використання – онкологію. АСК у промислових масштабах добувають ацетилюванням саліцилової кислоти. Саліцилова кислота виявляє високі кислотні властивості, тому її домішки спричиняють подразнення слизових оболонок шлунку, ротової порожнини, гортані.

Нами досліджено якість ряду лікарських засобів: ацетилсаліцилова кислота (ЗАТ Фармацевтична фірма „Дарниця”, Україна), аспірин та аспірин кардіо (Bayer, Німеччина), тромбо АСС (Lannacher Heilmittel GmbH, Австрія), ацетилсаліцилова кислота (ВАТ „Монфарм”, Україна), полокард (Фармацевтичний завод „Polpharma”, Польща), ацетилсаліцилова кислота (ВАТ „Лубнифарм”, Україна).

Для визначення домішок саліцилової кислоти (СК) проводили якісну реакцію з ферум(III) хлоридом. Позитивний результат був зафіксований для препаратів тромбо АСС і ацетилсаліцилової кислоти (ВАТ „Лубнифарм”). Відомо, що забарвлення і склад комплексу залежать від співвідношення препарату і реагенту, а також рН середовища. За рН 2–3 утворюється моносаліцилат фіолетового кольору, який руйнується при додаванні хлоридної кислоти; за рН 3–8 – дисаліцилат червоного кольору; а за рН 8–10 – трисаліцилат жовтого кольору.

За допомогою методу спектроскопії ЯМР  $^1\text{H}$  досліджено спектральні властивості вищезазначених препаратів. У спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  ( $\text{DMSO-}d_6/\text{CCl}_4$  1:1, Varian Mercury-400 NMR Spectrometer, 400 MHz) всіх досліджених зразків окрім сигналів АСК (синглет 2.25 м.ч., дублет 7.10 м.ч., триплет 7.33 м.ч., триплет 7.58 м.ч., дублет 7.95 м.ч., розширений синглет 12.7 м.ч.) містяться сигнали протонів залишкових кількостей саліцилової кислоти (до 2%): дублет 6.82 м.ч., дублет 6.90 м.ч., триплет 7.45 м.ч., триплет 7.78 м.ч. За даними спектру ПМР найбільшу кількість неідентифікованих домішок містить препарат тромбо АСС.

Використання хроматомас-спектрометрії для дослідження якості зазначених препаратів не привело до бажаних результатів, оскільки єдиний наявний в спектрах молекулярний йон з масою 137 відповідав депротонованій СК.

Варто зазначити, що за даними Державної фармакопеї України лікарські засоби на основі АСК повинні містити не менше 99,5% діючої речовини.

УДК 544

Муха Ю., Дацюк М. - ст. гр. ПМ-21

*Луцький національний технічний університет*

## **АДСОРБЕНТИ НА ОСНОВІ ПРОДУКТІВ ПІРОЛІЗУ САПРОПЕЛЮ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гулай О.І.

Адсорбція — один з вирішальних чинників в стабілізації колоїдних систем і одна з найважливіших стадій реакцій в гетерогенних системах, зокрема в гетерогенному каталізі. Багато адсорбентів (активне вугілля, каолін, іоніти і ін.) служать протиотрутами поглинаючи і видаляючи з організму шкідливі речовини, що попали в шлунково-кишковий тракт. Адсорбцію застосовується для розділення газових і рідких сумішей, для осушення і очищення газів і рідин. Зокрема адсорбція широко застосовується у хімічній та нафтохімічній промисловості для очищення нафтопродуктів, рекуперації летких розчинників, розділення газів та рідин, глибокої сушки газів.

Основні запаси сапропелю України зосереджені у водоймах Волинської області. Середня продуктивність озер по сапропелю складає більш 1 тис.т/га. Сфери використання продуктів переробки сапропелю найрізноманітніші: від сільського господарства (природне добриво, харчова добавка для тварин) до медицини (лікувальні препарати на основі сапропелю та його екстракту). Сапропелі використовують також для отримання вуглецевих сорбентів. У порівнянні з аналогами, сапропелевий вуглецевий сорбент має нижчу вартість при достатньо високій ефективності: сумарний об'єм пор — 0,5-1,5 см<sup>3</sup>/г, абсорбційна активність за стандартними маркерами (метиленовий голубий) — 50-150 мг/г, вміст мінеральних домішок — 10-20 % маси. Такі сорбенти можна використовувати для процесів очищення стічних вод від органічних речовин і нафтопродуктів середньої і високої молекулярної маси. Сапропелеві вуглецеві сорбенти перспективні для вилучення домішок і забруднень іонного характеру з розчинів, природних і стічних вод, рідких радіоактивних відходів, стоків гальванічних і електрохімічних виробництв, вилучення і концентрування іонів важких і радіоактивних металів (урану, цезію, миш'яку, хрому, марганцю, стронцію та ін.).

В Росії випускають гідрофобні органо-мінеральні сорбенти типу СИБСОРБЕНТ на основі продукту піролізу сапропелю. Ці сорбенти застосовують для видалення нафти, олив, мазуту та інших нерозчинних у воді органічних забруднювачів як з поверхні води, так і з будь-якої твердої поверхні в широкому діапазоні температур.

Перевагами нафтових сапропелевих сорбентів є екологічна чистота, обумовлена використанням природної органічної сировини та безреагентної технології їх отримання; висока гідрофобність, яка забезпечує плавучість сорбента до і після поглинання нафти протягом тривалого проміжку часу — не менше 72 год.; простота утилізації відпрацьованого сорбента - спалювання чи екстракція нафтопродуктів; збереження працездатності при низьких температурах — до — 30 °С. За співвідношенням "ціна — нафтоємність", яке визначає економічну ефективність застосування сорбентів для ліквідації нафтових забруднень, сапропелеві сорбенти переважають інші порошкові сорбенти, представлені на ринку.

Таким чином, основними перевагами сорбентів на основі сапропелю є екологічна чистота, широка сировинна база, висока гідрофобність та нафтоємність при відносно низькій вартості.

УДК

Осипова А.-магістр 2 курсу, гр. ХАМАЛ

Київській національний університет імені Тараса Шевченка

## ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ ТВЕРДОФАЗНОЇ ЕКСТРАКЦІЇ ТА ХРОМАТОГРАФІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СИНТЕТИЧНОГО ХАРЧОВОГО БАРВНИКА E151

Науковий керівник: професор Зайцев В.М., к.х.н Писарева І.В.

Кількість продуктів харчування, що містять харчові добавки, постійно зростає. На даний час в світі у виробництві харчової продукції використовують біля 20 синтетичних барвників та більш ніж 30 видів природних барвників та пігментів. В Україні дозволено застосування лише 10 синтетичних харчових барвників. Барвник діамантовий чорний E151, як і деякі інші барвники, найбільш шкідливі для здоров'я людини, заборонений для використання. Тому розробка методики визначення E151 за допомогою методу вискоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) є актуальним питанням..

При пробопідготовці для очищення та концентрування проб напоїв застосовували метод твердофазної екстракції (ТФЕ). В якості сорбентів для ТФЕ використовували модифіковані кремнеземи: з октадецильними групами ( $C_{18}$ ); з октильними ( $C_8$ ) та з епокси групами (Ероху). Сорбцію досліджували в діапазоні рН=3,0 – 7,0 при різних рівнях концентрації іон-парного реагенту (тетрабуламонію дигідрофосфату - ТБАДГФ). Елюентом слугував розчин ацетонітрил/вода у співвідношенні 70/30. Встановлено, що найкраще сорбція на  $C_{18}$  та  $C_8$  відбувається при рН=4,5-6,0 та в присутності ТБАДГФ. За даних умов на сорбцію на Ероху впливає лише варіювання концентрацій ТБАДГФ. Ступені вилучення для  $C_{18}$  та Ероху при концентраціях E151 від 2 до 12 мг/л наведені в Таблиці 1. Хроматографічний аналіз проводили на колонці Discovery  $C_{18}$  (Supelko) в різних умовах градієнтного елюювання. В якості рухомої фази А використовували 0,01 М ацетатний буфер рН=7,1 або 0,05 М фосфатний буфер рН=5,0 з додаванням ТБАДГФ, рухома фаза В – ацетонітрил. Для ідентифікації барвника використовували час виходу та УФ спектр стандарту E151. Детектування проводили за довжиною хвилі 570 нм. Методика була апробована методом введено-знайдено на лікері та вині. Межа виявлення 0,01 мг/л, межа визначення 0,02 мг/л. На рис.1 наведена хроматограма барвників в лікері, до якого було додано 0,332 мг E151, знайдено 0,325 мг.

| Патрон                                     | $C_{18}$ |      | Ероху |      |
|--------------------------------------------|----------|------|-------|------|
| $C_{E151}, \text{мг/л}$                    | 12       | 2,4  | 12    | 2,4  |
| Умови                                      |          |      |       |      |
| 0,05М $\text{KH}_2\text{PO}_4$<br>(рН=5,3) | 93,3     | 93,4 | -     | -    |
| 0,05М $\text{NH}_4\text{OAc}$<br>(рН=4,8)  | 98,9     | 98,9 | -     | -    |
| 0,05М<br>ТБАДГФ                            | 99,4     | 99,7 | 98,6  | 99,1 |

Таблиця 1. Ступені вилучення для сорбентів  $C_{18}$  та Ероху при концентраціях барвника 12 мг/л та 2,4 мг/л, за різних умов сорбції. ( $\text{NH}_4\text{OAc}$  –  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ , ТБАДГФ - тетрабуламоній дигідрофосфат)

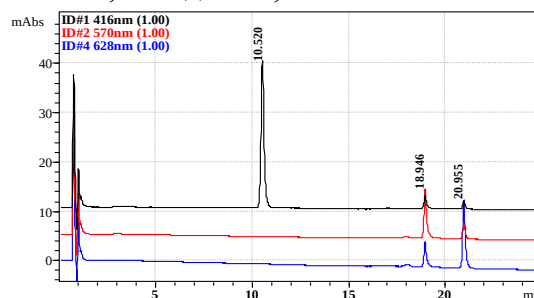


Рис.1. Хроматограма лікеру з добавкою E151. Час виходу барвників: E102 - 10,52; E151 – 18,95; E133 – 20,96 хв. Умови: колонка:  $C_{18}$  100\*2,1мм, 5мкм; 40°C. Елюент А: 0,05 М фосфатний буфер, 0,0075 М ТБАДГФ. Елюент Б: Ацетонітрил. Потік: 0,4мл/хв. Детектор: діодноматричний

УДК 547.562.4:621.89.099:66.094.3:[678.049.93+662.7]

Павловський Д.—ст.гр. ХО-51

*Національний технічний університет України „Київський Політехнічний  
Інститут”*

## **СИНТЕЗ І ЗАСТОСУВАННЯ АНТИОКИСНЮВАЛЬНИХ ПРИСАДОК В ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ**

Науковий керівник: к.х.н., доц. Василькевич О.І.

Нафтові палива, є важливим джерелом енергії і немає сумніву, що цю роль вони збережуть на протязі найближчих десятиріч. Нафта разом з вугіллям забезпечують близько половини потреб планети. Очікується, що загальна кількість енергії яку використовує людство за 30 років, збільшиться приблизно в півтора рази.

Будучи універсальним і виключно зручним джерелом енергії, нафта в той же час являє собою потенційну загрозу для оточуючого середовища. При згоранні нафтопродуктів утворюється більшість забруднювачів атмосфери. Проте підвищена екологічна небезпека палива і його продуктів згорання представляє собою велику проблему. Рішення цієї проблеми може бути лише комплексним. Воно включає в себе розробку палива з екологічно покращеними характеристиками; розробку екологічно чистих транспортних засобів і двигунів, обладнаних пристроями для догорання та нейтралізації відпрацьованих газів та правильну експлуатацію паливно-мастильних матеріалів – застосування палива і масел відповідних марок, використання присадок які підтримують горіння палива в оптимальному режимі.

В даний час, однією із складових технічної культури експлуатації автомобілів та інших пристроїв які використовують паливо, є застосування присадок різного призначення. Важливість виробництва антиокислювальних присадок до палив, в нашій країні дуже велика, через відсутність їх асортименту і підвищення вимог до викидів двигунами внутрішнього згорання.

Якраз темою даної роботи є синтез високотемпературних антиокислювальних присадок на базі основ Манніха, удосконалення технології їх отримання, впровадження і широке використання в паливах та маслах. В більшості випадків, використання присадок являє собою також і велику економічну роль. Використання присадок до палива демонструє нам широкі можливості оперативно і гнучко впливати на якість палива та процеси горіння. Застосування присадок дозволяє, не розширюючи асортимент товарного палива, пристосовувати його під конкретні умови експлуатації. Крім того, використання присадок дозволяє швидко і при мінімальних затратах знизити кількість токсичних викидів транспорту. Для цього не потрібно великих капіталовкладень, проектування і будівництва нових установок, а витрати на придбання і застосування присадок до палива приносять швидкий екологічний та економічний ефект.

Покращення згорання палива супроводжується його економією, яка може досягати 10%, а в масштабах всієї нашої держави і особливо сільського господарства де забруднення навколишнього середовища особливо небезпечно, в зв'язку з накопиченням в продуктах харчування. Активне використання даних присадок призводить до зменшення викидів і витрати пального. Економія палива в свою чергу свідчить про зниження загальної кількості викидів продуктів згорання. Зменшення кількості викидів продуктів згорання в атмосферу за допомогою використання антиокислювальних присадок і є основною метою даної роботи.

УДК 548

Писків С. – ст. гр. ХКм – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПОВИДЛА ІЗ СЛИВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гащук О.І.

У теперішній час у харчовій галузі база з виробництва повидла, що забезпечувала б наше населення необхідними речовинами у зимовий період, незначна. Крім того, підприємства економлять на електроенергії, оскільки виробництво повидла – вимагає значної витрати енергоресурсів – і коштів відповідно. Тому необхідний пошук прогресивних рішень щодо економії і водночас збереження поживності сировини під час виробництва.

Традиційна технологія виробництва повидла передбачає процес розварювання плодової сировини перед протиранням, з метою розм'якшення тканини плодів, інактивування окислювальних ферментів. Оскільки сливи містять у своєму складі поживні, біологічноактивні речовини і поліфенольні сполуки, то така теплова обробка негативно вплине на хімічний склад сировини, зменшуючи його цінність і змінюючи природний колір слив.

Встановлено, що важливим компонентом хімічного складу сливового пюре, необхідного для подальшої обробки при виробництві повидла, являється і пектинові речовини. Кількість пектину зумовлюватиме желуючі властивості повидла. Тому необхідно вибирати найбільш пектиновмісні плоди слив і при попередній тепловій обробці не допускати розварювання. Розварена сировина втрачає желуючі властивості завдяки розпаду пектинових речовин.

За результатами досліджень встановлено, що у сливах представниками поліфенольних сполук є лейкоантоціани, катехіни, флаваноли. Ці сполуки є дуже цінними також у зв'язку з їх антиоксидантними антимікробними властивостями. Колір плодів сливи формується за рахунок антоціанів, їх вміст знаходиться у межах від 11,835 % до 12,140 % для сливи сорту Угорка. Теплова обробка зменшує вміст антоціанів (при 80<sup>0</sup>С протягом 30-60 с їх вміст зменшився на 40 – 44%), більшому руйнуванню піддаються лейкоантоціани і катехіни (при 100<sup>0</sup> С їх вміст зменшився на 77,3 – 96, 2%).

Враховуючи такі важливі фактори, запропоновано новий прогресивний метод холодного протирання. Перехід харчової промисловості на запропоновану нову технологію первинної переробки рослинної сировини значно спрощує процес. З технології виключається процес розварювання та протирання.

Розроблено винахідниками подрібнювально-фінішерна установку, завдяки якій спрощується технологічний процес виробництва повидла, а також відбувається економія енергоресурсів і основне – сировина зберігає свої нативні властивості, не піддаючись тепловій обробці. А стерилізуючий ефект забезпечить правильно підібраний режим стерилізації.

Запропонований метод холодного протирання – перспектива майбутнього у консервуванні. Тому необхідне краще вивчення і дослідження переваг цього методу при консервуванні.



УДК.642.2

Сабірова О.- ст. гр ТБХ 1-6

*Національний університет харчових технологій*

## **HOW TO EAT FAST FOOD WITHOUT HARM FOR HEALTH**

Науковий керівник: ст. викладач Кохан О. М.

Fast food is any food that is quick, convenient, and usually inexpensive. You can buy fast food just at any shop that sells food and snacks. Vending machines, fast food restaurants, and 24 hour convenience stores are probably the most common places to find fast food. It's so popular because for under 10 hrn. you can usually get a filling meal. However, fast food is inexpensive because it is usually made with cheaper ingredients such as high fat meat, refined grains, and added sugar and fats, instead of nutritious foods such as lean meat, fresh fruit and vegetables.

Someone can think that fast food is “bad”thing. There is no such thing as a “bad” food. All foods can fit into a healthy meal plan. It's true that fast food is usually high in fat, calories, cholesterol, and sodium, but eating limited quantity of fast food doesn't cause you problems. If you eat too much fast food over a long period of time, though, it can lead to health problems such as high blood pressure, heart diseases and obesity.

There is another problem because someone can think that some fast food healthier than others. Is this true? Many fast food chains are revamping their menus to respond to customer comments. For example, some chains no longer serve foods with trans fat, and many have menu items that contain fruits and vegetables. If you are having fast food more than once a week, try to make healthier choices. Here are some tips:

- Choose foods that are broiled over a pan such as a grilled chicken sandwich instead of fried chicken or chicken nuggets.
- Choose soups that are not cream based (For example: If the name of the soup includes the word cream, such as "Creamy Tomato Soup", avoid ordering it).
- Have low-fat salad dressings instead of the full-fat kind.
- Have a salad or soup instead of fries.
- Use mustard or ketchup instead of mayonnaise.
- Order smaller portions. For example: instead of a large sub, try a small sub with a side salad or piece of fruit.
- If you are getting a side, order a small, or a kid sized portion. A large fry has approximately 500 calories and 25 grams of fat, while a small fry has about 60% less fat and calories (230 calories and 11 grams of fat).
- When ordering a sub or sandwich, select leaner meats like turkey or grilled chicken instead of fried items such as burgers or steak, and cheese sandwiches.
- Choose water, low-fat milk, or diet sodas instead of regular sodas, fruit drinks, milkshakes.
- If fruits is available, try to add them into your meal. For example, have lettuce and tomato on sandwiches or burgers.

We must try to balance fast food with other nutritious foods throughout the day and make healthier choices whenever possible. There are many healthy food choices that are easily available, tasty, and don't cost very much that can be eaten on the run. Fast food does not have to be bad for you. By making smart choices, eating in fast food restaurants can be healthy.

УДК 664,665

Самойленко І.П.- аспірант

*Національний університет харчових технологій*

## **ГІДРОКОЛЛОЇДИ. ПЕРСПЕКТИВИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ**

Наукові керівники: к.т.н., доценти Корецька І.Л, Ковалевська Є.І,

Здатність зв'язувати вологу к кількостях, що набагато перевищують власну масу, надаючи необхідні реологічні властивості та структуру готовим виробам – від текучої, пастоподібної, еластичної або просто драгелеподібної - ось основні відмінності гідроколоїдів які вигідно відрізняють їх від великої кількості харчових добавок.

Ефективність використання гідроколлоїдів для покращення якісних характеристик харчових продуктів визначається особливостями хімічної будови та і фізико-хімічними властивостями добавок, такими як стійкість до дії температури, рН середовища, розчинність та інше.

Ці інгредієнти знайшли власне широке використання в різних галузях харчової промисловості: м'ясній, кондитерській, молочній, масложировій и т.д., так і в технічній сфері, і в фармакології та косметології.

Одним з основних технологічних вимог ефективного використання гідроколлоїдів в визначеній харчовій системі – повне їх розчинення, яке залежить від хімічного походження.

Основними напрямками роботи, на наш погляд, є визначення реологічної поведінки розчинів - властивостей як особливо важливих при удосконаленні технології та розробленні рецептур харчових виробів (на прикладі кондитерських).

На нашу думку, однією з найважливіших реологічних характеристик реологічних є в'язкість. Значний вплив на в'язкість кінцевого продукту будуть справляти структуроутворюючі компоненти. З літературних джерел відомо, що гідроколоїди рослинного та мікробного походження здатні набухати і зв'язувати воду в кількостях, які в декілька разів перевищують їх власну масу, а також взаємодіяти з іншими структурними компонентами харчових систем. Знання механізму структуруючої дії цих речовин, характеру взаємодії з іншими компонентами складних харчових сумішей дозволить цілеспрямовано впливати на якість готових продуктів.

Дослідження реологічних властивостей вищеназваних розчинів гідроколоїдів проводили на приладі РЕОТЕСТ-2. У віскозіметрах з циліндрами, що обертаються, особливо при невеликому зазорі між ними, течія матеріалу близька до простого зсуву. На основі експериментальних даних побудовані залежності – криві течії та в'язкості.

Проведені дослідження були використані при розробці нових рецептур на желейні та фруктові термостабільні начинки, кремів, мармеладу та при розробці тістових мас «легкого» типу – бісквітного напівфабрикату. Нові розробки захищені патентами України.

УДК 628.356;628.113;628.543

Самсоненко М. – ст. гр. БТЕК – IV – 5

*Національний університет харчових технологій, м. Київ*

## **УТИЛІЗАЦІЯ СИРОВАТКИ – ПЕРШОЧЕРГОВА ЗАДАЧА ЕКОЛОГІЗАЦІЇ МОЛОЧНИХ ЗАВОДІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Семенова О.І.,  
к.т.н., доц. Бублієнко Н.О., ас. Ткаченко Т.Л.

Харчова та переробна промисловість має достатньо велику кількість невирішених екологічних проблем, серед яких, в першу чергу, виділяють величезні обсяги стічної води, що, як правило, без використання жодних систем нейтралізації забруднюючих речовин скидається в природне середовище. Молочна промисловість «славиться» неорганізованими скидами: це в першу чергу скидання сироватки, яка залишається після кількох технологічних процесів переробки молока. Вона не є відходом і повинна цілком утилізуватися, як вторинна сировина.

Теорія цього питання значно відрізняється від дійсного положення в молочній промисловості. В кращому випадку сироватка може бути утилізована разом зі стічними водами, в гіршому – разом зі загальним стоком буде скинута в навколишнє середовище.

Певне покращення загальновизнаної проблеми очищення промислових стоків можливе за рахунок застосування способів видалення забруднюючих речовин, що притаманні визначеній категорії стічної води.

На сьогоднішній день розроблено дві технології застосування біохімічного способу очищення стічної води. Одна з них носить тривіальну назву “традиційної” або “аеробної”. Дана технологічна схема використовується на всіх станціях очищення комунальних стоків. Інша технологія – “комплексна анаеробно-аеробна” – запроваджується з метою очищення висококонцентрованих стічних вод (коли показник забруднення за ХСК (хімічне споживання кисню) перевищує 2000 мг  $O_2$ /дм<sup>3</sup>). Комплексна двоступенева схема включає в себе різні принципи - механічні, фізико-хімічні, анаеробне (метанове бродіння) та аеробне окиснення (аеротенки).

Отже, на підприємствах молочної промисловості молочна сироватка може бути утилізована разом з іншими забруднюючими речовинами стоків та перетворена на кінцеві продукти анаеробної та аеробної ферментації стічних вод або вилучена із загального стоку з метою подальшого її застосування в якості, наприклад, кормових засобів для великої рогатої худоби.

Нами були проведені досліді на розведеній сироватці, ХСК якої складало 1500 мг  $O_2$ /л, тобто воно відповідало ХСК загального стоку молокозаводу. Було проведено 2 серії дослідів: в одному з них – проводилось метанове бродіння з попередньою обробкою сироватки молочнокислими бактеріями, оскільки кінцевий продукт молочнокислого бродіння - молочна кислота - значно більш задовільний субстрат для метанового бродіння, ніж вуглеводи (тим більше лактоза); в іншій серії дослідів попередня обробка середовища здійснювалась змішаною закваскою молочнокислих і пропіонових бактерій. За результатами досліджень були зроблені висновки: кількість біогазу зростає порівняно із збродженням розведеної сироватки з 4 до 5,8 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> стічної води; кількість вітаміну В<sub>12</sub> також зростає - від 2 мкг/мл до 6 мкг/мл; концентрація ЛЖК зменшується - від 8 до 1,8 г/л; концентрація ХСК при зброджуванні сироватки зменшується з 1500 мг  $O_2$ /л до 400 мг  $O_2$ /л, при обробці молочнокислими бактеріями – до 150 мг  $O_2$ /л, при попередній обробці закваскою молочнокислих і пропіонових бактерій до 80 мг  $O_2$ /л.

УДК: 550.424: 573.3: 549

Сачук О. – ст. гр. 41 ХБ

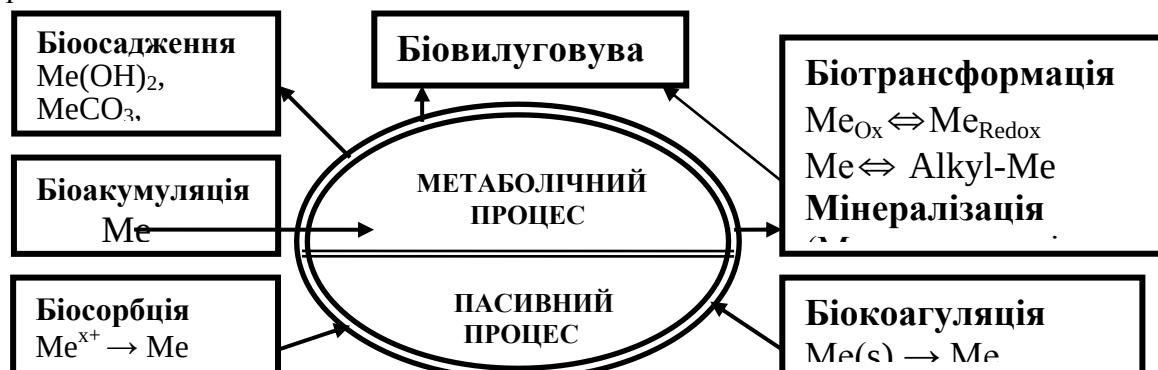
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

## **ВИВЧЕННЯ РОЛІ МІКРООРГАНІЗМІВ В ПРИРОДНИХ ПРОЦЕСАХ УТВОРЕННЯ МІНЕРАЛІВ**

Науковий керівник: к.х.н. доцент Богатиренко В.А.

Процес індустріалізації призвів до значного підвищення концентрації важких металів у біосфері. Забруднення середовища важкими металами потребує розробки методів очищення довкілля від цих речовин, серед яких перспективними є методи зв'язування важких металів біоорганізмами - певними видами бактерій, грибів тощо. Наприклад, відомі сучасні технологічні схеми для осадження йонів металів із промислових стічних вод з використанням сульфатовідновлювальних бактерій. Людство протягом ряду століть навчилось одержувати метали з багатих руд і концентратів. Але існуючі технології не дозволяють економічно вигідно переробляти бідні руди і концентрати. Тому сьогодні особливо гостро постає питання про розробку більш досконалих технологічних схем виділення металів, особливо з руд, концентратів, гірських порід і розчинів, зокрема гідрометалургійних. Одним з їхніх різновидів є мікробіологічний спосіб.

Розробка мікробіологічних методів потребує узагальнення механізмів взаємодії металів з живими організмами з метою прогнозування оптимальних умов проведення процесів біологічної очистки вод від домішок важких металів.



Метали, наприклад, зв'язуються капсульними полісахаридами і, таким чином, нагромаджуватись усередині клітини. Більшість бактерій може акумулювати декілька різних металів одночасно. Нагромадження металів усередині клітин обумовлене функціонуванням транспортних систем як активного так і пасивного транспорту. Після проникнення в клітину йони металів зв'язуються з білками цитоплазми і внутрішніми мембранними структурами або утворюють нерозчинні продукти всередині клітини, наприклад, сульфіді. Якість очищення різних концентратів від домішок є достатньо високою за допомогою бактерій і при цьому домішки можливо використовувати. Наприклад, із свинцевих концентратів практично повністю вилучають Купрум, Цинк і Кадмій і при цьому концентрація Cu і Zn в розчині може сягати 50 і 100г/л відповідно. Із металоколоїдних колективних мідно-цинкових концентратів за допомогою бактеріально-хімічного способу селективно переводять у розчин до 90% Цинку, а далі добувають концентрати Купруму і Кадмію, що містять до 80 і 90%. Дорогоцінні метали також можна добути з відходів за участю бактерій. На сучасному етапі розвитку технологій цей метод використовують для створення нанокаталізаторів.

УДК 577.11 : 547.995

Святненко І. – ст. гр. 51-Х

*Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ*

## **ЗЕЛЕНА ХІМІЯ: ДОСЛІДЖЕННЯ БІОПОЛІМЕРУ ХІТИНУ**

Науковий керівник: доцент Ковтун О.М.

Серед новітніх напрямів хімії, які з'явилися як відгук на глобальні екологічні проблеми, особливе місце займає «Зелена хімія» (Green Chemistry). Ця сучасна галузь хімічної науки почала бурхливо розвиватися з 90-х років минулого століття. Королівським хімічним товариством Великої Британії видається міжнародний спеціалізований журнал «Green Chemistry»; при Американському хімічному товаристві створено Інститут Зеленої хімії, який має 23 філії в різних регіонах світу; заснована премія Президента США за досягнення в галузі Зеленої хімії; IUPAC в останні роки регулярно проводить конференції та симпозиуми, присвячені проблемам в цій галузі.

Основний принцип, на якому базується стратегія і тактика Зеленої хімії, – скорочення масштабів забруднення навколишнього середовища хімічними речовинами шляхом його запобігання. Щодо конкретної реалізації поставленої мети, то важливими тактичним завданням Зеленої хімії є використання відновлювальних ресурсів сировини, зокрема біомаси та речовин, здатних до біодеградації.

Біополімери хітин і хітозан привернули до себе увагу вчених ще 200 років тому назад. У минулому столітті за дослідження хітину та його похідних присуджено три Нобелівські премії. Було встановлено, що хітин – високомолекулярний лінійний полісахарид, побудований із залишків N-ацетил- $\beta$ -D-глюкозаміну. Хімічна структура хітину подібна до структури целюлози і тільки їй поступається за розповсюдженням у природі: хітин є опорним компонентом клітинної стінки грибів і деяких водоростей, зовнішньої оболонки комах і деяких органів молюсків. Особливістю будови хітину є те, що біополімер має високу регулярність і упорядкованість структури полімерних ланцюгів. Це обумовлює такі властивості хітину, які характерні для кристалічного фазового стану. Ще одна важлива властивість хітину та хітозану – вони належать до полімерів, що здатні біодеградувати. Саме ці характеристики роблять природний полімер привабливим та перспективним у наукових дослідженнях. Вже сьогодні сучасне виробництво хітину та його похідних становить 3000 т в рік. Біополімер широко використовується у медицині, сільському господарстві, паперовій, текстильній, харчовій промисловості, аналітичній, екологічній хімії. У той же час величезні природні запаси хітиновмісної сировини надають можливість значно збільшити об'єми виробництва цього полімеру.

Традиційно для видобування хітину використовують панцирі ракоподібних. Останнім часом досліджена можливість отримання хітину з грибів. Всі ці методи мають ряд недоліків. У роботі була досліджена можливість виділення хітину з підмору медоносної бджоли. Враховуючи, що у підморі медоносних бджіл важливим є не тільки хітин, а й низькомолекулярні біорегулятори вихідне джерело підсушували та послідовно екстрагували петролейним ефіром та водним спиртом. Висушений залишок обробляли розчином лугу для депротейнізації. У результаті екстракції низькомолекулярних біорегуляторів, білків і частково меланіну було отримано хітин-меланіновий комплекс.

УДК 544

Сейтасанова Е., Самошук Р. - ст. гр. ПМ-21

Луцький національний технічний університет

## АДСОРБЦІЯ АЦЕТАТНОЇ КИСЛОТИ ПРОДУКТАМИ ПІРОЛІЗУ САПРОПЕЛЮ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гулай О.І.

Сапропель – органічні мули, відклади прісних континентальних водоймищ, що містять понад 15% (мас.) органічних речовин. Він становить загрозу існуванню озер як екосистем і водночас є перспективною сировиною для використання у різних галузях народного господарства. Об'єктами досліджень є вуглецеві продукти піролізу сапропелю, надані підприємством "Волинсьапрофост" з метою перевірки можливості отримання на їх основі гідрофобних сорбентів. Зразки відрізняються тривалістю та температурним режимом піролізу. Для досліджень ми отримали гранулоподібні порошки темного кольору, маслянисті на дотик. Для порівняння властивостей використовували медичне активоване вугілля виробництва ВАТ "Хімфармзавод "Червона зірка".

На основі проведених досліджень адсорбції ацетатної кислоти (концентрацію кислоти визначали титриметрично) та обчислень побудовано ізотерми адсорбції (див. рис. 1) та визначено константи рівнянь Ленгмюра та Фрейндліха. Максимальну адсорбцію проявляє вуглець, отриманий піролізом сапропелю (зразок № 1), переважаючи за активністю активоване вугілля.

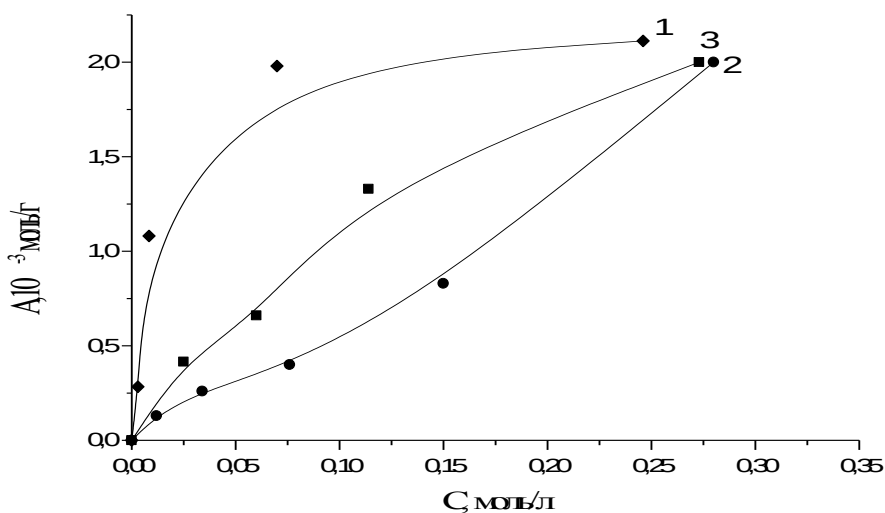


Рис. 1. Ізотерми адсорбції ацетатної кислоти: 1 – продукт піролізу сапропелю № 1; 2 - піролізу сапропелю № 2; 3– активоване вугілля.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про можливість використання продуктів піролізу сапропелю для адсорбції органічних речовин із водних розчинів. Досліджені адсорбенти можна використовувати у системах очищення води, що буде предметом наших подальших досліджень.

УДК 66.048.5

Сидорко М. – магістрант гр. ОН-51

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## ЗАСТОСУВАННЯ ВИПАРНИХ УСТАНОВОК З ТЕРМОІНЖЕКТОРОМ В ХІМІЧНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ринкова Т.О.

В хімічній та харчовій технологіях для отримання концентрованих хімічних та харчових продуктів широко використовуються випарні апарати, наприклад, виробництво каустику, крохмалю, цукру і т. інш.. На сучасному етапі, коли гостро стоять питання енергозбереження, постає задача дослідження роботи випарних установок з тепловими насосами або рекомпресією вторинної пари.

Одним з методів підвищення енергоефективності випарних установок є впровадження термічної компресії вторинної пари з використанням пароструминних інжекторів. Розподіл матеріальних потоків у випарному апараті з термічною компресією вторинної пари показано на рисунку 1. Принцип роботи установки є очевидним з рисунку, позначення величин загальноприйняті.

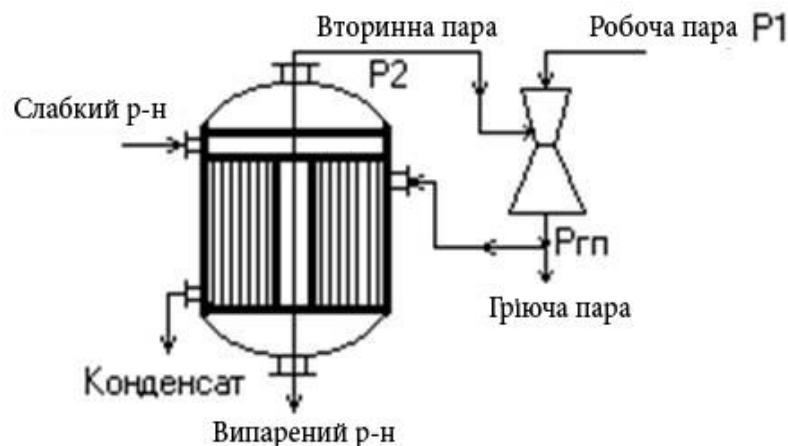


Рисунок 1. Термічна компресія вторинної пари

У магістерській роботі була поставлена задача – на основі фізичних уявлень про процес та методи математичного моделювання визначити переваги та недоліки однокорпусного випарного апарата з термоінжектором.

В результаті проведених комп'ютерних досліджень було отримано наступне:

1. термодинамічні та геометричні параметри пароструминного інжектора;
2. Встановлено значення коефіцієнта інжекції і параметрів робочої пари які збігаються з наведеними значеннями в літературних джерелах;
3. Визначено параметри тепло трансформації в системі випарний апарат і пароструминний компресор, а саме: теплопродуктивність, коефіцієнт перетворення та коефіцієнт термодинамічної доцільності впровадження теплового насоса (термоінжектора);
4. коефіцієнт термодинамічної ефективності за нашими дослідженнями складає більше 50%.

УДК 37.016 : 54 : 507.75

Сичевська І.С. – ст. гр.. 51-Х

*Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ БАГАТОШАРОВИХ КАРБОНОВИХ НАНОТРУБОК**

Наукові керівники: доцент Ковтун О.М.,  
ст. науковий співробітник к.б.н. Рябченко Н. М.

Широке застосування нанотехнологій (НТ) та наноматеріалів (НМ) з унікальними властивостями стало реальністю сьогодення. Сотні найменувань продуктів на основі НМ впевнено увійшли в усі сфери життєдіяльності людини (створення мікроскопічних терезів, використання у нанoeлектроніці, комп'ютерній індустрії, створення напівпровідникових гетероструктур, мікроскопічних терезів, голок діаметром у декілька атомів, виробництво мікроскопічних ниток, нанотрубки як мікроконтейнери для транспорту біологічно активних речовин тощо). Одним із перспективних напрямів застосування НМ, зокрема нанотрубок, є біомедична галузь. Однак останнім часом були проведені дослідження, які виявили шкідливу дію нанотрубок на живі клітини, що ставить під сумнів доцільність їх використання, насамперед, у медицині. Тому метою роботи було вивчити гено- та цитотоксичну дію препаратів багатошарових карбонових нанотрубок (БКНТ) на клітини кісткового мозку мишей за допомогою проточної цитометрії.

Матеріали та методи. У дослідженні використовували зразки БКНТ, які були синтезовані методом каталітичного хімічного осадження парів в Інституті хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України. Середній діаметр нанотрубок становить 10-20 нм, довжина – до 20 мкм. Дослідження проводили на білих нелінійних самцях мишей. Суспензії БКНТ готували у фізіологічному розчині, що містив 0,5% ДМСО. Агрегати розбивали за допомогою ультразвукового дезінтегратора (22 кГц, 6×30 с) при 4°C. Приготовлені таким чином препарати БКНТ вводили в дозах 0,25 і 1,5 мг на тварину. Для негативного контролю використали фізіологічний розчин, що містив 0,5% ДМСО. Через 24 і 48 годин після введення БКНТ виділяли кістковий мозок і готували препарати для аналізу рівня мікроядер (МЯ) в поліхроматофільних еритроцитах (ПХЕ). Препарати кісткового мозку, пофарбовані акридиновим оранжевим, аналізували за допомогою проточного цитометра Coulter EPICS XL (Beckman Coulter, США). Цитотоксичність БКНТ визначали за співвідношенням поліхроматофільних і нормофільних еритроцитів в кістковому мозку мишей. Результати та обговорення. Рівень МЯ у поліхроматофільних еритроцитах кісткового мозку залежав від концентрації БКНТ, що вводились. Так, при концентрації 0,25 мг/тварину рівень МЯ практично не відрізнявся від контрольного і складав відповідно  $1,8 \pm 0,5$  і  $1,3 \pm 0,7$  на 1000 ПХЕ через 24 години і  $1,5 \pm 0,7$  і  $1,7 \pm 0,4$  – через 48 годин після введення препаратів. За концентрації 1,5 мг/тварину спостерігалось підвищення частоти МЯ до рівня  $12 \pm 1,1$  через 24 години після введення, який не змінювався і через 48 годин після введення. Аналіз співвідношення поліхроматофільних і нормофільних еритроцитів в кістковому мозку показав зниження частки поліхроматофільних еритроцитів у разі застосування як відносно високої, так і більш низької концентрації під час двох термінів фіксації клітин, що може свідчити про розвиток цитотоксичного ефекту незалежно від концентрації багатошарових карбонових нанотрубок.



УДК 37

Штокало М. – ст.гр. ХК–11, Богоніс І.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ**

Науковий керівник: старший викладач Джур Я.Б.

Мінеральні речовини входять в склад тканин організму людини, ферментів, гормонів. Вони відіграють велику роль в пластичних процесах, у формуванні і побудові тканин організму, особливо скелету, підтримання кислотно-лужної рівноваги, створення фізіологічної концентрації іонів водню в тканинах і клітинах, міжтканинних і міжклітинних рідинах, надання їм властивостей необхідних для оптимального протікання процесів обміну.

Мінерали містяться у внутрішньоклітинній рідині, регулюють її склад, приймають участь у формуванні клітин крові, кісток, в процесах функціонування нервової системи, регуляції м'язового тону, включаючи тону м'язів серцево-судинної системи.

Подібно до вітамінів, мінерали функціонують як коензими, беруть участь в процесах формування енергії росту і відновлення організму. Всі ферментативні процеси в організмі проходять за участю мінералів, тому вони необхідні для утилізації вітамінів та інших поживних речовин.

Відомо, що клітини, тканини та органи людини складаються з різних хімічних елементів та їх сполук, які мають велике фізіологічне значення. Вони потрібні для синтезу біологічно активних речовин (гормонів, ферментів та ін.), беруть участь у процесах творення, відновлення тканин та органів, забезпечують нормальний електролітний склад крові, підтримують кислотно-лужну рівновагу та осмотичний тиск, виконують багато інших життєво важливих функцій в організмі.

Мінеральні речовини залежно від їхнього вмісту в організмі поділяються на макро- і мікроелементи. До макроелементів належать натрій, калій, кальцій, магній, фосфор, хлор, сульфур, до мікроелементів – ферум, купрум, манган, цинк, йод, хром, кобальт, флуор, молібден, нікол, стронцій, кремній, селен, ванадій. У мікрокількостях вони стимулюють біохімічні процеси, але у великих дозах можуть проявляти токсичну дію на організм.

Наприклад, калій (із макроелементів) – внутрішньоклітинний елемент, який регулює кислотно-лужну рівновагу крові. Він бере участь у передачі нервових імпульсів, регулює діяльність деяких ферментів. Флуор ( із мікроелементів ) бере участь в утворенні кісткової тканини і зубної емалі. За недостатнього надходження флуору в організм виникає захворювання зубів – карієс, а надлишкового – з'являється крихкість зубів і плямистість емалі, яка називається флюозом. До цього захворювання особливо сприйнятливі діти.

Різноманітне і збалансоване харчування не створює для здорових людей суттєвих проблем щодо безпеки харчування. Зазвичай проблеми виникають у тому разі, коли існує певний дефіцит чи надлишок макро- і мікрокомпонентів харчових речовин або їхніх комбінацій.

УДК 637.5

Філоненко М.І. - магістрант ф-ту ТЦММ -5-7

*Національний університет харчових технологій, м. Київ*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОТЛЕТ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛАМІНАРІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Крижова Ю.П.

Згідно з оцінками експертів ВООЗ, здоров'я людей залежить на 8-12% від системи охорони здоров'я в країні, на 18-20% - від генетичної схильності людини, на 64-74% - від способу життя, однією з найважливіших складових якого є харчування. Неправильне харчування займає одну з перших позицій серед факторів ризику для здоров'я. Так званий „прихований голод” у населення спостерігається за рахунок дефіциту в раціоні вітамінів, макро- та мікроелементів, серед яких кальцій, залізо, йод, фтор, селен. Біологічна роль йоду пов'язана з його участю в утворенні гормону щитоподібної залози. Йод взаємодіє з селеном для поліпшення метаболізму щитоподібної залози. Природними джерелами вмісту йоду є морепродукти - морські водорості, страви, виготовлені на їх основі, мідії, м'ясо кальмарів, креветок, риба.

Найбільш ефективний та доцільний шлях вирішення проблеми надходження необхідних вітамінів, мікроелементів в організм людини - розробка різних типів спеціалізованих продуктів харчування, збагачених вітамінами, макро- та мікроелементами до рівня, що відповідає фізіологічним потребам людини.

Одними з таких харчових продуктів вибрані котлети на основі м'ясної та рибної сировини з використанням морських водоростей ламінарії для профілактики йодо- та селенодефіциту.

Дві рецептури включають м'ясо куряче та свинину напівжирну, зернопродукти пробуджені (пшеницю), квасолу, борошно сухарне, яйця, обсмажену цибулю, вершкове масло, морські водорості ламінарію, третя рецептура - рибну сировину замість м'ясної. До однієї з рецептур додавали суміш Біндфест БГ з метою підвищення виходу готових виробів.

У ході роботи було визначено спосіб підготовки водоростей перед внесенням їх у фарш, досліджено фізико-хімічні, функціонально-технологічні та мікробіологічні показники виробів. Проведені дослідження вмісту йоду та селену в сирих та готових виробках.

Встановлено, що введення морських водоростей ламінарії в кількості 2% до рецептури розроблених котлет забезпечує добову потребу організму людини в йоді та селені. Вміст йоду в смажених котлетах на основі м'ясної сировини становить 8,515-9,365 мг/кг, в контрольних зразках - 0,048 - 0,207 мг/кг. Втрати йоду при смаженні становлять 23,1 - 28,7%, в контрольних зразках - 13,0 - 18,6%.

Висновок. Удосконалення технології розроблених котлет за рахунок використання морських водоростей ламінарії збагачує розроблені котлети мікроелементним складом і дає можливість використання їх для профілактики йодо- та селенодефіциту.

Література.

1. Корзун В.Н., Сагло В.І., Парац А.М. та ін. Харчові продукти з водоростями як засіб мінімізації дії радіації та ендемії // Проблеми харчування.-2004.-№1 .-с.31-34.

2. Ноздрюхина Л.Р., Гринкевич Н.И. Нарушение микроэлементного обмена и пути его коррекции.-М.:Медицина, 1980.-324с.

УДК 547-318:543.645.7

Фурман С. – ст. гр. 5МХ

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ СУЧАСНИХ $\beta$ -ЛАКТАМНИХ АНТИБІОТИКІВ**

Науковий керівник: к.х.н., доцент Толмачова В.С.

На ринку сучасних медичних засобів наразі не втрачають актуальності антибактеріальні хіміотерапевтичні препарати – антибіотики. Антибіотики, що використовують у медичній практиці, продукуються актиноміцетами (промисловими грибами), пліснявими грибами, а також деякими бактеріями. До цих препаратів належать синтетичні аналоги та похідні природних антибіотиків. Найбільшої популярності серед лікарських засобів цієї групи набули сполуки, молекули яких містять у своєму складі структурний фрагмент –  $\beta$ -лактамне кільце: пеніциліни, цефалоспорины, карбапенеми, монобактами. На сьогодні група пеніцилінових антибіотиків представлена великою кількістю препаратів. Деякі з них одержують шляхом біологічного синтезу (біосинтетичні пеніциліни), наприклад, бензилпеніцилін та його натрієва або калієва солі тощо. До напівсинтетичних пеніцилінів належать сполуки, одержані на основі хімічної модифікації 6-амінопеніциланової кислоти, наприклад, ампіцилін, амоксицилін тощо. Напівсинтетичні похідні цефалоспорины С, наприклад, цефепим, цефтриаксон тощо – це сполуки, хімічною основою яких є 7-аміноцефалоспоронова кислота.

Нами проведено якісний, кількісний і спектральний аналіз сучасних  $\beta$ -лактамних антибіотиків, представлених на фармацевтичному ринку України. Серед них: пеніциліни – бензилпеніциліну натрієва сіль (ТОВ „Авант”, м. Київ, Україна; ВАТ „Красфарма”, РФ), оксацилін (ЗАТ «Лекхим-Харьков», м. Харків, Україна), ампіциліну тригідрат (ЗАО «Лекхим-Харьков», м. Харків, Україна), ампіокс-натрій (ЗАТ «Бринцалов-А», м. Москва, РФ), амоксициліну тригідрат (ЗАТ «Лекхим-Харьков», м. Харків, Україна); цефалоспорины – цефалексин, цефпіром («Лок-Бета Фармасьютікалс (І) Пвт. Лтд», Індія), цефтриаксон (ВАТ „Київмедпрепарат”, м. Київ, Україна).

Для визначення якісного складу  $\beta$ -лактамних антибіотиків використовували групові реакції: гідроксамову реакцію, реакцію з хромотроповою кислотою, реактивом Маркі, а також якісні реакції для кожного з антибіотиків. Кількісний аналіз (йодометричне титрування) зразків деяких антибіотиків, зокрема бензилпеніциліну натрієвої солі засвідчив, що сума пеніцилінів складає 59,2–79,3% замість 96,6%, як встановлено Державною фармакопеею України. За допомогою методу спектроскопії ЯМР  $^1\text{H}$  були досліджені спектральні властивості ряду препаратів різних фірм-виробників: бензилпеніцилін, ампіцилін, амоксицилін, цефтриаксон, цефалексин. Найвищий ступінь чистоти притаманний бензилпеніциліну, ампіциліну, цефтриаксону, в спектрах яких не виявлено побічних речовин (ЯМР  $^1\text{H}$ , DMSO- $\text{D}_6/\text{CCl}_4$  1:1, Varian Mercury-400 NMR Spectrometer, 400 MHz). У спектрі ПМР амоксициліну крім сигналів протонів основної речовини міститься незначна кількість сигналів домішок в ділянці 0,8–3,0 м.ч. Дані спектру ЯМР  $^1\text{H}$  препарату цефалексину не відповідають діючій речовині (6R,7R)-7-{[(2R)-2-аміно-2-фенілацетил]аміно}-3-метил-8-оксо-5-тіа-1-азабіцикло[4.2.0]окт-2-ен-2-карбоновій кислоті. Таким чином, фармацевтичні препарати антибактеріальної дії –  $\beta$ -лактамні антибіотики деяких іноземних фірм-виробників (Індія) потребують більш ретельної перевірки з залученням сучасних фізико-хімічних методів дослідження.

УДК:543.06:543.392

Харчук А. - спеціаліст

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

## **СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ В УКРАЇНІ**

Науковий керівник канд. хім. наук, доцент Прокопенко В.П.

Гідропоніка – прогресивний метод вирощування овочів в умовах промислової технології. Суть методу полягає в тому, що овочі вирощують на органічних заміниках ґрунту з використанням інертних мінеральних субстратів у водній культурі, при періодичному або постійному змочуванні коріння поживним розчином. Такий спосіб дозволяє керувати режимом живлення рослин, знижує затрати праці по догляду за рослинами.

В результаті розвитку сучасних технологій з'явилися системи з малооб'ємним кореневим середовищем. До таких систем відносяться: проточна малооб'ємна гідропоніка, культура на торфоплитах та мінеральній ваті з подачею поживного розчину через систему крапельного поливу:

| Елемент  | Вміст елементу в поживному розчині, мг/л |        |
|----------|------------------------------------------|--------|
|          | Томат                                    | Огірок |
| Нітроген | 180                                      | 160    |
| Фосфор   | 30                                       | 45     |
| Калій    | 275                                      | 235    |
| Кальцій  | 180                                      | 140    |
| Магній   | 30                                       | 18     |
| Ферум    | 0,5                                      | 0,5    |
| Манган   | 1,0                                      | 1,0    |
| Цинк     | 0,5                                      | 0,5    |
| Бор      | 0,3                                      | 0,3    |
| Купрум   | 0,02                                     | 0,02   |
| Молібден | 0,05                                     | 0,05   |

Отримання високих врожаїв овочів в захищеному ґрунті можливе лише при створенні сприятливих режимів освітлення рослини, температури, вологого повітря та субстрату, живлення вуглекислим газом. Режим освітлення регулюється залежно від вибору термінів, схем посадки і щільності розташування рослин, а також застосування штучного додаткового освітлення рослин. Оптимальна вологість субстрату для більшості культур становить 60-80%. Підтримують оптимальний режим за допомогою крапельного зрошення, що забезпечує подачу води і розчинених в ній мінеральних добрив безпосередньо до рослини. Використовують лише повністю (без осаду) розчинні добрива. Температурний режим в теплиці підтримується за допомогою системи обігріву та вентиляції. Значне ускладнення створює перегрів в літній період. Боротьба з перегрівом можлива за допомогою затінюючих і відбиваючих тепло екранів, що в нічні години виконують роль додаткового захисту від холоду.

Збільшення вуглекислого газу в повітрі теплиці (до 0,1-0,2%) за умови високого освітлення підвищує врожайність на 20-50%. Хімічний склад поживного розчину в органічному замінику ґрунту регулярно контролюють. За результатами фізико-хімічного аналізу, в проведенні якого бере участь кафедра хімії, корегують склад поживного розчину, що подають до місця вегетації рослин.

УДК 662.8

Хребтов М.О.- магістрант гр. ОН-51

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## ВИВЧЕННЯ ДИНАМІКИ ВИХОДУ ПІРОЛІЗНОГО ГАЗУ ТА ВУГІЛЛЯ В ПРОЦЕСІ КАРБОНІЗАЦІЇ ТОРФУ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ринкова Т.О.

Існує важлива проблема для України, яка потребує вирішення. Кожне літо горять торф'яні родовища із забрудненням навколишнього середовища вуглекислим газом та іншими шкідливими речовинами. Ефективним вирішенням цієї проблеми є отримання з торфу низьковологого калорійного вугілля з використанням теплоти згоряння летучих торфу для сушіння і карбонізації. Карбонізація – підвищення вмісту вуглецю в органічному паливі, яке відбувається під дією теплоти. При цьому нелетучі продукти карбонізації називають коксом.

На установці карбонізації твердих палив Інституту вугільних енерготехнологій НАН України яка показана на рисунку 1, вивчена динаміка виходу піролізних газів і торф'яного вугілля в процесі карбонізації торфу з Сарненського родовища Рівненської області України.

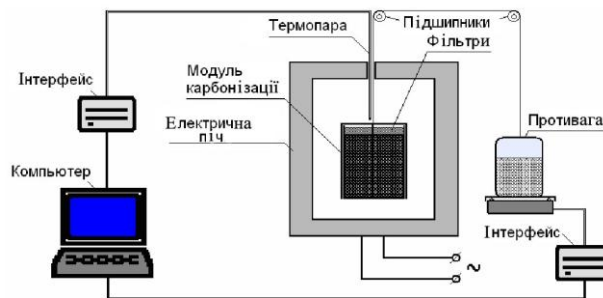


Рисунок 1. Схема експериментальної установки

Модуль закритий зверху фільтрами для запобігання доступу повітря та виносу часток палива з вихідними речовинами. Також модуль підвішений на термостійкому металевому дроті та за допомогою підшипників жорстко зв'язаний з протизвагою, яка має еквівалентну масу до маси модуля з завантаженими зразками палива, і стоїть на електронних терезах. У камері електричної печі розміщено термопару для вимірювання температури. Термопара та електронні терези з'єднані з комп'ютером за допомогою електронного інтерфейсу, який дозволяє знімати показання приладів у реальному часі за допомогою програми EZ Data Logger.

Експеримент проводився за температури  $670 \pm 10$  °C впродовж 4-х годин. Було використано торф з нижчою теплотою згоряння 12,25 МДж/кг. Після обробки знятих показів приладів були отримані такі результати:

- ✓ Отримано торф'яне вугілля з нижчою теплотою згоряння 17,42 МДж / кг.
- ✓ Досягнуто ступінь конверсії летючого вуглецю в фіксований вуглець - 14,97%.
- ✓ Вміст фіксованого вуглецю в перерахунку на суху без зольну масу торф'яного вугілля - 91,52%.
- ✓ Повний вихід сухого торф'яного вугілля в перерахунку на суху масу торфу - 51,66%.
- ✓ Хімічний ККД конверсії торфу в торф'яної вугілля - 56,94%.

УДК 668.395.6+678.029.5:669:666

Целюх К. – ст. гр. ТПП-41, Хай В., Хай Н. – ст. гр. ФР-41

*Національний університет "Львівська політехніка"*

## **ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ КЛЕЇВ НА ОСНОВІ ФЕНОЛО-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ СМОЛ**

Науковий керівник: к.т.н., асистент Красінський В.В.

Феноло-формальдегідні смоли є основною складовою частиною багаточисленних клейових композицій, що володіють комплексом цікавих властивостей і широко використовуються в багатьох галузях народного господарства. Широке застосування феноло-формальдегідні смоли знайшли в процесах склеювання скла і металу. Однак, адгезійні властивості клеїв на їх основі та термотривкість не відповідають сучасним вимогам. Тому виникла необхідність у модифікації феноло-формальдегідних смол.

Використання епоксидних сполук як модифікаторів-затверджувачів для феноло-формальдегідних смол повинно забезпечувати комплексне покращення властивостей "зшитих" фенопластів, як за рахунок утворення додаткових просторових структур в резиті, так і за наявності у ланцюгу полярних функційних груп. Також для покращення адгезійних та пластичних властивостей клейового шва в композицію додатково додавали незначну кількість полівінілпіролідону (ПВП), який володіє високою реакційною здатністю та підвищеною адгезією до різних матеріалів. Ефективність ПВП доведена попередніми дослідженнями на кафедрі хімічної технології переробки пластмас НУ "Львівська політехніка".

В роботі епокси-новолачні композиції (ЕНК) одержували шляхом механічного суміщення розчину новолачної фенол-формальдегідної смоли, полівінілпіролідону м.м. 12600 з епоксидною смолою марки ЕД-20. Для прискорення процесу затвердження одержаних ЕНК було вибрано каталізатор – N,N-диметиланілін.

З метою встановлення ефективності запропонованих модифікаторів визначали границю міцності клеєвих з'єднань «метал – метал» і «метал – скло» на зсув за ГОСТ 14759-69 та на відрив за ГОСТ 14760-69.

Епоксидна смола та полівінілпіролідон завдяки наявності в своїй структурі полярних функційних груп, сприяють утворенню додаткових хемосорбційних зв'язків із поверхнями, що склеюються, за рахунок чого підвищується адгезія клейових з'єднань на основі даних композицій. Міцність клейового шва також підвищується за рахунок густої комбінованої сітки, утвореної при взаємодії феноло-формальдегідної смоли з епоксидною смолою та епоксидної смоли з полівінілпіролідонем.

Показано, що на міцність клейового шва суттєво впливає температура затвердження клею. Так, клейові з'єднання одержані при температурах 150-160 °С відзначаються значно вищими показниками міцності в порівнянні з клейовими з'єднаннями затвердженими при температурах від 18 до 90 °С.

На основі одержаних даних встановлено оптимальний склад клейової композиції та необхідна кількість каталізатора затвердження, а також раціональні умови затвердження клею. Доведено, що внаслідок модифікації, адгезійна міцність клейового шва зросла більше, ніж в чотири рази.

УДК 664,665

Самойленко І.П.- аспірант, Цинкевич Н.І. - магістрант

*Національний університет харчових технологій*

## **РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕМУЛЬСІЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ**

Наукові керівники: к.т.н., доценти Корецька І.Л, Ісай В.М

Технологія приготування більшості борошняних кондитерських виробів передбачає стадію приготування емульсії. Від показників якості емульсії залежить і якість готових виробів. Основними технологічними характеристиками емульсій вважають її здібність зберігати структуру і бути стійкою до розшарування. Емульсії, що отримують із різних рідин нестійкі. Нестійкість емульсій пояснюється наявністю надлишку вільної поверхні на розділі фаз, що виражається великим поверхневим натягом.

Нами проведено ряд досліджень впливу концентрації різних гідроколоїдів та модифікованих крохмалів з метою вивчення стійкості емульсій при виробництві борошняних кондитерських виробів. Модельні системи містили необхідну концентрацію основних рецептурних інгредієнтів, а саме цукру, жиру, води та реологічно впливової кількості гідроколоїдів та модифікованих крохмалів.

На кожну молекулу рідини діють сили притягання сусідніх молекул. Ці сили для молекул, що знаходяться всередині рідини, взаємно скомпенсовані. Рівнодійна ж сил притягання, що діє на молекули, які знаходяться на поверхні розділу, напрямлена вниз (всередину рідини), тобто молекули поверхні мають так звану надлишкову поверхневу енергію. На поверхні утворюється дефіцит молекул, через що відстань між молекулами набагато більша від норми, тому поверхневий шар рідини розтягнутий і між молекулами на поверхні діють сили притягання або сили поверхневого натягу. Мінімальну поверхню серед тіл певного об'єму має куля. Тому за відсутності (або дуже малої) дії сил рідина набуває форми кулі.

Коефіцієнт поверхневого натягу коефіцієнт, визначається фізичними властивостями рідини, її станом. Унаслідок підвищення температури коефіцієнт  $s$  зменшується. За критичної для певної рідини температури її поверхневий натяг дорівнює нулю. На значення коефіцієнту також впливає наявність у рідині домішок. Речовини, невеликі кількості яких значно зменшують  $s$ , називають поверхнево-активними речовинами.

Дослідження реологічних властивостей модельних розчинів емульсій дозволило нам прогнозувати рецептурну композицію з використанням гідроколоїдів та модифікованих крохмалів. Готові вироби вигідно відрізнялись по органолептичним показникам від контрольних зразків.

Проведені дослідження використані при розробці нових рецептур цукрового печива та бісквітного напівфабрикату. Нові розробки захищені патентами України.

УДК 678. 746: 744. 339 - 13

Чоповдя Т.В. – ст. гр. ТПП-51, Микитин М.В. – ст. гр. ТПП-31

*Національний університет «Львівська політехніка»*

## **РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ГІДРОГЕЛІВ З ВИСОКИМИ ПРУЖНОДЕФОРМАЦІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гриценко О.М.

Серед широкого кола полімерів біомедичного призначення кополімери на основі (мет)акрилових ефірів гліколів з полівінілпіролідом (ПВП) успішно використовуються для одержання м'яких контактних лінз, гідрогелевих мембран, систем контрольованого виділення ліків. Такі кополімери мають просторово зшиту структуру, утворену блоками поліметакрилату, прищепленого на ПВП.

Метою проведених нами досліджень було розробити технологію одержання гідрогельних матеріалів на основі кополімерів ПВП, придатних для застосування в стоматології, зокрема як еластогелевих контрформ для протезування. Матеріали такого призначення повинні швидко тверднути, мати високі пружно-деформаційні властивості, з високою точністю відтворювати чистоту і геометричні розміри дубльованих об'єктів.

З метою суміщення стадій синтезу полімеру і подальшого набрякання його в розчиннику, полімеризацію 2-гідроксиетилметакрилату та  $\alpha$ -метакрилоїлоксил- $\omega$ -метакрилоїлолго(оксиетилену) в присутності ПВП проводили в водноорганічному середовищі, ініціювання - солями металів змінної валентності.

Досліджені закономірності полімеризації. Встановлено, що швидкість процесу визначається співвідношенням мономер : полімерна матриця, природою і вмістом  $Me^{n+}$ .

Розраховані основні кінетичні параметри процесу. Встановлено, що досліджені композиції відзначаються підвищеною реакційною здатністю і малими енергетичними параметрами. Запропоновано механізм реакції полімеризації.

Для визначення практичної придатності одержаних кополімерів, зокрема для виготовлення еластогелевих контрформ для протезування в стоматології, досліджували їх основні технологічні та фізико-механічні властивості.

Проведені дослідження дали змогу визначити межі композиційних складів, в яких можна одержувати кополімери необхідної структури з задовільними експлуатаційними характеристиками. У цих межах здійснено оптимізацію композиційних складів і режимів синтезу. Оптимізацію композиційного складу проводили з використанням сімплекс-граткової моделі Шеффе за найважливішими експлуатаційними характеристиками полімерів – пружність, еластичність, число твердості та усадка.

З використанням проведеної оптимізації експерименту був вибраний склад полімер-мономерної композиції "Еластогель", яка була використана для синтезу еластогелевих контрформ.

Досліджені і встановлені технологічні особливості стадій приготування композицій, їх дозування і полімеризація, синтезовані експериментальні зразки кополімерів.



УДК 544.774

Чумакова Ю. – ст. гр. 41 ХБ

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

## СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО «ЗВ'ЯЗАНУ» ВОДУ У СТРУКТУРІ ГЛИН

Науковий керівник: к.х.н., доцент Богатиренко В.А.

Глини є дуже поширеними землистими тонкозернистими гірськими породами, переважно осадового походження. Використання глин (наприклад, каоліни, мусковіти, смектити) у косметичних засобах має достатньо широкий спектр. Створення косметичних композицій з додаванням глин потребує вивчення їх адсорбційної здатності як по відношенню до біоактивних речовин, емульгаторів, емоментів і т.д. так і розчинника, який зазвичай є вода.

З водою (рис.1) глини здатні утворювати пластичну масу, яка при висушуванні зберігає надану їй форму, а після випалювання стає твердою та міцною. Прийнято поділяти адсорбовану глинами воду на «вільну» і «зв'язану». «Вільна» вода що може утримуватися глинами лише при відносно низьких температурах, а «зв'язана» видалається при нагріванні вище температури 100—150 °С.

Водний шар складається з молекул води, об'єднаних у гексагональні групи, що утворюють нескінченну гексагональну сітку. Частково таке розташування молекул води обумовлено тетраедричним розподілом зарядів молекули води, при цьому дві вершини тетраедра зайняті атомами Гідрогену, а дві інших — неподільною парою електронів. Кожна сторона цього гексагона має відповідати водневому зв'язку, причому Гідроген однієї молекули води спрямований прямо до негативного заряду сусідньої молекули. Одна четверта частина атомів Гідрогену половини молекул води не бере участь у зв'язках у межах цієї сітки водних молекул. Ця сітка пов'язана з поверхнею глинистих мінералів силами притягання між атомами Гідрогену, що не беруть участь у зв'язках у межах сітки молекул води, і поверхнею шару Оксигену елементарних пакетів глинистих мінералів. У тих випадках, коли поверхня глинистих мінералів містить гідроксильні групи, частина цих гідроксилів є вільною і може зв'язуватися атомами Гідрогену і Оксигену водного шару. Ця сітка молекул води має точно такі ж параметри  $a$  й  $b$ , як і силікатні шаруваті мінерали, а якщо відокремити атоми Оксигену від молекул води, то у площині її розміри становлять близько 1Å атоми Оксигену розташовуються, ймовірно, в одній площині, і при такій конфігурації здійснюється відносно вільне пакування молекул води. У цьому випадку на один елементарний пакет глинистих мінералів припадає чотири молекули води товщиною в один молекулярний шар замість шести молекул води, які могли б розташуватися на тій же площі при щільному упакуванні. Стабільність такого шару молекул води є результатом геометричної відповідності силікатного каркасу з атомам Оксигену або гідроксильних груп. У цій структурі густина адсорбованої води становить менше одиниці.

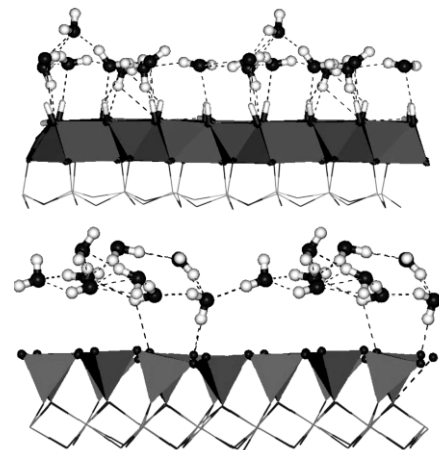


Рис.1. Схема адсорбції молекул води у між пакетному просторі глинистого мінералу.

УДК 615.35-577.1:61-085

Юзва Ю.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ УМОВ ЗБЕРІГАННЯ І ВМІСТУ ВІТАМІНІВ А ТА Е НА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД БАД “АЛЬФА+ОМЕГА”**

Науковий керівник: д.б.н., професор Покотило О.С.

Відомо, що поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), особливо родини  $\omega$ -3, не лише підтримують жирнокислотний склад мембран органел і клітини, а й використовуються в якості попередників ряду протизапальних біологічно активних речовин. Такий ефект обумовлений в першу чергу наявністю у ПНЖК родини  $\omega$ -3 ейкозопентаєнової  $C_{20:5}$  (ЕПК), докозагексаєнової  $C_{22:6}$  (ДГК),  $\alpha$ -ліноленової  $C_{18:3}$  (ЛК) кислоти. Проте вони містять високореактивні подвійні зв'язки і тому з часом здатні легко окиснюватися з утворенням перекисних сполук. Для стабілізації препаратів і БАДів, що містять  $\omega$ -3 ПНЖК використовують природні і штучні антиоксиданти. Одними із відомих та добре вивчених є вітаміни. Тому метою нашого дослідження було визначити жирнокислотний складу БАД «Альфа+омега» (Покотило О.С., 2007) з підвищеним вмістом вітамінів А і Е в якості антиоксидантів під час зберігання за різних температурних режимів і тривалості. Жирнокислотний склад БАД «Альфа+омега» визначали через 1 та 12 місяців від моменту виготовлення при зберіганні за температури  $5\pm 3^{\circ}\text{C}$  та  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  методом газорідинної хроматографії на хроматографі Chrom-4 і порівнювали із таким у свіжоприготовленій БАД. У результаті проведених досліджень встановлено, що жирнокислотний склад БАД «Альфа+омега» залежить, з одного боку, від вмісту у ній токоферолу ацетату і ретинолу ацетату, а з іншого від температурних умов і тривалості зберігання. Так, підвищений вміст токоферолу ацетату і ретинолу ацетату у складі БАД «Альфа+омега» найбільш ефективно підтримує стабільність її жирнокислотного складу при температурі зберігання  $(5\pm 3)^{\circ}\text{C}$  впродовж 12-місяців, а саме за рахунок стабілізації подвійних зв'язків у ПНЖК. Найбільші зміни жирнокислотного складу БАД «Альфа+омега» спостерігаються після 12-місячного зберігання при температурі  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  і характеризуються вірогідним збільшенням відносного вмісту насичених жирних кислот (пальмітинової, стеаринової) та зниженням відсоткового вмісту ненасичених жирних кислот (олеїнової, ЛК, ЕПК, ДГК). Зменшення вмісту останніх відбувалося власне за рахунок їх окиснення. Таким чином, з метою стабілізації жирнокислотного складу БАД «Альфа+омега» і підтримання біологічних властивостей рекомендовано її зберігати впродовж 12-ти місяців при температурі  $(5\pm 3)^{\circ}\text{C}$ .

УДК 577.122.2

Галич Ю. – ст. гр. ХКм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ІМУНОМОДУЛЯТОРНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ ПРОТЕОЛІЗУ КАЗЕЇНІВ

Науковий керівник: д.б.н, професор Юкало В.Г.

Значний інтерес на сьогоднішній день викликають імуномодуляторні властивості окремих пептидів казеїнового походження. Було встановлено, що пептидні гідролізати  $\alpha_{S1}$ -казеїну впливають на функцію імунної системи. З'ясовано, що як панкреатичний, так і трипсиновий гідролізати  $\alpha_{S1}$ -казеїну значно гальмують проліферацію лімфоцитів селезінки мишей і псерових бляшок кролів, тоді як пептидні препарати, отримані за допомогою пепсину і хімотрипсину, не мали ефектів при їх введенні *in vitro* в культуру клітин, поділ яких стимулювався мітогенами. Пізніше було виявлено, що пептиди, отримані у процесі протеолізу  $\alpha_{S1}$ -казеїну пепсином і трипсином суттєво пригнічували проліферацію людських периферичних кров'яних мононуклеоцитів *in vitro*, індуковану мітогеном. На відміну від цього, обробка  $\alpha_{S1}$ -казеїну лише трипсином спричиняла вивільнення С-кінцевого залишку білка у вигляді пептиду TTMPLY, який посилював продукування антитіл і активував фагоцитоз *in vitro*. При дії хімозину на  $\alpha_{S1}$ -казеїн утворюється імуностимулюючий пептид, що має назву ізрацидин, який відповідає амінокислотній послідовності 1-23 N-кінця  $\alpha_{S1}$ -казеїну. Цей пептид підвищує резистентність мишей до інфекції, викликаной *Staphylococcus aureus* за умов внутрішньом'язового введення пептидного препарату ще до потрапляння інфекції в організм миші. Крім цього, ізрацидин при внутрішньовенному введенні мишам стимулює фагоцитарну відповідь *in vivo* на інфекцію, спричинену *Candida albicans*. Декапептид FFVAPFPEVFGK, який відповідає фрагменту 23-34  $\alpha_{S1}$ -казеїну, проявив стимулюючий ефект на фагоцитоз перитоніальних макрофагів мишей *in vitro*.

Залежно від концентрації,  $\beta$ -казоморфін-7 (фрагмент 60-66  $\beta$ -казеїну) і  $\beta$ -казокінін-10 (фрагмент 193-202  $\beta$ -казеїну) можуть проявляти протилежні модуляторні ефекти на проліферацію периферичних кров'яних лімфоцитів людини. Зокрема, обидва пептиди при низьких концентраціях проявляють гальмівний вплив на мітоген-стимульовану проліферацію культури Т-лімфоцитів *in vitro*, проте у високих концентраціях вони, навпаки, посилюють проліферацію клітин цієї культури. Для  $\beta$ -казокінінів – пептидів, які гальмують активність ангіотензин-перетворюючого ферменту, характерною є властивість стимулювати фагоцитоз, який здійснюють перитоніальні макрофаги мишей, і запобігати розвитку інфекції, викликаной *Klebsiella pneumoniae*, після внутрішньовенного введення їх мишам в дозах не менше 0,5 мг/кг.

Трипсиновий фрагмент Фен-Фен-Сер-Асп-Ліз (залишок 17-21 к-казеїну) володіє властивістю посилювати утворення антитіл та підвищувати активність макрофагів людини та мишей *in vitro*. Фрагмент 38-39 к-казеїну також володіє імуномодуляторними властивостями. Вважається, що він може проходити через інтестинальний бар'єр і діяти на периферичні лімфоцити.

Завдяки здатності окремих біологічно активних пептидів казеїнового походження, які володіють імуномодуляторними властивостями, долати інтестинальний бар'єр, вони можуть використовуватися для розроблення функціональних харчових продуктів.

УДК 577.122.2

Юкало А. – ст. гр. ХК-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## **КАЗОКІНІНИ – ІНГІБІТОРИ АНГІОТЕНЗИНПЕРЕТВОРЮЮЧОГО ФЕРМЕНТУ**

Науковий керівник: ст. викладач Сторож Л.А.

Білки казеїнового комплексу молока, зважаючи на їх гетерогенність і складну будову, виступають для організму ссавців не лише джерелом амінокислот, але й можуть бути попередниками ряду біологічно активних пептидів. Особливої уваги серед низькомолекулярних продуктів протеолізу казеїнів заслуговують казокініни, які здатні гальмувати активність ангіотензинперетворюючого ферменту (АПФ). Підвищена активність цього ферменту призводить до надмірного продукування ангіотензину-II і розвитку артеріальної гіпертензії, а згодом також інших серцево-судинних захворювань. Конкурентними інгібіторами АПФ є деякі ендogenous пептиди, зокрема енкефаліни, брадикінін і речовина Р. З казеїнів інгібітори АПФ вперше були виділені в 1982 році Маруямою і співавторами. Вони виділили їх з трипсинового гідролізату загального казеїну коров'ячого молока. Згодом було виділено цілий ряд пептидів – інгібіторів АПФ з продуктів ферментативного гідролізу різних фракцій білків казеїнового комплексу. Зокрема, YPFGPIR ( $\beta$ -CN, f 60-66), VPP ( $\beta$ -CN, f 84-86), IPP ( $\beta$ -CN, f 74-76), AVPYRQR ( $\beta$ -CN, f 177-183), YQQPVLGPVR ( $\beta$ -CN, f 193-202), FFVAPFPEVFGK ( $\alpha_{S1}$ -CN, f 23-34), FFVAP ( $\alpha_{S1}$ -CN, f 23-27), VAP ( $\alpha_{S1}$ -CN, f 25-27).

Антигіпертензивні властивості пептидів, утворених з білків казеїнового комплексу молока, залежать від здатності цих пептидів досягати тканин-мішеней, долаючи при цьому природні бар'єри, представлені ендотеліальними пептидазами, а також циркуляторними пептидазами, які є в плазмі крові. У зв'язку з цим необхідною передумовою при пероральному чи внутрішньовенному використанні препаратів пептидів чи білкових гідролізатів з АПФ-інгібіторною активністю є їх резистентність до розщеплення пептидазами. Наприклад, фрагменти 23-27 і 104-109  $\alpha_{S1}$ -казеїну гальмували активність АПФ *in vitro*, проте антигіпертензивний ефект *in vivo* був відсутній. Фізіологічні ефекти казокінінів, введених перорально, дають підстави вважати, що такі пептиди здатні в активній формі абсорбуватися в тонкому кишечнику. Це підтверджується даними про те, що ди- і трипептиди легше всмоктуються в кишечнику, ніж амінокислоти чи більші олігопептиди. Пептиди, які містять пролін, є стійкіші до деградації травними ферментами, а пептиди, які мають Про-Про послідовність у C-термінальній ділянці молекули, резистентні до деградації пролін-специфічними пептидазами – пролідазами. У зв'язку з цим казокініни можуть бути стійкими до дії травних ферментів, можуть проникати в організм і проявляти антигіпертензивний ефект.

Інтерес щодо антигіпертензивних пептидів казеїнового походження викликає той факт, що вони можуть утворюватися не лише під час фізіологічного протеолізу, але й в умовах технологічного ферментативного гідролізу казеїнів. Враховуючи здатність казокінінів знижувати артеріальний тиск, вони є перспективними біологічно активними пептидами стовно можливості використання їх для створення харчових продуктів з профілактично-лікувальними властивостями.

УДК 664.037.5

Степанюк Ю., Мриглод Я. – ст. гр. ХК-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА ВЛАСТИВІСТЬ ПРОДУКТУ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Бейко Л.А.

Як відомо, у процесі заморожування молекули води із неупорядкованого стану, який характерний для рідкої агрегатної фази, переходять в упорядкований стан і утворюють кристалічну решітку. Кристалізуючись і впорядковуючись, молекули змінюють своє положення, а необхідною умовою кожної зміни є визначений ступінь рухливості і визначений час переміщення.

Розрізняють два типи утворення кристалічних зародків. При гомогенному утворенні кристалічних зародків вони утворюються у рідині спонтанно і є частинками визначеного розміру та орієнтації кристалічного типу. При гетерогенному утворенні кристалічних зародків молекули води утворюють кристалічну структуру навколо яких-небудь чужорідних частинок. Оскільки є деяка вірогідність того, що на поверхні суспендованих у воді чужорідних частинок може зустрітись таке розташування атомів, яке відповідає розміщенню атомів у кристалічній решітці льоду, то вони стають центрами кристалоутворення. Критичний розмір зародків при температурі  $-25,5^{\circ}\text{C}$  500 нм ( $50\text{\AA}$ ), а при  $-50^{\circ}\text{C}$  – 50 нм ( $5\text{\AA}$ ). Щоб почалося кристалоутворення, розмір зародків повинен бути більше критичного. Водні розчини, які містять біологічні речовини неможливо переохолодити до температури нижче  $-25,5^{\circ}\text{C}$ , оскільки критичний розмір зародків 500 нм якраз рівний характерному розміру полімерних молекул гідратів та молекул агрегатів.

Заморожування супроводжується глибоким зниженням температури плодів і перетворенням вологи в лід, який спричинює зміни в структурі тканин продукту, ступінь яких залежить від швидкості заморожування. За повільного заморожування плодів при відносно високих температурах ( $-4-8^{\circ}\text{C}$ ) лід утворюється, в першу чергу, в міжклітинних просторах. Усередині клітин, де концентрація соку вища, ніж у міжклітинниках і, відповідно температура замерзання його нижча, лід утворюється повільніше. Утворення льоду в початковий період заморожування продукту і пов'язане з цим збільшення концентрації соку в міжклітинних просторах приводить до підвищення осмотичного тиску. Вода із клітин переходить у міжклітинний простір, де замерзає на гранях утворених кристалів. При цьому клітини зневоднюються, а в міжклітинних просторах утворюються крупні кристали, які нерівномірно розподіляються в тканинах. Вони тиснуть на сусідні клітини та викликають ушкодження клітинних оболонок. Виникають найбільш різноманітні та глибокі зміни колоїдної системи. Зневоднення і коагулююча дія заморожування, а також ушкодження оболонок клітин призводять до їхньої загибелі. За наступного розморожування плодів утворена волога не встигає поглинатися, сік витікає, продукт втрачає свої природні властивості: змінює консистенцію, стає водянистим, дряблим.

Швидке заморожування (температура  $-27-40^{\circ}\text{C}$ ) не викликає значної деформації структури тканин. За швидкого заморожування швидкість охолодження плодів різко зростає, кристали льоду утворюються одночасно в міжклітинних просторах і в клітинах. Вилучення вологи з останніх не проходить, як за повільного заморожування. Чим швидше здійснюється процес, тим більше утворюється кристалів і менше їхній розмір. А це сприяє рівномірному їхньому розподіленню в клітинах і тканинах.

УДК 591.146-02

Шупляк В. – ст. гр. ХК-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **БІОАКТИВНІ ПЕПТИДИ БІЛКІВ СИРОВАТКИ МОЛОКА**

Науковий керівник: д.б.н., професор Юкало В.Г., асист. Дацишин К.Є.

Відомо, що білки сироватки молока є повноцінним джерелом амінокислот і характеризуються амінокислотним скором, який близький до скору «ідеального» харчового білка. Крім цього, встановлені ще деякі функції для окремих білків молочної сироватки. Це транспорт ретинолу, зв'язування жирних кислот та антиоксидантна дія ( $\beta$ -LG); синтез лактози в секреторних клітинах молочної залози, транспорт кальцію, імуномодуляторна та антиканцерогенна дія ( $\alpha$ -LA); імунний захист (імуноглобуліни A, M, G); транспортна функція (SA); зв'язування заліза, антимікробна, антиоксидантна (LF). Дослідження біологічної дії продуктів протеолізу білків сироватки молока призвело до відкриття ряду пептидів, які можуть впливати на фізіологічні функції організму. Найбільш численною групою біологічно активних пептидів, які утворюються з білків сироватки молока, є пептиди, що володіють інгібіторною дією по відношенню до ангіотензин-перетворюючого ферменту (АПФ). АПФ перетворює декапептид ангіотензин I в октапептид ангіотензин II, який є більш сильним вазоконстриктором і його надмірна продукція призводить до розвитку артеріальної гіпертензії та ряду серцево-судинних захворювань.

Інша важлива група біологічно активних пептидів білків молочної сироватки представлена бактерицидними пептидами. Пептиди, отримані із гідролізатів LF, можуть бути корисними як клінічні добавки завдяки їхній імуномодуляторній та антиканцерогенній дії. Активний бактерицидний пептид, який отримують деградацією лактоферину пепсином (названий саме тому лактоферицином B (f 17-41)), проявляє антимікробну дію проти грам-позитивних та грам-негативних мікроорганізмів. Антибактеріальний механізм лактоферицинів пов'язаний з порушення нормальної мембранної проникності. Також є свідчення, що вони, можливо, модулюють кишкову мікрофлору, коли формуються під час молочного травлення *in vivo*. Бактерицидні пептиди можуть допомагати у захисті проти мікробних спалахів, особливо у кишковому тракті новонароджених і тому підтримують неімунний захист кишечника. З іншої сторони, ці пептиди можуть знайти цікаве застосування у сфері харчової безпеки та як фармацевтичні засоби.

Ще однією групою біологічно активних пептидів, отриманих із білків сироватки молока, є група опіюїдних пептидів. Опіюїдні пептиди – це пептиди, що мають фармакологічну подібність до опіуму або морфіну. Відомими опіюїдними пептидами є  $\alpha$ -лакторфін ( $\alpha$ -лактоглобулін f 50-53),  $\beta$ -лакторфін ( $\beta$ -лактоглобулін f 102-105) та лактофероксин A (лактоферин f 318-323). Іншими опіюїдними пептидами сироваткового походження є сезорфін (Tyr-gly-Phe-Asn-Ala), що був ізольований з фрагменту 399-404 альбуміну сироватки (SA), та альбутензин A – з фрагменту 208-216 альбуміну сироватки (SA).

Підсумовуючи вищесказане, можна зауважити, що білки сироватки молока є джерелом ряду біологічно активних пептидів, які мають значний вплив на біологічні функції організму, беруть участь у формуванні біологічної цінності молочних продуктів. Це явище може бути використане при створенні функціональних харчових продуктів та харчових добавок.

УДК 519.6

Петрик М.М.–ст. гр. СП-31; Орлов Б.О. – ст. гр. СП-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОЕФІЦІЄНТІВ МОНОДИFUЗІЇ

Науковий керівник: Михалик Д.М.

Розглядається задача отримання (ідентифікації) значень коефіцієнтів, що визначають швидкість перебігу процесу за деякими наперед відомими експериментально отриманими результатами для процесу монодифузії.

Для відновлення коефіцієнта дифузії  $D_{intra_m}$  мікрочастинок  $m$ -ої складової багаточастинкового нанопористого середовища використовується наступна задача в диференціальних рівняннях

$$\frac{\partial q_m}{\partial t} = D_{intra_m} \left( \frac{\partial^2 q_m}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial q_m}{\partial r} \right). \quad (1)$$

Розв'язок якої отримується шляхом застосування інтегральних перетворень Фур'є і має такий вигляд:

$$N_m(t, X) = 2 \sum_{k=1}^{\infty} \left( -1^{k+1} \frac{D_{intra_m} \eta_k}{R^2} \sin \eta_k X \int_0^t e^{-\frac{D_{intra_m} \eta_k^2}{R^2} t - \tau} c_m(\tau) d\tau \right), \quad (2)$$

$$\eta_k = k\pi, \quad k = \overline{1, \infty}.$$

Вважаючи, що коефіцієнти дифузії  $D_{intra_m}$  є невідомими, але в деяких точках нам відомі значення концентрацій  $G_m(t, x, z)$  (сліди розв'язків), то вираз для обчислення наступного ( $n+1$ -го) значення коефіцієнта дифузії  $D_{intra_m}^{n+1}$  рівний

$$D_{intra_m}^{n+1}(t) = D_{intra_m}^n(t) - \nabla J_{D_{intra_m}^n}^n(t) \cdot \frac{\left\| 2N_m \left( D_{intra_m}^n, t, \frac{1}{2} \right) - G_m(t) \right\|^2}{\left\| \nabla J_{D_{intra_m}^n}^n(t) \right\|^2}, \quad t \in [0, T] \quad (3)$$

Здійснено реалізацію представленого алгоритму функціональної ідентифікації коефіцієнтів дифузії  $D_{intra_m}$ , та побудовано графіки функції  $N_m(t, X)$  з використанням отриманих значень коефіцієнтів (рис.1)

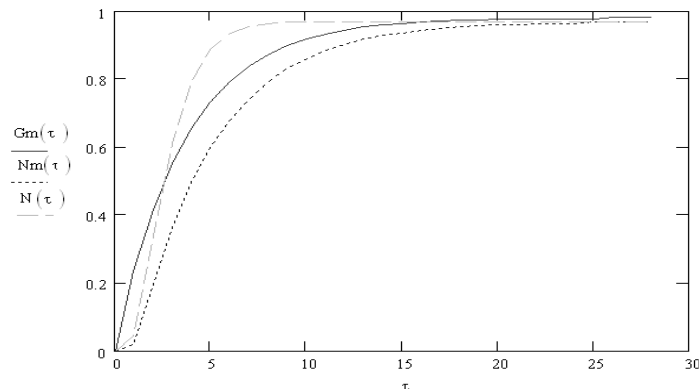


Рис.1 – Порівняння експериментальних та модельних даних

УДК 621.326

Процик С. – ст. гр. ХОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПАКУВАЛЬНИМИ АВТОМАТАМИ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Закалов О.В

Постійне підвищення вимог до процесу пакування сприяє значному ускладненню конструкцій пакувальних машин через збільшення кількості функціональних механізмів у кожній машині.

Важливу роль у забезпеченні синхронної і надійної роботи цих механізмів відіграє система керування автоматом. Від її характеристики залежить і якість пакованої продукції і продуктивність та надійність пакувальної машини. Зазвичай у пакувальній машині застосовують одну із двох стратегій керування.

При виході на задані значення показників якості продукції або при виникненні несправності на певному етапі пакування, сучасна система керування може:

- зупинити технологічний процес і повідомити про аварійний режим, тим самим запобігаючи випуску бракованої продукції;
- перервати і повторити неправильний виконаний етап без зупинки функціонування машини.

Оскільки вартість складних систем керування є порівняно високою, при розробці пакувального обладнання виникає задача вибору такого типу системи керування, яка забезпечить задані показники якості виробу, продуктивності і надійності машини при її мінімальній вартості. На вибір типу системи керування суттєво впливає специфіка технологічної операції пакування, пакованого продукту і пакувального матеріалу.

Основне призначення системи керування полягає в забезпеченні процесу функціонування пакувальної машини-автомата згідно із заданим алгоритмом. Алгоритмом керування є певний набір правил, умов і залежностей, що визначають взаємопов'язану дію всіх функціональних елементів автомата.

Системи керування пакувальних автоматів можуть бути розділені за видом алгоритму керування і за типом керуючого пристрою.

За видом алгоритму керування можна виділити:

- керування за жорсткою програмою без її зміни у процесі керування (циклові системи);
- адаптивне керування, при якому програма коректується в залежності від умов роботи, тобто від впливу зовнішнього середовища;
- інтелектуальне керування, при якому програма коректується і оптимізується в результаті накопичення досвіду експлуатації пакувального автомата.

За типом керуючого пристрою системи керування поділяються на механічні, електромеханічні і цифрові.

Механічні системи керування створюються на базі упорів, копирів і кулачків.

У системі керування з використанням копирів як програмоносії застосовують копир, що встановлений у корпус машини. При системі керування з використанням кулачків забезпечується надійна і точна синхронізація всіх рухів робочого циклу.

Вибір тієї чи іншої системи керування значно впливає на всі техніко-економічні показники пакувальних машин і автоматичних ліній, а саме: на їх продуктивність, якість продукції, надійність в роботі і економічну ефективність.



УДК 621.326

Процик С.- ст. гр. ХО-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСПОРТНОГО УПАКУВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доц.. Закалов О.В

Існує багато технологій транспортного упакування. Найбільш розповсюдженим і недорогим вважається упакування у поліетиленову термозбіжну плівку. Ця плівка випускається у вигляді рукава, полотна і підходить для групової упаковки різних харчових товарів.

Така упаковка захищає товар від зволоження, завдяки водо і паро непроникності плівки, від пошкодження, при перевезенні, від навмисного вилучення товару, оскільки для упакування товару в пошкоджену термозбіжну плівку необхідне спеціальне обладнання.

У пакувальній галузі важливим є раціональне використання сировинних ресурсів. На підприємствах які відвантажують нефасовану продукцію у коробках із картону, необхідні певні системи пакування, що забезпечують повторну переробку пакувальних матеріалів. На основі цього пакувальні контейнери повинні бути захищені від забруднення продукцією яка знаходиться всередині, а сама продукція повинна бути захищена від забруднень упаковкою, що може виготовлятися із повторно перероблених матеріалів.

Розв'язання цього завдання полягає в тому, що в контейнер встановлюють поліетиленовий пакет з продукцією і при цьому можлива вторинна переробка картону. У гофрокартонних коробках з поліетиленовими пакетами можна пакувати і транспортувати різноманітну суху продукцію, а також заморожені продукти, кондитерські вироби, масло, маргарин, тощо.

Дубльовані поліетиленом коробки із гофрокартону найбільше підходять для упаковки маргарину, масла, інших жирів, які використовуються у хлібопекарській та кондитерській промисловості. При пакуванні цих виробів поліетиленовий пакет необхідно закривати так, щоб він щільно прилягав до продукту і в середині упаковки не було повітря.

Для пакування фруктів і овочів поліетиленові пакети забезпечують перфорацією, щоб об'єкти зберігання могли дихати, але при цьому пакет і коробка були закриті. Сучасна техніка дає змогу із фальцьованого поліетиленового рулону за одну операцію виготовити пакет, вкласти його в коробку і загорнути на краї контейнера. Таким чином можна підготувати тару для укладання і пакування різних видів продукції.

Цукерки, кухонну сіль в картонних коробках, аналогічних групових упаковках перевозять і зберігають із меншими затратами. Молочні продукти можуть бути запаковані двома способами:

- верх коробки покривається перед згортанням плівкою;
- з кожної сторони від пластини пакети з молоком розміщують у два ряди із розташуванням гребенів вздовж ряду, а потім між ними закладають горизонтальну картонну тригранну піраміду, верхня бокова грань якої лежить на площині вершин гребенів пакетів, і накривають накладкою.

Таким способом можна пакувати різноманітні товари, зберігаючи їх товарний вигляд і знижуючи собівартість технологічних операцій пакування.

УДК 621.326

Процик С.- ст. гр. ХО-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВАКУУМНОГО УПАКУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Закалов О.В

Сучасні технології пакування багатьох харчових продуктів передбачають використання двох видів герметичної упаковки - упаковка з модифікованим і регульованим складом газового середовища.

Модифіковане газове середовище передбачає регулювання газового складу, завдяки якому сповільнюються біохімічні процеси у відповідних продуктах.

Склад газового середовища всередині упаковки можна регулювати шляхом підбирання матеріалу відповідної проникності або з використанням силіконових мембран певної площі, яка розрахована у відповідності з необхідним рівнем проникності.

Ефективність пакування продуктів з модифікованим газовим середовищем помітно зменшується з підвищенням температури, оскільки розчинність газів у них різко знижується.

Процес пакування продуктів у пакети з модифікованим газовим середовищем може здійснюватися кількома способами: вакуумування з наступним заповненням суміші газів; застосування плівкових матеріалів із вибірковою проникністю; використання інтерактивних неїстівних компонентів усередині упаковки.

Ефективність двох останніх методів залежить від ступеня взаємодії з продуктом, проникності плівки, співвідношення вмісту кисню, вуглекислого газу, а також наявності водо поглиначів.

Вакуум-упаковка широко використовується для сирів, соусів і багатьох інших швидкопсувних продуктів.

Вона забезпечує не тільки подовження терміну зберігання, але й запобігає втраті маси та аромату харчових продуктів. Розроблено різноманітне вакуум-пакувальне обладнання: одно і двокамерне, напів і автоматично вмонтоване у технологічні лінії.

Вакуум-упаковка передбачає застосування комбінованих матеріалів, що включають шар поліетилену, а також ламінованих багатошарових матеріалів на основі поліпропілену. Для збільшення газонепроникності застосовують шар етиленвінілового спирту.

Поштовхом до розвитку вакуумної упаковки і упаковки з модифікованою атмосферою у полімерній тарі із комбінованих матеріалів послужила відмова від стерилізації продуктів харчування.

Вакуумна технологія пакування значно подовжує терміни зберігання продукту, забезпечує дотримання високих гігієнічних норм, завдяки чому поліпшуються споживні властивості товару.

Правильно підібрані пакувальні матеріали дозволяють регулювати газообмін при дозріванні сирів, вільно пропускаючи ззовні надлишок вуглекислого газу і одночасно захищати сир від проникнення водяної пари і кисню.

Вакуумна упаковка може самостійно використовуватись для захисту продуктів від хімічного і мікробіологічного псування. При вакуум-упаковці частіше використовують полімерні матеріали з високими бар'єрними властивостями.

УДК 664.1.006

Процюк Ю. – ст. гр. М-4-3

Національний університет харчових технологій

## **ВЛОВЛЮВАЧ ВАЖКИХ ДОМІШОК З ТРАНСПОРТЕРНО-МИЙНОЇ ВОДИ**

Наукові керівники: к.т.н., доцент Пономаренко В.В., асистент Люлька Д.М.

В цукровій промисловості для видалення дрібних важких домішок з транспортерно-мийних вод використовують пісковловлювачі. Аналогічна проблема вирішена на цукрових заводах при відділенні піску, шматочків каміння із вапнякового молока використанням пісковідділювача системи Русселя-Дорошенка, який прийнятий в якості типового.

Пісковідділювач вапнякового молока Русселя-Дорошенка, працює за принципом відстоювання. Він складається з напівциліндричного днища, яке розділене на ряд секцій за допомогою перегородок. В середині корпусу розміщений вал, що обертається від електродвигуна та приводу з закріпленими на ньому черпаками, причому в кожній секції знаходиться по одному черпаку. Для вивантаження піску передбачений шнековий механізм.

Недоліком конструкції типового пісковідділювача є те, що пісок переноситься в зону вивантаження за допомогою ковшів, які перекидають вловлений пісок із секції в секцію і при цьому він кожний раз переходить в зважений стан.

Нами запропонований новий вловлювач (рис.1), що складається з напівциліндричного корпусу 1, в якому встановлений вал 3 з приводом, патрубками підведення суміші та відведення очищеної води і вивантажувального механізму важких домішок. Посередині напівциліндричного корпусу пісковловлювача виконане радіальне заглиблення 2, в якому знаходяться перфоровані ковші 6 для вивантаження осаду, які прикріплені до валу, а зі сторони підведення суміші в пісковловлювач та відведення очищеної води знаходяться стрічкові витки шнека 4 і 5, що прикріплені до валу, причому зі сторони підводу суміші напрям витків співпадає з напрямом руху суміші, а зі сторони відведення — напрям витків шнеку направлений назустріч руху суміші для контрольного очищення транспортерно-мийної води. Суміш по гідротранспортеру 7 потрапляє в вловлювач, пройшовши процес очищення, вода відводиться по лотку гідротранспортера 8.

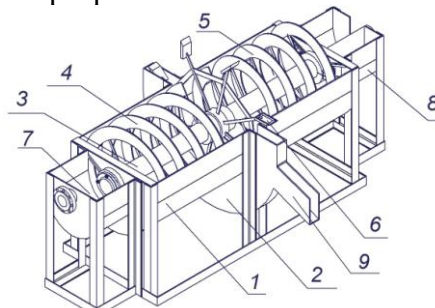


Рис.1. Загальний вид вловлювача

Таке обладнання може замінити не тільки вловлювач системи Русселя-Дорошенка, а й бути використаним як первинний вловлювач найбільш важких та абразивних домішок з транспортерно-мийної води, що покращить роботу відстійників, зменшить зношення обладнання.

УДК 664.1.053

Салманов І. – ст. гр. М-5-2

*Національний університет харчових технологій*

## **ПУЛЬСАЦІЙНИЙ САТУРАТОР ДЛЯ ЦУКРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Пономаренко В.В.

В цукровій промисловості для очищення цукрових розчинів від нецукрів використовується процес сатурації: обробка розчину, що містить розчинене вапно сатураційним газом (вміст діоксиду вуглецю в газі складає 30 – 35 %). В якості апаратів для проведення цього процесу використовуються циліндричні ємкості з конічним днищем, що працюють по принципу барботажу газу через шар рідини. Такі апарати мають ряд недоліків, основними з яких є низька швидкість сатурації, великий вміст діоксиду вуглецю в газі, що покидає сатуратор і забруднює атмосферу, великі втрати тепла з вихідним газом. Для покращення процесу сатурації, збільшення ефективності очищення цукрового розчину від нецукрів запропоновані конструкції апаратів, в яких використовуються різні механізми для збільшення швидкості масо передачі діоксиду вуглецю, що приводить до збільшення швидкості сатурації. Одним з таких механізмів є створення в шарі соку пульсацій, що покращує швидкість оновлення поверхні контакту фаз. Відомі сатуратори, в основі яких лежить пневматичний спосіб створення пульсацій, мають ряд недоліків: великі затрати енергії на створення пульсацій, велика інерційність системи, а в зв'язку з цим і низька ефективність пульсацій на газорідному системі.

Нами запропонований пульсаційний сатуратор, що додатково оснащений механічним пристроєм для створення пульсацій перфорованих решіток, які виконані в вигляді тарілчастої провальної насадки з прямокутними отворами і відігнутими кінцями, причому лопатки суміжних тарілок направлені в протилежні сторони. В апараті по висоті встановлено три решітки (висота шару соку в апараті – 4 м).

Створення пульсацій в газорідному об'ємі сатуратора покращує масообмінні процеси між діоксидом вуглецю і розчиненим вапном в цукровому розчині за рахунок кращого оновлення поверхні контакту фаз. Крім того, це збільшує використання діоксиду вуглецю з сатураційного газу, а значить зменшуються викиди  $\text{CO}_2$  з вихідним газом в атмосферу. Таким чином для проведення процесу сатурації буде необхідна менша кількість сатураційного газу, що пропорційно зменшує також теплові втрати з вихідним газом (температура ведення процесу сатурації –  $78^\circ$ ). Прискорення процесу сатурації в апараті проходить за рахунок упорядкування гідродинамічного режиму руху потоків в апараті (рівномірного розподілення фаз по перерізу і об'єму), зниження поздовжнього перемішування, усунення застійних зон, збільшення турбулентності потоку, створення більш тонкого диспергування газу в рідині. Механічна система створення пульсацій характеризується своєю простотою і безпосередньою дією на середовище. В якості решітки для створення пульсацій використовується тарілчаста провальна насадка, що являє собою диск з прямокутними отворами і відігнутими кінцями. На кожній решітці лопатки направлені в протилежні сторони, що дозволяє краще перемішати реагенти в кожній секції апарата, що розділений по висоті цими решітками. Потоки, що створюються кожною лопаткою решітки, приводять в рух навколишню суцільну фазу, створюючи безліч мікро вихрів, в результаті чого весь об'єм над решіткою і під нею інтенсивно перемішується.

УДК 637.13

Саранчук Л. - ст. гр. ХО-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФАСУВАННЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Зварич Н.М.

Сучасне технологічне обладнання для розфасовування молока і молочних продуктів відрізняється численністю, що обумовлена великим асортиментом пакувального матеріалу і різними властивостями молочних продуктів, способом дозування. Для фасування молочних продуктів використовується полімерна, скляна, металева тара, пергамент, фольга тощо.

Відповідно до виду упаковки розрізняють автомати для фасування в полімерну, скляну, металеву, паперову тару.

Фасування продукції в тверду полімерну тару, як правило, здійснюється::

- на автоматах у готову пластикову тару, що виготовляється заздалегідь;
- на автоматах, у яких реалізований повний технологічний цикл, починаючи від виготовлення тари і закінчуючи приварюванням покривного матеріалу і вирубкою готових упаковок

У гнучку полімерну тару фасування здійснюється:

- на автоматах і напівавтоматах у готове гнучке упакування (заготовка пакетів);
- на автоматах з повним технологічним циклом одержання упаковок з рулонних матеріалів (формування пакетів, дозування, зварювання, вирубування окремих пакетів).

Важливо в процесі розфасування дотримуватись вимоги до чистоти навколишнього середовища і чистоти тари, максимально виключивши контакт внутрішньої поверхні продукції з повітрям. На автоматах з повним циклом контактного нагрівання плівки при високій температурі відразу ж іде формування тари, заливання і герметичне закупорювання фасованого продукту.

Фасувально-пакувальні автомати з повним циклом виробництва упаковок досить прості в керуванні, мають можливість швидкого переналагодження під інший вид упаковок. На таких автоматах можна фасувати сметану, йогурт, вершки, масло вершкове, сир домашній, майонез, сир плавлений, гірчицю, джеми, соуси, мед тощо. Принцип роботи таких апаратів наступний : з полімерного матеріалу після попереднього нагрівання формуються ємності, що потім за допомогою дозувальної установки заповнюються продуктом, запечатуються покривним матеріалом і вирубуються у вигляді готового блоку упаковок. Автомати можуть комплектуватися змінним оснащенням для виготовлення упакувань різної ємності і форми. Можливість розфасування широкого кола рідких і пастоподібних продуктів досягається за рахунок заміни дозувальних головок. Система керування дозволяє здійснювати налаштування будь-якого механізму в ручному й автоматичному режимах. Для виробництва стаканчиків й інших ємностей використовуються наступні матеріали: полістирол (PS), поліпропілен (PP), полівінілхлорид (PVC). Існують автомати, призначені для стерильного розфасування продуктів у тару з полімерних і комбінованих матеріалів. Стерильне розфасування забезпечується стерилізацією тари і створенням стерильних умов у зоні роботи обладнання. Можна зробити висновок, що за принципом роботи фасувально-пакувальні автомати досить прості у керуванні, оскільки мають можливість швидкого переналагодження під інший вид упаковок.

УДК 621.326

Сирник В. - ст. гр. ХОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПРОТИРАННЯ М'ЯКОТІ КІСТОЧКОВИХ ПЛОДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., проф. Куц В.П.

В Україні щорічно вирощується більше мільйона тонн кісточкових сільськогосподарських культур. Біля половини цієї кількості піддається промисловій переробці.

Типова технологія первинної переробки овочів та зерняткових фруктів включає технологічні операції подрібнення вимитих та проінспектованих плодів, теплову обробку мезги (нагрівання та витримання при заданій температурі) та протирання. У результаті отримують оброблений напівфабрикат, який використовують для виготовлення готового продукту, та відходи, які є вторинною сировиною.

Розподіл овочефруктової сировини на перфорованій поверхні – це технологічний процес, який широко використовується в харчовій та переробній промисловості для виробництва соків із м'якоттю, пюреподібних продуктів для дитячого й дієтичного харчування, відокремлення насіння плодів і овочів.

Обладнання, яке використовують для здійснення цього процесу, споживає значну кількість енергії і чимало коштує. Досконалість машин безпосередньо визначає частку цінних харчових компонентів сировини, що втрачаються з відходами. Аналіз існуючого обладнання показує, що склалося велике відставання технічного рівня машин для розподілу суспензії кісточкових культур: питома продуктивність перфорованої поверхні машин становить лише  $(0,6..0,9) \text{ кг/с} \times \text{м}^2$ , що в кілька разів менше, ніж при розподілі суспензії зерняткових культур. Відомі машини потребують значних витрат енергії (питома робота, що споживається на розподіл кісточкових культур, перевищує  $10 \text{ кДж/кг}$ ), мають великі розміри та масу. Багато корисних речовин сировини втрачається з відходами.

Вдосконалення існуючого обладнання гальмується низьким рівнем теорії цього процесу. Не визначено дію транзитного руху суспензії по перфорованій поверхні на показники процесу, недостатньо досліджені явища закупорювання отворів перфорації частками дисперсної фази та їх очищення билами. Відкритими залишаються питання про умови, за яких можна уникнути пошкодження плодівих кісточок. Бракує методів, які дозволяють вибрати раціональну схему протиральної машини, знайти оптимальний режим її експлуатації.

Як один із шляхів вдосконалення обладнання для протирання м'якоті кісточкових плодів є встановлення ситового барабану з подвійною насічкою, який дозволяє більш якісно зняти м'якоть, яка міститься в пришкіркових шарах овочів і фруктів.

Заради збереження матеріальних та енергетичних ресурсів необхідно розробити наукові основи процесу розподілу овочефруктової суспензії на перфорованій поверхні. Така розробка дасть можливість суттєво зменшити на користь України витрати на розподіл овочефруктової сировини в агропромисловому комплексі України.

УДК 631.145

Стецько Т. – ст. гр. ХО-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПАЛИВНА СКЛАДОВА СОБІВАРТОСТІ ЦУКРУ - ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ РІШЕННЯ**

Науковий керівник: к.т.н. Ворощук В.Я.

Актуальним напрямком розвитку технічної політики галузі в умовах суттєвого подорожчання ПЕР є питання зменшення витрат палива, в першу чергу, витрат природного газу у технологічному процесі і вапняку, впровадження у виробництво нових видів енергозберігаючого енергетичного та технологічного обладнання, створення комплексної системи автоматичного управління технологічними процесами.

Щорічно на виробничі потреби цукровими заводами України витрачається до 2 млн. т умовного палива та близько 1,4 млрд. кВт · год. електроенергії, понад 1,4 млн.т вапняку. Протягом останніх 10 років доля палива та енергії в собівартості переробки цукрових буряків складає 30...32%, а складова палива в структурі собівартості цукру сягнула 15%. Енергетичний баланс цукрового заводу свідчить, що із загальних витрат палива 80...85% припадає на виробництво теплової енергії для технологічних потреб, а 8...12% – на виробництво електроенергії та вапна і вуглекислого газу.

В період "газомазутної паузи" вугільні котли старих заводів легко переводилися на мазут, потім – на газ. Нові заводські ТЕЦ в період 70- 80 рр. ХХ століття проектувалися з вживанням газомазутних котлів. Після енергетичних криз (1978 р. і наступні) Ес прийняв генеральну лінію використання європейського вугілля і порівняно дешевого вугілля відкритих розробок з Африки, Південної Америки.

Стрімке зростання цін на газові енергоносії висуває на передній план завдання пошуку шляхів диверсифікації енергоносіїв. Якщо перехід на газ не вимагав капіталовкладень в склад обладнання ТЕЦ маловитратній реконструкції пальників, то зворотній процес приводить до необхідності відновлення або створення інфраструктури прийому вугілля і його топливopідготовки.

Стійке спалювання вугільного пилу пов'язане з технологією ультра тонкого помолу вугілля до середнього розміру часток 30...40 мкм. Ультратонкий пил вугілля з високим виходом горючих летких речовин запалюється і стійко горить навіть на холодному повітрі.

Основне завдання, що стоїть перед сучасною теплоенергетикою, пов'язане з проблемою розтоплення казанів і підтримки стійкого горіння в тонких казанах без вживання мазуту або газу. Найбільш ефективно для ТЕЦ галузі використовувати вугілля газового класу, а не низько реакційний АШ, Т.

Для України немає технічних проблем, є проблеми в реалізації лізингового інвестиційного процесу, коли підприємства будуть відраховувати засоби по кредитах у міру виробництва цукру і його реалізації. В цілому галузь має певні переваги перед другими галузями, так як має власну електростанцію.

УДК 621.326

Чорній Н. - ст. гр. ХО<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФІЛЬТРУВАННЯ СОКУ ПІСЛЯ САТУРАЦІЇ ТА ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ**

Науковий керівник: д.т.н., доцент Вітенько Т.М.

Фільтрування – це процес розділення неоднорідних систем за допомогою пористих перегородок. Фільтрування соків після I та II сатурації проводять для видалення часточок, що не випали в осад. Сік I сатурації має вміст твердих часточок близько 5%, сік II сатурації – 0,05%. На сучасних цукрових заводах використовують: барабанні вакуум-фільтри, нутч-фільтри, тарілчасті, стрічкові, мішочні, листові, дискові вакуум-фільтри, патронні, реверсивні та фільтр-преси.

Рушійною силою процесу є різниця тисків по обидві сторони фільтрувальної перегородки. З одного боку перегородки повинен бути надлишковий тиск або вакуум, а з іншого – атмосферне повітря. Ефективність фільтрування залежить від властивостей фільтрувального матеріалу, який пропускає вільну від твердої речовини рідину (фільтрат) і затримує тверді частинки (осад), перепаду тисків, швидкості осадження частинок, форми фільтрувальної рамки. Для збільшення ефективності процесу використовують допоміжні речовини, зокрема: діатоміт, перліт, азбест, дерев'ну муку, деревне вугілля, целюлозу, летку золу тощо.

Слід зауважити, що з режимних факторів, які впливають на процес, найбільше значення мають різниця тисків і температура суспензії. Практичний досвід також підтверджує, що об'єм фільтрату, який отримують за малий проміжок часу з одиниці поверхні фільтра прямо пропорційний різниці тисків і обернено пропорційний в'язкості фільтрату, загальному тиску осаду й фільтрувальної перегородки. Температура ж суспензії впливає на в'язкість її рідкої фази і відповідно на швидкість проходження через пори осаду і фільтрувальну перегородку.

Водночас із зазначеними факторами, процес фільтрування затрудняють нерівномірність розміру твердих частинок суспензії, їхня здатність деформуватися і осідати під дією сили тяжіння. Осадження твердих частинок по різному впливає на швидкість утворення осаду залежно від взаємного розміщення напрямку сили тяжіння і руху рідини під час фільтрування. Якщо ці напрямки співпадають, то швидкість утворення осаду буде збільшуватися за умови зростання здатності твердих частин до осадження.

Потрібно також вказати й на великий вплив властивостей суспензії, способу її попереднього оброблення, та додавання до неї коагулюючих речовин на довготривалість процесу фільтрування. Ці фактори в загальному можуть змінити опір осаду, що викликає відповідно зміну швидкості фільтрування.

Як підсумок, зауважимо, що до всі фактори, які впливають на продуктивність фільтрування можна об'єднати у дві групи:

1. Макрофактори, такі як: поверхня фільтрувальної перегородки, різниця тисків, товщина шару осаду, в'язкість рідкої фази.

2. Мікрофактори: розміри і форма пор осаду і фільтрувальної перегородки та товщина подвійного електричного шару на поверхні твердих частин.



УДК 664.653.124, 621.929

Шадхіна І. – ст. гр. М-5-1

*Національний університет харчових технологій*

## **РОЗРОБКА МАШИНИ ДЛЯ ЗМІШУВАННЯ РЕЦЕПТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ В'ЯЗКОПЛАСТИЧНИХ МАС**

Науковий керівник: к.т.н., старший викладач Якобчук Р.Л.

Задачею процесу змішування є досягнення стану однорідності концентрації компонентів у всьому об'ємі маси. При цьому може відбуватися диспергація і (або) пластифікація окремих компонентів при одночасному підігріванні маси.

Згідно з цим, нашим завданням є розроблення конструкції машини для змішування рецептурних компонентів в'язкопластичних мас, що може використовуватись в кондитерській промисловості у якості напівфабрикатів для виготовлення кондитерських виробів: начинок для вафель або цукерок, пралінових мас з твердими добавками, деяких начинок для карамелі, шоколадних мас та інше.

Недоліком машин аналогів є неможливість повного вивантаження маси без використання ручної праці, а також неможливість досягнення високого ступеня гомогенізації кондитерської маси.

В основу машини, що розроблюється, поставлена задача покращення якості в'язкопластичної маси, зменшення затрат людської праці, шляхом встановлення стаціонарно ємності змішувача з водяною сорочкою, яка з'єднана жорстко з патрубком насоса ротаційного типу та розподілюючого клапану, що дозволить інтенсифікувати процес перемішування в'язкопластичних мас.

Машина відноситься до типу машин-змішувачів з лопатевими робочими органами. Методики параметричних розрахунків змішувачів здебільшого ґрунтуються на одержаних результатах розрахунків машин-аналогів для кожного окремого виду продукту, який в кінцевому стані є неньютонівською рідиною (вафельне тісто, глазур) або доволі пластичною масою.

Двовалкові змішувачі мають робочі ємності, л: 500, 350, 70. Перші два можливо використовувати на великих підприємствах, а третій на малих. Для малих та середніх виробництв потрібні зараз машини з ємністю 150-180 л.

На базі машини з ємністю 70 л виконуємо розробку змішувача з ємністю 150 л. Аналогом якого є змішувач А2-ХТП з наступними параметрами: продуктивність – до 80 кг/год; об'єм робочої ємності – 70 л; число робочих валів – 2 шт.; частота кручення валів – 30 об/хв; потужність – 3 кВт; маса одного замісу – 40 кг; робоча ємність повертається для вивантаження готової порції маси ручним приводом; вивантаження маси з ємності машини для перевезення на використання – ручне; підігрів ємності – проточною водою.

Отже, розроблена конструкція машини для змішування рецептурних компонентів в'язкопластичних мас дає можливість ефективно змішувати масу та видаляти її з ємності змішувача без застосування людської праці, а також, за допомогою водяної сорочки забезпечує підтримання заданої температури в'язкопластичної маси.

УДК.544.723.233:664.29

Шейко Т. - аспірант

*Національний університет харчових технологій*

## **ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМОЧУВАННЯ ШУНГІТА**

Науковий керівник д. т. н., проф. Мельник Л. М.

При розрахунку масообмінних процесів в системі рідина: тверде тіло необхідно враховувати наявність процесу змочування поверхні адсорбента. Змочування адсорбенту є результат міжмолекулярної взаємодії середовища з твердим тілом на межі поділу фаз.

Автором досліджено процес змочування соком столового буряка шунгіта. Шунгіт – природний вуглецевомісний мінерал, який має макро-, мезо-, мікро- і супермікропори. При зануренні адсорбента в рідину, пори, які спочатку були заповнені повітрям, під дією сил капілярного тиску заповнюються рідиною, стискаючи або витісняючи повітря. Потім проходить поступове розчинення повітря в рідині і проникнення її в глибину пор. Разом з цим відбувається адсорбція цільових компонентів: солей важких металів, нітрат-іонів та інших. Макро- і мезопори виступають основними транспортними артеріями, якими проходить рідина в середину мікро- і супермікропор.

Рух рідини в порах адсорбенту можна описати за допомогою спрощених рівнянь Нав'є-Стокса і рівнянь руху ідеальної рідини.

Провівши серію розрахунків, було визначено площу перерізу, об'єм і довжину пор шунгіта, швидкість і тривалість руху рідини в порах.

Визначивши загальну тривалість руху рідини в макро-, мезо-, мікро-, і супермікропорах, яка склала  $1,8 \cdot 10^{-10}$  с при середній швидкості заповнення пор  $1,0 \cdot 10^{-11}$  м/с, можна сказати, що завдяки унікальній вуглецевій структурі заповнення пор шунгіту проходить дуже швидко і ним можна знехтувати при подальших розрахунках коефіцієнтів масопередачі, масовіддачі та коефіцієнтів зовнішньої і внутрішньої дифузії.

## З М І С Т

| <i>Секція:</i>                                                                                              | <b><u>Обладнання харчових виробництв</u></b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Базар О.<br><b>ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ<br/>ПРІОРИТЕТ РОЗВИТКУ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВOSTІ</b>   | <b>3</b>                                     |
| Базар О.<br><b>ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО<br/>ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ<br/>ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВOSTІ</b>         | <b>4</b>                                     |
| Базар О.<br><b>ПЕРСПЕКТИВНІ ВИДИ УПАКОВКИ<br/>М'ЯСА І НАПІВФАБРИКАТІВ</b>                                   | <b>5</b>                                     |
| Будзій М.<br><b>ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ<br/>КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЖИРОВИХ<br/>КОМПОЗИЦІЙ ПРИ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ</b> | <b>6</b>                                     |
| Вірченко А.<br><b>ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК<br/>ПЕРЕОСНАЩЕННЯ СТАНЦІЙ<br/>ОЧИСТКИ ВОДИ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ</b>    | <b>7</b>                                     |
| Войтків Н.<br><b>ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НАГРІВАННЯ<br/>МОЛОКА НА ПРОЦЕС СЕПАРУВАННЯ</b>                          | <b>8</b>                                     |
| Галамай П.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ<br/>БРОДІННЯ ПРИ СУЧАСНОМУ<br/>ВИРОБНИЦТВІ ВІНОГРАДНИХ ВИН</b>         | <b>9</b>                                     |
| Галамай П.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕТ<br/>ТАРИ В ПЕРЕРОБНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ</b>                       | <b>10</b>                                    |
| Грод Л.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКТИВНОГО ОФОРМЛЕННЯ<br/>ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ</b>           | <b>11</b>                                    |
| Грушевська І.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ НАНОФІЛЬТРАЦІЇ В ПРОЦЕСІ<br/>КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ</b>  | <b>12</b>                                    |
| Дорик А.<br><b>ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЗАМІШУВАННЯ ТІСТА</b>                                                 | <b>13</b>                                    |

|                                                                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Дрозд Д.<br><b>КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ЗАМІШУВАННЯ<br/>У ТОНКОМУ ШАРІ</b>                                                                                    | <b>14</b> |
| Дьякон Н.<br><b>РОЗРОБКА ГОМОГЕНІЗУЮЧОЇ ГОЛОВКИ<br/>ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ<br/>З ВИХРОВИМ ЕФЕКТОМ</b>                                          | <b>15</b> |
| Комінко В., Бринзей Л.<br><b>МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕПЮРАЦІЙНОЇ<br/>КОЛОНИ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОГО<br/>АПАРАТА ПОСЕРЕДНЬОЇ ДІЇ</b>                                | <b>16</b> |
| Комінко В.<br><b>УЛЬТРАЗВУКОВА ОБРОБКА В<br/>ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ</b>                                                                                 | <b>17</b> |
| Корнієнко В., Мельник Л.<br><b>ОБГРУНТУВАННЯ АКТИВНОСТІ ВОДИ В ЗАЛЕЖНОСТІ<br/>ВІД СКЛАДУ ВОДНО-СПИРТОВИХ РОЗЧИНІВ</b>                                 | <b>18</b> |
| Коцюбка В.<br><b>АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ХОЛОДНОГО ТА<br/>ГАРЯЧОГО СЕПАРУВАННЯ МОЛОКА</b>                                                                     | <b>19</b> |
| Кочерга В., Назар М.<br><b>УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ<br/>КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ<br/>ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ</b> | <b>20</b> |
| Кундас С.<br><b>ВИКОРИСТАННЯ СТРАВНОГО<br/>КЛАПАНА В ГІДРАВЛІЧНІЙ<br/>СИСТЕМІ ПЛЯШКОМІЙНОЇ МАШИНИ АММ-1</b>                                           | <b>21</b> |
| Люлька О.<br><b>БАРАБАННИЙ ВОДОВІДДІЛЮВАЧ</b>                                                                                                         | <b>22</b> |
| Мага В.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ ЦИКЛОНІВ НА<br/>ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ</b>                                                                   | <b>23</b> |

*Секція:*

**Інформаційні технології**

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Абкадилов Ф.<br><b>КОНТРОЛЬ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ<br/>ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ</b> | <b>24</b> |
| Андрейченко В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ КОДУВАННЯ<br/>МОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ</b>        | <b>25</b> |

|                                                                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Погода О.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ<br/>ПРОЦЕСІВ РУСЛОВОГО СТОКУ РІЧКИ<br/>У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ</b>                                              | <b>26</b> |
| Деренівська І.<br><b>ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ<br/>НАВЧАЛЬНО-ОСВІТНЬОГО САЙТУ<br/>ЦИКЛОВОЇ КОМІСІЇ</b>                                               | <b>27</b> |
| Бойко О.<br><b>ЕЛЕКТРОННИЙ ЖУРНАЛ УСПІШНОСТІ<br/>СТУДЕНТІВ КОЛЕДЖУ</b>                                                                                | <b>28</b> |
| Потій А.<br><b>РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО<br/>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ<br/>ОСВІТЛЕНOSTІ СПОРТИВНИХ МАЙДАНЧИКІВ</b>                                       | <b>29</b> |
| Ракуш Р.<br><b>КОМП'ЮТЕРНІ ВІРУСИ ЯК БІЗНЕС</b>                                                                                                       | <b>30</b> |
| Гнида В.<br><b>ПРОБЛЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ ЛЮДИНИ</b>                                                                                                 | <b>31</b> |
| Джур Н.<br><b>ВСТАНОВЛЕННЯ І ОБСЛУГОВУВАННЯ<br/>ЦИФРОВОЇ ТЕЛЕФОННОЇ СИСТЕМИ<br/>HYBREX GDS 600 У ВНУТРІШНІЙ<br/>ТЕЛЕФОННІЙ МЕРЕЖІ ТОРГОВИХ ФІРМАХ</b> | <b>32</b> |
| Пілат Ю.<br><b>ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРОБКА<br/>КЛАВІАТУРНОГО ТРЕНАЖЕРА "КОЛОБОК"</b>                                                                      | <b>33</b> |
| Бек М.<br><b>ВІКІ-ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ<br/>ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ</b>                                                                                 | <b>34</b> |
| Бендасюк Н.<br><b>ПІДСИСТЕМА ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ<br/>НАНОСУПУТНИКА</b>                                                                                        | <b>35</b> |
| Бігус А.<br><b>СИСТЕМИ РЕЗЕРВУВАННЯ ДАНИХ</b>                                                                                                         | <b>36</b> |
| Білінська Л.<br><b>МЕТОДИ SEO ОПТИМІЗАЦІЇ<br/>ВЕБ-САЙТУ ДЛЯ ПОШУКОВИХ СИСТЕМ</b>                                                                      | <b>37</b> |
| Білінська Л.<br><b>ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ<br/>ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНОГО<br/>РОБОЧОГО МІСЦЯ</b>                                                              | <b>38</b> |

|                                                                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Булик М.<br><b>OLAP--ТЕХНОЛОГІЯ ЯК БАЗОВА<br/>КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМИ<br/>БАГАТОВИМІРНОГО ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ ДАНИХ</b>                                                    | <b>39</b> |
| Вальчук В.<br><b>РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ СХОВИЩА ДАНИХ</b>                                                                                                     | <b>40</b> |
| Гетьман М.<br><b>ДИСТАНЦІЙНИЙ КУРС З ВИЩОЇ<br/>МАТЕМАТИКИ ЯК ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕННЯ<br/>ЗМІСТУ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ ВИЩОЇ<br/>МАТЕМАТИКИ ДЛЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ</b>   | <b>41</b> |
| Гонц С.<br><b>WEB-ПОРТАЛ ДЛЯ ДОСТУПУ ДО РОЗПОДІЛЕНОЇ<br/>БАЗИ ДАНИХ РЕСУРСІВ КОМЕРЦІЙНОЇ УСТАНОВИ</b>                                                            | <b>42</b> |
| Гуменюк І.<br><b>ГІСТОГРАМНИЙ АНАЛІЗ ПЕРІОДИЧНИХ<br/>ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ</b>                                                                                     | <b>43</b> |
| Дацер С.<br><b>АНАЛІЗ МЕРЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ<br/>СКАНУЮЧИХ ПРОГРАМ</b>                                                                                               | <b>44</b> |
| Дерень А.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ SQFD МЕТОДУ ДЛЯ ЗАДАЧ<br/>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ</b>                                                                 | <b>45</b> |
| Добровольський С., Карп'юк І., Гайдук В., Бурак М.<br><b>НЕПРЯМИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ДІАГРАМИ<br/>ВИПРОМІНЮВАННЯ АНТЕНИ З НЕВІДОМИМ<br/>ПАРАБОЛОЇДНИМ ПРОФІЛЕМ</b> | <b>46</b> |
| Дутка О.<br><b>РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ<br/>СИСТЕМИ ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО<br/>АНАЛІЗУ ВИКЛИКАНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ МОЗКУ</b>                                                 | <b>48</b> |
| Карнаухов А.<br><b>МАРШРУТИЗАЦІЯ ЯК ЗАСІБ<br/>КЕРУВАННЯ ТРАФІКОМ</b>                                                                                             | <b>49</b> |
| Керенцева О.<br><b>ПРИНЦИПИ ТЕКСТУРНОЇ<br/>СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ</b>                                                                                             | <b>50</b> |
| Кривень А.<br><b>КАТЕГОРІЇ СЕРВЕРІВ</b>                                                                                                                          | <b>51</b> |
| Кукурудзяк В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ<br/>РОБОТИ ПАРАЛЕЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ</b>                                                                               | <b>52</b> |

|                                                                                                                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Куриляк Т.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО<br/>СКЛАДУ РЕОСИГНАЛІВ</b>                                                                                                      | <b>53</b> |
| Кушнір М.<br><b>ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА<br/>КЕРУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ</b>                                                                                             | <b>54</b> |
| Луцків Н.<br><b>TDD – ПРОСТО І ЕФЕКТИВНО</b>                                                                                                                               | <b>55</b> |
| Луцків М.<br><b>НОВІ МОЖЛИВОСТІ СИСТЕМИ<br/>ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ATUTOR 2.0.2</b>                                                                                        | <b>56</b> |
| Ляшук Я.<br><b>ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПОРТАЛ ІНТЕРНЕТ-БІБЛІОТЕКИ<br/>(НА ПРИКЛАДІ САМБІРСЬКОГО ФАКУЛЬТЕТУ<br/>ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ)</b>                             | <b>57</b> |
| Мазяр О.<br><b>АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗМЕНШЕННЯ<br/>ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В БЕЗДРОТОВИХ<br/>СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ</b>                                                                       | <b>58</b> |
| Малярська Г.<br><b>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ<br/>БЕЗПЕКИ УСТАНОВИ З ВИКОРИСТАННЯМ<br/>МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ</b>                                                         | <b>59</b> |
| Мельник Т.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОЛІТИКИ<br/>ЧЕРГ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕДАЧІ<br/>ДАНИХ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ</b>                                                      | <b>60</b> |
| Мельничук Ю.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ ФРАКТАЛІВ<br/>ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ<br/>НАЙПРОСТІШИХ ОБ'ЄКТІВ</b>                                                                                | <b>61</b> |
| Мельничук О., Добровольський С., Швед В., Приймак О.<br><b>МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ<br/>ГЕОГРАФІЧНИХ КООРДИНАТ В НАВІГАЦІЙНІЙ<br/>СУПУТНИКОВІЙ СИСТЕМІ GPS</b> | <b>62</b> |
| Мисько В.<br><b>РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ<br/>ЯКОСТІ НАВЧАЛЬНОГО WEB-РЕСУРСУ</b>                                                                                        | <b>64</b> |
| Михайленко О.<br><b>ОГАНІЗАЦІЯ ВІДДАЛЕНОГО<br/>ДОСТУПУ ДО ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ<br/>РЕСУРСІВ СЕРЕДОВИЩА МОДЕЛЮВАННЯ</b>                                                           | <b>65</b> |

|                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Михайлович І.<br><b>ОГЛЯД МЕТОДИК АНАЛІЗУ<br/>СТАЦІОНАРНОСТІ ВИПАДКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ</b>                                            | <b>66</b> |
| Мотиль Г.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОДІЇ ВІДЕОКАРТИ ПРИ<br/>ВИКОНАННІ МАТЕМАТИЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ</b>                                         | <b>67</b> |
| Напованець Р.<br><b>РОЗРОБКА РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ<br/>КРИПТОАНАЛІЗУ АЛГОРИТМУ RSA</b>                                                 | <b>68</b> |
| Олійник І.<br><b>РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ<br/>АНАЛІЗУ І ПРОГНОЗУ ГАЗОСПОЖИВАННЯ</b>                                             | <b>69</b> |
| Паньків Т.<br><b>ПРОБЛЕМА БЕЗПЕКИ СУЧАСНИХ CMS</b>                                                                                    | <b>70</b> |
| Паньків Т.<br><b>SEO – ОПТИМІЗАЦІЯ ТА SEO – КОПРАЙТИНГ</b>                                                                            | <b>71</b> |
| Петрущак А.<br><b>ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОЦІНКИ<br/>ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ ПАРАМЕТРИЧНОЇ<br/>ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛІНІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ</b> | <b>72</b> |
| Писаренко С.<br><b>АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КНИГОВИДАЧІ<br/>В НТБ ТНТУ НА БАЗІ АБІС КОНА</b>                                             | <b>73</b> |
| Пйонтко Н.<br><b>СИНТАКСИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЧЕНЬ<br/>УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ</b>                                                                  | <b>74</b> |
| Плетюк І.<br><b>ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ В ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ</b>                                                                             | <b>75</b> |
| Поволоцький В.<br><b>СИСТЕМА ШИФРУВАННЯ VITLOCKER</b>                                                                                 | <b>74</b> |
| Поливаний І.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ<br/>ДИНАМІЧНИХ ПРОТОКОЛІВ РЕЗЕРВУВАННЯ<br/>В МЕРЕЖАХ З КОМУТАЦІЄЮ ПАКЕТІВ</b>             | <b>77</b> |
| Пріян Н.<br><b>ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-<br/>КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У<br/>ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ</b>                                  | <b>78</b> |
| Прошина М.<br><b>БАЗА ДАНИХ ДЛЯ “КОРПОРАЦІЯ ВАТРА”</b>                                                                                | <b>79</b> |
| Пшоняк П.<br><b>СИСТЕМА ОБЛІКУ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ</b>                                                                              | <b>80</b> |



|                                                                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Рак В.<br><b>ВИДИ АТАК В ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ</b>                                                                                                                              | <b>81</b> |
| Савчук О.<br><b>СЕНСОРНИЙ ЕКРАН: НАЗАД У МАЙБУТНЄ</b>                                                                                                                       | <b>82</b> |
| Савчук Х.<br><b>ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЯК<br/>ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ</b>                                                                         | <b>83</b> |
| Семчина В.<br><b>РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ<br/>КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ ВІДДІЛУ<br/>МАРКЕТИНГУ КОМПАНІЇ "КОМСЕРВІС"</b>                                                       | <b>84</b> |
| Сидій О.<br><b>ВИНИКНЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ВІРУСІВ ТА<br/>НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНІ ВІРУСИ НА СЬОГОДНІ</b>                                                                              | <b>85</b> |
| Симчак В.<br><b>ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ<br/>РОЗПІЗНАВАННЯ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ</b>                                                                                  | <b>86</b> |
| Стадник М.<br><b>РОЗРОБКА СИСТЕМИ БІОМЕТРИЧНОЇ<br/>ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ ЗА ГОЛОСОМ</b>                                                                                | <b>87</b> |
| Стандрет Т.<br><b>РЕІНЖИНІРИНГ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО<br/>ФОРМУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ<br/>ВИКЛАДАЧА З КОРЕКЦІЄЮ АПАРАТНОЇ СТРУКТУРИ<br/>ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ</b> | <b>88</b> |
| Стодола В.<br><b>СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЗБУРЕНЬ<br/>МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ</b>                                                                                                  | <b>89</b> |
| Османов Е.<br><b>ОПТИМІЗАЦІЯ ПОКРИТТЯ ПРИМІЩЕНЬ<br/>ГУРТОЖИТКУ №1 БЕЗДРОТОВОЮ МЕРЕЖЕЮ<br/>НА БАЗІ СТАНДАРТУ IEEE 802.11</b>                                                 | <b>90</b> |
| Полянко О.<br><b>ТЕХНОЛОГІЯ WI-FI</b>                                                                                                                                       | <b>91</b> |
| Владика Т.<br><b>ТЕХНОЛОГІЯ ADSL</b>                                                                                                                                        | <b>92</b> |
| Глива М.<br><b>ТЕХНОЛОГІЯ ETHERNET</b>                                                                                                                                      | <b>93</b> |
| Лисий Р.<br><b>ТЕХНОЛОГІЯ VoIP</b>                                                                                                                                          | <b>94</b> |
| Ткачук В.<br><b>ТОПОЛОГІЇ ВІДМОВОСТІЙКИХ МЕРЕЖ</b>                                                                                                                          | <b>95</b> |

|                                                                                                      |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Товкач С.<br><b>РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОГО<br/>УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ЗБОРУ ДАНИХ</b>                   | <b>96</b>  |
| Торяник А.<br><b>ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ</b>                                       | <b>97</b>  |
| Вишневецька Н.<br><b>ПРОБЛЕМИ ПОБУДОВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ</b>                                        | <b>98</b>  |
| Федик В.<br><b>РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ<br/>ДИСТАНЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ</b>        | <b>99</b>  |
| Храплива У.<br><b>ВИКОРИСТАННЯ ВЕБ – ТЕХНОЛОГІЙ<br/>У СВІТІ ПІДПРИЄМНИЦТВА</b>                       | <b>100</b> |
| Шаряк В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОРІВНЕВОЇ ЛІНІЙНО–<br/>РЕКУРЕНТНОЇ МОДЕЛІ БАЗИ ДАНИХ В БАЗИСІ ГАЛУА</b> | <b>101</b> |
| Шинкар П.<br><b>АНОНІМНІ МЕРЕЖІ ТА TIMING-АТАКИ</b>                                                  | <b>102</b> |
| Юрків М.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО<br/>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЛАТФОРМИ ANDROID</b>           | <b>103</b> |

*Секція:*

**Математика**

|                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Шуст І.<br><b>РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРИ В КІЛЬЦЕВОМУ<br/>РЕБРІ ПРЯМОКУТНОГО ПРОФІЛЮ</b> | <b>104</b> |
| Деренівська І.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ В<br/>ПОЛЯРНІЙ СИСТЕМІ КООРДИНАТ</b>      | <b>105</b> |
| Сеник Л.<br><b>КОЛИВАННЯ МАЯТНИКА ЗМІННОЇ ДОВЖИНИ</b>                              | <b>106</b> |
| Вітрук Р.<br><b>АСИМПТОТИЧНІ ФОРМУЛИ У ТЕОРІЇ ІМОВІРНОСТЕЙ</b>                     | <b>107</b> |
| Грушицький О.<br><b>ПЛОЩА ТРИКУТНИКА, ОБМЕЖЕНОГО<br/>ПРЯМОЮ І ОСЯМИ КООРДИНАТ</b>  | <b>108</b> |
| Греля Т.<br><b>ВІДСТАНЬ ВІД ТОЧКИ ДО ПРЯМОЇ У ПРОСТОРІ</b>                         | <b>109</b> |
| Вербовський С.<br><b>СПЕКТРИ ІРРАЦІОНАЛЬНИХ КВАДРАТНИХ КОРЕНІВ</b>                 | <b>110</b> |
| Семенина Н.<br><b>РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ДІРІХЛЕ ДЛЯ ЦИЛІНДРА</b>                      | <b>111</b> |

|                                                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Павлюк М.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ<br/>ФУНКЦІЙ ДО ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ</b>           | <b>112</b> |
| Штокало М.<br><b>ПРО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ РІВНЯННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ</b>                                      | <b>113</b> |
| Четверікова С.<br><b>РОЗВ'ЯЗОК ОДНІЄЇ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ<br/>ЗАДАЧІ ТА ЙОГО НАБЛИЖЕННЯ НА ВІДРІЗКУ</b>       | <b>114</b> |
| Воробець С.<br><b>РОЗВ'ЯЗОК ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ<br/>В ЗАДАЧІ ПРО ЗГИН ПРЯМОКУТНОЇ ПЛАСТИНКИ</b> | <b>115</b> |

Секція: **Математичне моделювання і механіка**

|                                                                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Бойчук А.<br><b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ<br/>ДИНАМІКИ ОБПРИСКУВАЧА</b>                                                      | <b>116</b> |
| Сеник Ю.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ КОЛИВАНЬ<br/>ДВОВИМІРНИХ ГНУЧКИХ ТІЛ ПРИ<br/>ВЗАЄМОДІЇ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ</b> | <b>117</b> |
| Хоружий М.<br><b>НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН НЕТОНКИХ<br/>АНІЗОТРОПНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК</b>                           | <b>118</b> |

Секція: **Матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій**

|                                                                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Фик А.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕФІРУ ЦЕЛЮЛОЗИ НА<br/>ВЛАСТИВОСТІ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ</b>                                   | <b>119</b> |
| Порохонько В.<br><b>ОЦІНКА ОПОРУ КРИХКОМУ РУЙНУВАННЮ<br/>ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ОБИЧАЙКИ БАЛОНА</b>                                     | <b>120</b> |
| Беднаж Б.<br><b>ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОЛІВ НА<br/>АДГЕЗІЙНУ МІЦНІСТЬ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ<br/>ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ</b> | <b>121</b> |
| Бей І.<br><b>ТЕПЛОФІЗИЧНІ ТА РЕЛАКСАЦІЙНІ<br/>ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ ПОКРИТІВ</b>                                         | <b>122</b> |
| Бобик М.<br><b>ПАСИВНИЙ БУДИНОК</b>                                                                                               | <b>123</b> |

|                                                                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Довга Н.<br><b>СТРУКТУРА, ФАЗОВИЙ СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ<br/>ДОЕВТЕКТИЧНИХ СИЛУМІНІВ ПРИ КОМПЛЕКСНІЙ<br/>ФІЗИКО-ХІМІЧНІЙ ОБРОБЦІ РОЗПЛАВУ</b>         | <b>124</b> |
| Захарків В.<br><b>ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ<br/>НАНОТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ</b>                                                                    | <b>125</b> |
| Ліб К.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ<br/>СПЛАВУ ТС6 ЗАЛЕЖНО ВІД СТРУКТУРИ В УМОВАХ<br/>СПЕЦІАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ І КОНТАКТНОЇ КОРОЗІЇ</b>     | <b>126</b> |
| Ляшенко Д.<br><b>ТЕРМІЧНА ОБРОБКА МІКРОЛЕГОВАНОГО<br/>КОМПЛЕКСОМ Sr-Sc СПЛАВУ АК7ч</b>                                                             | <b>127</b> |
| Ониськів В.<br><b>РОЗРАХУНОК БАЛОК ЗА ДОПУСТИМИМИ<br/>НАВАНТАЖЕННЯМИ (ЗА ГРАНИЧНОЮ<br/>ВАНТАЖОПІД'ЄМНІСТЮ)</b>                                     | <b>128</b> |
| Плескун Ю.<br><b>ВПЛИВ ПРИРОДИ ТА ВМІСТУ<br/>ДИСПЕРСНИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА<br/>ВЛАСТИВОСТІ ТА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ<br/>ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ</b> | <b>129</b> |
| Рибачок О.<br><b>ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛЕВИХ<br/>КАРКАСІВ ДЛЯ СЕЙСМОСТІЙКИХ БУДИНКІВ<br/>ТА СПОРУД</b>                                         | <b>130</b> |
| Силкін О.<br><b>ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА СТРУКТУРУ І<br/>ВЛАСТИВОСТІ ЛЕГОВАНИХ СПЛАВІВ <math>\text{Si}_{0.85}\text{Ge}_{0.15}</math></b>         | <b>131</b> |
| Слободян В.<br><b>МЕХАНІЗМ ДІЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ<br/>МАТЕРІАЛІВ ПРОНИКАЮЧОЇ ДІЇ</b>                                                                 | <b>132</b> |
| Грицай Ю.<br><b>СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ<br/>НАНОТЕХНОЛОГІЙ У СВІТІ</b>                                                                         | <b>133</b> |
| Тимофієв Г.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОДНОРІДНОСТІ<br/>КІНЦЕВОЇ МІКРОСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ОСЕЙ</b>                                     | <b>134</b> |
| Четверікова С.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОЇ ВАНТАЖОПІД'ЄМНОСТІ<br/>СТЕРЖНЯ, ЯКИЙ СКРУЧУЄТЬСЯ</b>                                                     | <b>135</b> |

Секція: **Машини та обладнання сільського виробництва**

|                                                                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Бица Р.<br><b>АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ<br/>КІНЕМАТИКИ ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ<br/>МЕТОДОМ ЗАМКНЕНИХ ВЕКТОРНИХ КОНТУРІВ</b>                                    | <b>136</b> |
| Бекіров А.<br><b>УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ<br/>РОТОРА МУЛЬЧУВАЧА ПОЛЬОВОГО ПН-2</b>                                                                    | <b>137</b> |
| Болюбаш Т.<br><b>РОЗРОБКА НОВОГО ПРИВОДНОГО<br/>МЕХАНІЗМУ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК<br/>КОРЕНЕПЛОДІВ РОТОРНОГО</b>                                              | <b>138</b> |
| Горник В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ НАВАНТАЖЕНОСТІ РАМИ<br/>ДВИГУНА КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ КС-6Б</b>                                                 | <b>139</b> |
| Господарський Я., Рибак Д.<br><b>РОЗКРИТТЯ СТАТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ<br/>ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ СТРУКТУР</b>                                        | <b>140</b> |
| Креденець Д.<br><b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ<br/>ПОШКОДЖЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ</b>                                                                       | <b>141</b> |
| Довбуш Т.<br><b>АНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ<br/>КРИВОШИПНО-КОРОМИСЛОВОГО МЕХАНІЗМУ</b>                                                                   | <b>142</b> |
| Довбуш Т.<br><b>АНАЛІЗ НДС РАМИ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ</b>                                                                                            | <b>143</b> |
| Довбуш Т.<br><b>РОЗКРИТТЯ СТАТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ<br/>РАМИ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ КС-6Б<br/>НАВАНТАЖЕНОЮ ПРОСТОРОВОЮ СИСТЕМОЮ СИЛ</b>                | <b>144</b> |
| Довбуш Т.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ ЗОВНІШНІХ НАВАНТАЖЕНЬ<br/>НА РАМУ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ</b>                                                               | <b>145</b> |
| Дутка А.<br><b>АНАЛІЗ РОБОТОЗДАТНОСТІ РЕДУКТОРА<br/>КОПАЧІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ</b>                                                                | <b>146</b> |
| Катрич О.<br><b>РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНОЇ<br/>РАМИ МЕТОДОМ МІНІМУМУ<br/>ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ<br/>З ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТУ MATHCAD</b> | <b>147</b> |

|                                                                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Кирик С.<br><b>ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ БУР'ЯНІВ І РОСЛИННИХ ЗАЛИШКІВ НА ГРЕБЕНІ КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ</b>              | <b>148</b> |
| Литвин П.<br><b>ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ КОРПУС ПЛУГА</b>                                                                                                 | <b>149</b> |
| Пік В.<br><b>ВИСІВНИЙ АПАРАТ ДЛЯ СІВБИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ</b>                                                                                        | <b>150</b> |
| Плішко В.<br><b>АГРЕГАТ ДЛЯ ПОСІВУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ У БОРОЗНУ</b>                                                                                  | <b>151</b> |
| Плішко І.<br><b>РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНОЇ РАМИ МЕТОДОМ ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ</b>                                                 | <b>152</b> |
| Провальний О.<br><b>АНАЛІЗ СХЕМ ПРИВОДУ ПРОСАПНИХ ФРЕЗЕРНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ</b>                                                                      | <b>153</b> |
| Романовська К.<br><b>РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНОЇ РАМИ НАВАНТАЖЕНОЇ ЗОСЕРЕДЖЕНОЮ СИЛОЮ В МЕТОДОМ МІНІМУМУ ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ</b> | <b>154</b> |
| Семянів А.<br><b>РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНОЇ РАМИ, ЗАВАНТАЖЕНОЇ РІВНОМІРНО РОЗПОДІЛЕНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ</b>                                     | <b>155</b> |
| Шуста Т.<br><b>УДОСКОНАЛЕНА КОНСТРУКЦІЯ ГРАБЛІВ-ВОРУШИЛОК</b>                                                                                      | <b>156</b> |
| Штурма В.<br><b>РОЗРАХУНОК СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНОЇ РАМИ МЕТОДОМ ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМАЦІЇ</b>                                                 | <b>157</b> |
| Цьонь О.<br><b>ПРО СТЕНД ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ РЕДУКТОРІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН</b>                                                                    | <b>158</b> |

*Секція:* **Машинобудування**

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Бесага В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІБРОІЗОЛЯТОРІВ ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ</b> | <b>159</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

|                                                                                                                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Гульоватий С.<br><b>СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ СПІРАЛЕЙ<br/>ШНЕКІВ З ПІДСИЛЕНОЮ ОСНОВОЮ</b>                                                                                       | <b>160</b> |
| Тихоліз В.<br><b>БАГАТОШПІНДЕЛЬНА ГОЛОВКА<br/>ДЛЯ ОБРОБКИ ОТВОРІВ</b>                                                                                                      | <b>161</b> |
| Вільчик М.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА<br/>ВИКОРИСТАННЯ ГАЙКИ ПРУЖНОЇ СПІРАЛЬНОЇ</b>                                                                                  | <b>162</b> |
| Євтодій Ю.<br><b>АНАЛІЗ РОБОТИ ГВИНТОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ<br/>ІЗ ЗМІННОЮ ТРАЄКТОРІЄЮ РУХУ ВАНТАЖУ</b>                                                                         | <b>163</b> |
| Мазура Ю.<br><b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ РУХУ<br/>МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ КОЗЛОВОГО КРАНА</b>                                                                             | <b>164</b> |
| Сачик А.<br><b>АНАЛІЗ МОЛОТИЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ<br/>ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ</b>                                                                                              | <b>165</b> |
| Пирогов О.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ<br/>ОПЕРАЦІЙ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ<br/>ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ОБСЛУГОВУВАННЯ<br/>ЕЛЕВАТОРІВ ТА ЗЕРНОВИХ СХОВИЩ</b> | <b>166</b> |
| Ричанчик А.<br><b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ<br/>ФУНКЦІОНУВАННЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО<br/>ЗГОРЯННЯ З РЕГУЛЯТОРОМ ПАЛИВОПОДАЧІ<br/>ТРЕЛЮВАЛЬНИХ МАШИН</b>                       | <b>167</b> |
| Попов В.<br><b>СЕПАРАТОР ПОДРІБНЕНОЇ ДЕРЕВНОЇ СИРОВИНИ</b>                                                                                                                 | <b>168</b> |
| Бесага В.<br><b>АЛМАЗНЕ ВИГАЛАДЖУВАННЯ ШИЙОК<br/>КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ, ЯК МЕТОД<br/>ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДВИГУНА<br/>ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ</b>                                  | <b>169</b> |
| Банах О.<br><b>МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ ВІБРАЦІЙ ПРИ ШЛІФУВАННІ</b>                                                                                                                | <b>170</b> |
| Бесага В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИЛИ ПРИТИСКАННЯ<br/>ІНСТРУМЕНТУ ПІД ЧАС АЛМАЗНОГО<br/>ВИГАЛАДЖУВАННЯ НА ШОРСТКІСТЬ<br/>ОБРОБЛЮВАНОЇ ПОВЕРХНІ</b>                       | <b>171</b> |

|                                                                                                                                                   |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Бица Р.<br><b>МЕТОДИКА СТАТИСТИЧНОЇ<br/>ОЦІНКИ ВПЛИВУ ПОАДЧІ НА<br/>ШОРСТКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ<br/>ТОРЦЕВИМ ФРЕЗЕРУВАННЯМ</b>                 | <b>172</b> |
| Босюк П.<br><b>СПОСІБ ФОРМУВАННЯ РІЗИ У<br/>ПУСТОТІЛИХ ЗАГОТОВКАХ</b>                                                                             | <b>173</b> |
| Васевич О.<br><b>КЕРУВАННЯ ПЕРЕНОСОМ МЕТАЛУ В<br/>АКТИВНИХ ЗАХИСНИХ ГАЗАХ</b>                                                                     | <b>174</b> |
| Вашук В.<br><b>КОНТРОЛЬ СИСТЕМИ МАЩЕННЯ З<br/>МІНІМАЛЬНОЮ ДОЗОЮ МАСТИЛЬНОЇ РІДИНИ</b>                                                             | <b>175</b> |
| Велігорський Б.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ<br/>ХАРАКТЕРИСТИК ЗВАРЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ<br/>ПРИ РУЧНОМУ ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ</b>                     | <b>176</b> |
| Вознюк С.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВИХ<br/>ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ<br/>ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ<br/>ТОНКОСТІННИХ ЗАГОТОВОК НА<br/>МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ</b> | <b>177</b> |
| Волошин М.<br><b>ФОРМОУТВОРЕННЯ ВНУТРІШНІХ<br/>СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ</b>                                                                            | <b>178</b> |
| Гаврилюк В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО<br/>ПОЛЯ В ЗОНІ НАПЛАВЛЕННЯ</b>                                                                      | <b>179</b> |
| Галан А.<br><b>ТОЧНІСТЬ ОБРОБЛЕННЯ ТОРЦЕВИХ<br/>СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ</b>                                                                           | <b>180</b> |
| Герасимчук А.<br><b>МУФТА З РАДІАЛЬНИМИ<br/>ПІДКОВОПОДІБНИМИ ПРУЖИНАМИ</b>                                                                        | <b>181</b> |
| Главацький О.<br><b>ЗАГАЛЬНИЙ ПРИНЦИП РОБОТИ<br/>ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСУ</b>                                                              | <b>182</b> |
| Головатий С.<br><b>СПОСОБИ ЗМЕНШЕННЯ<br/>ЗВАРЮВАЛЬНИХ НАПРУЖЕНЬ</b>                                                                               | <b>183</b> |



|                                                                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Гупка А.<br><b>СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ ТОЧОК<br/>ВЗАЄМОПЕРЕХОДУ ПРОЦЕСІВ ОКИСЛЕННЯ-<br/>МЕТАЛОПЛАКУВАННЯ</b>                            | <b>184</b> |
| Гуриш В.<br><b>ОПТИМІЗАЦІЯ БАГАТОІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ<br/>ОПЕРАЦІЇ В УМОВАХ БАГАТОНОМЕНКЛАТУРНОГО<br/>ВИРОБНИЦТВА</b>                           | <b>185</b> |
| Гуцало В.<br><b>МЕТОДИ КЕРУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОЮ ДУГОЮ</b>                                                                                     | <b>186</b> |
| Дмитрів М.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ГНУЧКОСТІ ТОКАРНИХ<br/>ВЕРСТАТІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ<br/>ШИРОКОУНІВЕРСАЛЬНИХ ЗАТИСКНИХ ПАТРОНІВ</b>         | <b>187</b> |
| Жук В.<br><b>ВИБІР СПОСОБІВ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС</b>                                                                                         | <b>188</b> |
| Залуцький С.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИЧНИХ СИЛОВИХ<br/>ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРОМЕХАНІЧНИХ<br/>ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАТИСКНИХ ПАТРОНІВ</b>              | <b>189</b> |
| Іванко В.<br><b>МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ<br/>СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК<br/>ПЛУНЖЕРНИХ ТОКАРНИХ ПАТРОНІВ<br/>З КОМПЕНСАТОРАМИ ВІДЦЕНТРОВИХ СИЛ</b> | <b>190</b> |
| Іванушко Б.<br><b>МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО<br/>СТАНУ ШНЕКІВ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS</b>                                           | <b>191</b> |
| Кадиляк В.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ КОНТАКТНИХ<br/>НАПРУГ В РК-ПРОФІЛЬНИХ З'ЄДНАННЯХ</b>                                                | <b>192</b> |
| Капаціла Б.<br><b>АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ<br/>ПРОЦЕСІВ ВІБРОАБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ</b>                                                  | <b>193</b> |
| Кирик С.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ<br/>ВИСОКОШВИДКІСНОГО ТОЧІННЯ РІЗУЧИМ<br/>ІНСТРУМЕНТОМ З МІНЕРАЛОКЕРАМІКОЮ</b>                              | <b>194</b> |
| Кирик С.<br><b>ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВИБОРУ<br/>МІНЕРАЛОКЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ<br/>ВИГОТОВЛЕННЯ РІЗУЧИХ ІНСТРУМЕНТІВ</b>            | <b>195</b> |

|                                                                                                                                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Клендій В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ БАЗУВАННЯ ДЛЯ<br/>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ОТВОРІВ</b>                                                                                      | <b>196</b> |
| Клепцьо Ю.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ<br/>ТИСКУ В ПАРОГЕНЕРАТОРІ</b>                                                                                                       | <b>197</b> |
| Кметь І.<br><b>КЛАСИФІКАЦІЯ ОСНОВНИХ СПОСОБІВ<br/>ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС</b>                                                                                                             | <b>198</b> |
| Корніцький Н.<br><b>ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИ<br/>ТЕХНІЧНОМУ ОБҐРУНТУВАННЯ<br/>ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ</b>                                                                                   | <b>199</b> |
| Костюкович Р.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ<br/>ЗВАРЮВАННЯ ПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ В<br/>ВУГЛЕКИСЛОМУ ГАЗІ НА ГЕОМЕТРИЧНІ РОЗМІРИ І<br/>ФОРМУ ЗВАРНОГО ШВА ТА ЙОГО ЯКІСТЬ</b> | <b>200</b> |
| Кубів Т.<br><b>БАГАТОШПІНДЕЛЬНА ГОЛОВКА<br/>ДЛЯ ОБРОБКИ ОТВОРІВ</b>                                                                                                                   | <b>201</b> |
| Кулик Я.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗНОШЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ</b>                                                                                                                           | <b>202</b> |
| Кутрань О.<br><b>ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ<br/>ОДНОШПІНДЕЛЬНИХ ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ<br/>В УМОВАХ ГНУЧКИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ</b>                                                            | <b>203</b> |
| Кучвара І.<br><b>ЗАЛИШКОВІ НАПРУЖЕННЯ В ГВИНТОВИХ<br/>ЗАГОТОВКАХ ПРИ НАВИВАННІ НА ОПРАВУ</b>                                                                                          | <b>204</b> |
| Луцький О.<br><b>ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПАДКОВОСТІ НА<br/>ЯКІСТЬ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН</b>                                                                                    | <b>205</b> |
| Луцький О.<br><b>ВПЛИВ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОБРОБЛЮВАНОВОГО<br/>МАТЕРІАЛУ НА ПРОЦЕС СТРУЖКОУТВОРЕННЯ</b>                                                                                      | <b>206</b> |
| Лучка В.<br><b>ПРОГНОЗУВАННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ<br/>ОБРОБКИ НА ТОКАРНИХ АВТОМАТАХ</b>                                                                                             | <b>207</b> |
| Мадараш М., Погорілець І.<br><b>ОПТИМАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ<br/>АДСОРБЦІЇ РОСЛИННИХ ОЛІЙ</b>                                                                                       | <b>208</b> |

|                                                                                                                                                     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Орлова О.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТІКАННЯ СИПУЧОГО<br/>МАТЕРІАЛУ В БУНКЕРНОМУ ЖИВИЛЬНИКУ</b>                                                           | <b>209</b> |
| Островський В., Козбур І.<br><b>МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК<br/>АВТОМАТИЧНИХ ПРИВОДІВ КРОКУЮЧИХ ШАСІ</b>                                   | <b>210</b> |
| Порохонько В.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ<br/>НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ<br/>ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ</b>                              | <b>211</b> |
| Приступа С.<br><b>ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ЯКІСНІ<br/>ПОКАЗНИКИ ЗМІЦНЮВАЛЬНО-ВИГЛАДЖУВАЛЬНИХ<br/>ОПЕРАЦІЙ В МАШИНОБУДУВАННІ</b>                  | <b>212</b> |
| Пронкевич М.<br><b>РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ<br/>ПОКАЗНИКІВ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ВАЛ-ШЕСТЕРНІ<br/>ПРОХІДНМ РІЗЦЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЕОМ</b>              | <b>213</b> |
| Радик М.<br><b>ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ<br/>ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК</b>                                                                     | <b>214</b> |
| Ревіцький І.<br><b>ДОСЛІДЖЕННІ ТОЧНОСТІ ПОДАЧ<br/>ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА<br/>МОДЕЛІ 16К20 В ІМОВІРНІСНОМУ АСПЕКТІ</b>                       | <b>215</b> |
| Ревіцький І.<br><b>УСТАНОВКА ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ НА КРОК<br/>РІЗНОПРОФІЛЬНИХ ГВИНТО-ВИХ ЗАГОТОВОК НА<br/>ОСНОВІ УНІФІКОВАНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ</b> | <b>216</b> |
| Романовська К.<br><b>НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ РОБОЧИХ<br/>ОРГАНІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН</b>                                                               | <b>217</b> |
| Саньоцький А.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ<br/>СУХАРНИХ СИНХРОННИХ КАРДАННИХ<br/>ШАРНІРІВ В ПРИВОДАХ ТРАНСМІСІЙ</b>                               | <b>218</b> |
| Семеген В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОТИ<br/>НА ЯКІСТЬ ОБРОБКИ ПРИ ТОЧІННІ</b>                                                                   | <b>219</b> |
| Скрипник О.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОПОР КОЧЕННЯ ТА<br/>ВАЛІВ КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ ВЕРСТАТА мод. 16К20Т1</b>                                     | <b>220</b> |

|                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Теслюк Р.<br><b>УСТАНОВКИ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ<br/>ТА ДРІБНОДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ</b>                       | <b>221</b> |
| Глуховецька О.<br><b>ВПЛИВ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ<br/>РЕЖИМУ ЗВАРЮВАННЯ НА<br/>ХАРАКТЕРИСТИКУ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ</b> | <b>222</b> |
| Чанчін А.<br><b>ВІБРОДІАГНОСТИКА УШКОДЖЕНЬ<br/>ПЛАНЕТАРНИХ КОЛІСНИХ РЕДУКТОРІВ<br/>ТРОЛЕЙБУСІВ</b>                | <b>223</b> |
| Чепига В.<br><b>ФАКТИЧНІ І ПЕРСПЕКТИВНІ РЕЖИМИ<br/>НАВАНТАЖЕННЯ ГОЛОВНОГО ПРИВОДУ ВЕРСТАТІВ</b>                   | <b>224</b> |
| Штацький С.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ БАЗИ ДАНИХ<br/>«МОДУЛІ АВТОМАТИЧНОЇ ЗАМІНИ ІНСТРУМЕНТУ»</b>                | <b>225</b> |
| Гурик О.<br><b>КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ ТА<br/>ПОТЕНЦІАЛ НАНОТЕХНОЛОГІЙ</b>                                                | <b>226</b> |
| Стрільчук В.<br><b>ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ<br/>ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК</b>               | <b>227</b> |
| Стасишин Ю.<br><b>ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА<br/>ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ АВТОМАТАХ</b>                                    | <b>228</b> |
| Дерій Б.<br><b>АВТОМАТИЗАЦІЯ ГОЛОВНОГО<br/>ПРИВОДУ СПЕЦІАЛЬНИХ ТОКАРНИХ І<br/>ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИХ ВЕРСТАТІВ</b>  | <b>229</b> |

Секція:

Електротехніка, електроніка та світлотехніка

|                                                                                                                                         |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Душка Д.<br><b>ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС<br/>ДЛЯ ПІДБОРУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ФАРБИ<br/>ТА ЇЇ ПРИГОТУВАННЯ</b>                              | <b>230</b> |
| Перекопайко Ю.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ<br/>ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА СВІТЛОТЕХНІЧНИХ<br/>ПАРАМЕТРІВ ГОНІОФОТОМЕТРИЧНИХ УСТАНОВОК</b> | <b>231</b> |

|                                                                                                                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Бабій І.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ<br/>ПУСКОВИХ РЕЖИМІВ АСИНХРОННИХ ТА<br/>СИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ШЛЯХОМ<br/>КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ</b> | <b>232</b> |
| Бикова А.<br><b>ІНДИВІДУАЛЬНЕ ОПАЛЕННЯ В<br/>ІСНУЮЧИХ БУДІВЛЯХ: НОРМАТИВНА<br/>БАЗА, ПРОБЛЕМИ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ</b>                                               | <b>233</b> |
| Біганська Л.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ<br/>ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТІ</b>                                                              | <b>234</b> |
| Богущька Н.<br><b>ВИБІР МЕТОДІВ ЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ<br/>ДВИГУНІВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ</b>                                                                | <b>235</b> |
| Бурдинюк Л.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ТРИВАЛОСТІ<br/>СВІТІННЯ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП</b>                                                                                     | <b>236</b> |
| Буяк Н., Іщенко К.<br><b>ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ<br/>ГУРТОЖИТКУ НА ОСНОВІ<br/>ЕКСЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ</b>                                                     | <b>237</b> |
| Вацків В., Сачик В.<br><b>ВПЛИВ КОЛИВАНЬ НАПРУГИ МЕРЕЖІ НА<br/>РЕСУРСООБ'ЄКТИВНІСТЬ ІСНУЮЧИХ<br/>ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ З ЛАМПАМИ ДНАТ</b>                         | <b>238</b> |
| Ваць Д.<br><b>ВИМІРЮВАЛЬНІ ТРАНСФОРМАТОРИ<br/>СТРУМУ НА ДВОХ ОСЕРДЯХ</b>                                                                                         | <b>239</b> |
| Власік С.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ<br/>СВІТЛОВОГО ПОТОКУ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ<br/>ДЖЕРЕЛ СВІТЛА</b>                                                   | <b>240</b> |
| Вовк М.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ<br/>ФУНКЦІОНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ МАЛОЇ<br/>ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ</b>                                                            | <b>241</b> |
| Габік Е.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ<br/>НАПРУГИ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ ПРИЙМАЧІВ<br/>ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СТРУМАМИ<br/>ПІДВИЩЕНОЇ ЧАСТОТИ</b>                              | <b>242</b> |

|                                                                                                                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Гаврилишин В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І<br/>КОНКУРЕНТНОЗДАТНОСТІ ІНФРАЧЕРВОНОГО<br/>ОБІГРІВУ ПРОМИСЛОВИХ І ЖИТЛОВИХ<br/>БУДІВЕЛЬ НА РИНКУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ</b> | <b>243</b> |
| Гнатович М., Дубчук Н.<br><b>ЕНЕРГООЩАДНЕ ОПРОМІНЕННЯ<br/>ВУЗЬКОСТЕЛАЖНИХ БАГАТОЯРУСНИХ ТЕПЛИЦЬ</b>                                                                        | <b>244</b> |
| Дехтяр І.<br><b>ВИМІРЮВАННЯ СВІЛОТЕХНІЧНИХ<br/>ХАРАКТЕРИСТИК СВІТНИХ ПОВЕРХОНЬ З<br/>ДОПОМОГОЮ ФОТОКАМЕР З МАТРИЧНИМИ<br/>ОПТИЧНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ</b>                    | <b>245</b> |
| Івоса. О.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І<br/>КОНКУРЕНТНОЗДАТНОСТІ ДАХОВИХ<br/>КОТЕЛЕНЬ НА РИНКУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ</b>                                                | <b>246</b> |
| Ічанський С.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ<br/>ОСВІТЛЕННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ТУНЕЛІВ</b>                                                                                     | <b>247</b> |
| Іщик О.<br><b>ВІДКРИТІ СИСТЕМИ ЗБОРУ НИЗЬКО<br/>ПОТЕНЦІАЛЬНОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ҐРУНТУ</b>                                                                                  | <b>248</b> |
| Калинюк С.<br><b>РОЗРОБКА МАЛОГАБАРИТНОГО ПРИЛАДУ<br/>МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ</b>                                                                         | <b>249</b> |
| Кендзерська М.<br><b>ВПЛИВ ГЛИБОКОЇ НЕСИМЕТРІЇ МЕРЕЖІ<br/>НА РОБОТУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ</b>                                                                               | <b>250</b> |
| Кислиця Т.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ<br/>ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ<br/>«ФОТОБАТАРЕЯ – НАВАНТАЖЕННЯ»</b>                                                                    | <b>251</b> |
| Кіндзерський Т.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ<br/>АКУМУЛЮВАННЯ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ<br/>ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ ТА ВІТРУ В<br/>АВТОНОМНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ</b>                 | <b>252</b> |
| Кічаєва О.<br><b>ОПТИМІЗАЦІЯ МІСЦЬ РОЗМИКАННЯ<br/>КОНТУРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З<br/>РІЗНИМИ НОМІНАЛЬНИМИ НАПРУГАМИ</b>                                                      | <b>253</b> |

|                                                                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Когут Ж.<br><b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВИДУ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ</b>                                                          | <b>254</b> |
| Козбур І.<br><b>ПРИСТРОЇ ЗАХИСНОГО ВІДКЛЮЧЕННЯ</b>                                                                                                         | <b>255</b> |
| Кондратенко М.<br><b>ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ ТА НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ЕНЕРГІЇ ҐРУНТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ</b> | <b>256</b> |
| Короткий В.<br><b>ПРОЕКТИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТИПОВИХ БУДІВЕЛЬ</b>                                                                             | <b>257</b> |
| Коцюрко Р.<br><b>ВІРТУАЛЬНИЙ КОМП'ЮТЕРНИЙ КОМПЛЕКС З «ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ»</b>                                                                               | <b>258</b> |
| Криса А.<br><b>АНАЛІЗ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ЇХ ОСВІТЛЕННЯ</b>                                                              | <b>259</b> |
| Кулик О.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЧЕРЕЗ КЕРУВАННЯ ПОКАЗНИКАМИ:ПРОВІД НАПРУГИ;ІМПУЛЬСНА НАПРУГА</b>                   | <b>260</b> |
| Кучер А.<br><b>ОБЛІК ТЕПЛОЕНЕРГІЇ В БАГАТО КВАРТИРНИХ БУДИНКАХ</b>                                                                                         | <b>261</b> |
| Лазарук О.<br><b>РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОТОРА З УРАХУВАННЯМ АЕРОДИНАМІКИ ПОВЕРХНІ</b>                                                               | <b>262</b> |
| Лецько А.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАЛИХ ГЕС НА РЕЖИМИ РОБОТИ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ ТА РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ</b>                                        | <b>263</b> |
| Личак В.<br><b>ТАРИФНА ПОЛІТИКА З ТОЧКИ ЗОРУ ОКУПНОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ СВІЛОТЕХНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ</b>                                                          | <b>264</b> |
| Мазярок П.<br><b>ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АСИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ МАЛИХ І МІКРО ГЕС</b>                                                                | <b>265</b> |

|                                                                                                                                                   |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Наконечна С.<br><b>АНАЛІЗ ВПЛИВУ РОБОТИ ПРИСТРОЇВ<br/>КОНТАКТНОЇ ЗВАРКИ НА ПАРАМЕТРИ<br/>НАПРУГИ МЕРЕЖІ</b>                                       | <b>266</b> |
| Пекний Я.<br><b>АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧНОЇ<br/>КОМПЕНСАЦІЇ МУЛЬТИПЛІКАТИВНИХ<br/>ПОХИБОК У МАСШТАБУЮЧИХ ПЕРВИННИХ<br/>ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ</b> | <b>267</b> |
| Поліщук В.<br><b>«ЯКІСТЬ ВТРАЧАЄТЬСЯ НА<br/>ОСТАННІЙ СХОДИНЦІ»</b>                                                                                | <b>268</b> |
| Санагурська К.<br><b>ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ<br/>ДВИГУНІВ СТРІЛІНГА ДЛЯ<br/>ПЕРЕТВОРЕННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ<br/>ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В ІНШІ ВИДИ</b> | <b>269</b> |
| Сенчишин І.<br><b>ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНІ СВІТЛОСИГНАЛЬНІ<br/>ВОГНІ ДЛЯ РОЗМІТКИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ</b>                                                 | <b>270</b> |
| Сивак Н.<br><b>ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЛАНОК<br/>НАВАНТАЖЕННЯ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ 110 кВ</b>                                                   | <b>271</b> |
| Сідорський О.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ<br/>СИСТЕМ ПРОМЕНЕВОГО ОПАЛЕННЯ<br/>ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ</b>                                    | <b>272</b> |
| Сімаков О.<br><b>ЗАСОБИ ЕЛЕКТРОНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ ПОХИБОК У<br/>ВИСОКОВОЛЬТНИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ СТРУМУ</b>                                            | <b>273</b> |
| Сітка Н.<br><b>ЛАБОРАТОРНИЙ МАКЕТ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ<br/>РЕЖИМІВ РОБОТИ АКТИВНОГО ЕЛЕМЕНТА<br/>ВЧ ГЕНЕРАТОРА</b>                                     | <b>274</b> |
| Скляню А., Кучер А.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГЕЛІОУСТАНОВКИ<br/>ДЛЯ СПІЛЬНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТА<br/>ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ</b>                    | <b>275</b> |
| Скляню А.<br><b>ВРАХУВАННЯ РІВНЯ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ<br/>СПОЖИВАЧІВ ПРИ РОЗРАХУНКАХ ЗА ТЕПЛОВУ<br/>ЕНЕРГІЮ</b>                                    | <b>276</b> |



|                                                                                                                                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Скрипник О.<br><b>РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ<br/>ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО УПРАВЛІННЯ<br/>АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ</b>                  | <b>277</b> |
| Сльозко Л.<br><b>ЕФЕКТИВНІСТЬ КОНЦЕНТРАТОРІВ<br/>ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ</b>                                                             | <b>278</b> |
| Смірнов М.<br><b>ВПЛИВ ВІДХИЛЕНЬ ТА КОЛИВАНЬ<br/>НАПРУГИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ<br/>ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ</b>                        | <b>279</b> |
| Сокульська Г.<br><b>ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ РОБОТИ АСИНХРОННИХ<br/>ДВИГУНІВ ПРИ НЕСИНУСОЇДАЛЬНІЙ І<br/>НЕСИМЕТРИЧНІЙ НАПРУЗІ</b>          | <b>280</b> |
| Стрембіцький В.<br><b>АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ<br/>ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ</b>                                                        | <b>281</b> |
| Тиводар І.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ<br/>СИСТЕМ ТЕПЛО- ТА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ<br/>БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ</b> | <b>282</b> |
| Томин Ю.<br><b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ<br/>РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРООБРОБКИ СТІЧНИХ<br/>ВОД ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ПТАХОФАБРИКИ</b>              | <b>283</b> |
| Фабіровський С.<br><b>ПРОСТИЙ СПОСІБ ОНОВЛЕННЯ<br/>УЧБОВИХ ЛАБОРАТОРІЙ</b>                                                          | <b>284</b> |
| Федишин Т.<br><b>АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ<br/>ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ НА<br/>ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ</b>                                     | <b>285</b> |
| Хомик Т.<br><b>АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ<br/>ХАРАКТЕРИСТИК КОМПАКТНИХ<br/>ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП, ЩО<br/>ЗНАХОДЯТЬСЯ НА РИНКУ УКРАЇНИ</b>    | <b>286</b> |
| Цимбаліста І.<br><b>РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ<br/>ОЦІНЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІСКРІННЯ В<br/>ІНДУКТИВНО-ЄМНІСНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ</b>    | <b>287</b> |

|                                                                                                                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Шевченко М.<br><b>АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ХАРАКТЕРИСТИК<br/>СВІТЛОВОГО ПОЛЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНОГО<br/>ПРОСТОРУ ТРЕНУВАЛЬНИХ ФУТБОЛЬНИХ<br/>СТАДІОНІВ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b> | <b>288</b> |
| Шупеня А.<br><b>АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ<br/>ПОТУЖНОСТІ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ<br/>З НЕЛІНІЙНИМИ НАВАНТАЖЕННЯМИ</b>                             | <b>289</b> |
| Яніцький М.<br><b>МОДЕЛЬ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО<br/>ТРАНСФОРМАТОРА НАПРУГИ</b>                                                                                     | <b>290</b> |
| Янішевська С.<br><b>ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ОЦІНКИ<br/>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА З ТОЧКИ<br/>ЗОРУ ВАРТОСТІ ОДИНИЦІ СВІТЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ</b>                  | <b>291</b> |

*Секція:*

**Радіoeлектронні біотехнічні системи.**

|                                                                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Мочарський В.<br><b>МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ<br/>ПРОЦЕСІВ ПРИ ОБРОБЦІ МАТЕРІАЛІВ<br/>ДЛЯ ЗУБНИХ ПРОТЕЗІВ НАНОСЕКУНДНИМ<br/>ЛАЗЕРНИМ ІМПУЛЬСОМ</b> | <b>292</b> |
| Береговий Р.<br><b>СПОСІБ БЕЗІНЄКТИВНОЇ<br/>АНЕСТЕЗІЇ В СТОМАТОЛОГІЇ</b>                                                                      | <b>293</b> |
| Берестовський В.<br><b>ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛУ<br/>ПРИ ФІЗИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ</b>                                              | <b>294</b> |
| Никитюк В., Олексів В.<br><b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ<br/>ЕЛЕКТРОГАСТРОЕНТЕРОСИГНАЛУ</b>                                                            | <b>295</b> |
| Паляниця Ю.<br><b>СПОСІБ ВИДІЛЕННЯ АКУСТИЧНОГО<br/>СИГНАЛУ НА ТЛІ ЗАВАД</b>                                                                   | <b>296</b> |
| Паляниця Ю.<br><b>РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ОПТИЧНОЇ<br/>СИСТЕМИ СПЕКТРАЛЬНОГО ТЕПЛОВІЗОРА</b>                                               | <b>297</b> |
| Радь С., Бурдаш С.<br><b>СПЕКТРАЛЬНИЙ МЕТОД РЕЄСТРАЦІЇ<br/>ТЕПЛОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВІД БІООБ'ЄКТА</b>                                        | <b>298</b> |

|                                                                                                                                                   |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Свередюк М., Паляниця Ю.<br><b>ЛАЗЕРНИЙ РЕЄСТРАТОР СКОРОЧЕНЬ<br/>ТКАНИН БІООБ'ЄКТА В ЛАБОРАТОРНІЙ ПРАКТИЦІ</b>                                    | <b>299</b> |
| Яськів Р.<br><b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОМІОСИГНАЛУ<br/>У ВИГЛЯДІ ПЕРІОДИЧНО КОРЕЛЬОВАНОГО<br/>ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ</b>                           | <b>300</b> |
| Яськів А.<br><b>ІМПУЛЬСНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ<br/>З КОРЕКТОРОМ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ</b>                                                            | <b>301</b> |
| Аблязов С.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ДІАГНОСТИКИ<br/>ІШЕМІЧНОЇ ХВОРОБИ СЕРЦЯ В АВТОМАТИЗОВАНИХ<br/>ДІАГНОСТИЧНИХ КАРДІОСИСТЕМАХ</b>          | <b>302</b> |
| Антонов М.<br><b>ВИВЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ<br/>ПОЛІАМІДІВ У ДИХАЛЬНИХ КОНТУРАХ<br/>АПАРАТІВ ШТУЧНОГО ДИХАННЯ</b>                          | <b>303</b> |
| Гавришко О.<br><b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ<br/>ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ</b>                                                                    | <b>304</b> |
| Грушевець М.<br><b>РЕКОНСТРУКЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ В<br/>ЕЛЕКТРОІМПЕДАНСНІЙ ТОМОГРАФІЇ</b>                                                                | <b>305</b> |
| Карпюк Р.<br><b>МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ<br/>РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗОБРАЖЕНЬ</b>                                                                         | <b>306</b> |
| Корецька О.<br><b>ОЦІНКА ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ВИМІРЮВАЛЬНОГО<br/>ТРАКТУ ЕРГ ДЛЯ ПОБУДОВИ ПРОТОТИПУ<br/>ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ</b> | <b>307</b> |
| Лапшинська Л.<br><b>ОЗНАКИ ПРОТОТИПУ ЕКСПЕРТНОЇ<br/>ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ<br/>ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ НЕЙРОТОКСИКАЦІЇ ЛЮДИНИ</b>          | <b>308</b> |
| Стоянов Ю.<br><b>ВИБІР ПАРАМЕТРІВ СПЕКТРАЛЬНОГО<br/>АНАЛІЗУ БІОСИГНАЛІВ</b>                                                                       | <b>309</b> |
| Юзва Ю.<br><b>ОПТИМАЛЬНИЙ МЕТОД СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ<br/>ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ЛЮДИНИ</b>                                             | <b>310</b> |

Секція:

Приладобудування

|                                                                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Ваврух І.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІЧНИХ<br/>ХАРАКТЕРИСТИК ОПТОПАРИ НА ТОЧНІСТЬ<br/>ВИМІРЮВАНЬ ПРИСТРОЮ ДЛЯ<br/>КОНТРОЛЮ ТОВЩИНИ ГУМОВИХ УЩІЛЬНЕНЬ</b> | <b>311</b> |
| Вовк В.<br><b>РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ<br/>ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО ПРИСТРОЮ<br/>НА ОСНОВІ КРОКОВИХ ДВИГУНІВ ТИПУ ДБМ</b>                                      | <b>312</b> |
| Гавриш Р.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПОХИБОК<br/>НАВЕДЕННЯ ОПОРНО-ПОВОРОТНИХ<br/>ПРИСТРОЇВ АНТЕННИХ СИСТЕМ</b>                                            | <b>313</b> |
| Гнатишин А.<br><b>УСТАНОВКА ДЛЯ КОНТРОЛЮ<br/>ДІАМЕТРУ КУЛЬОК ПІДШИПНИКА</b>                                                                                | <b>314</b> |
| Кирич Т.<br><b>АНАЛІЗ ПОХИБКИ КУТА ПОВОРОТУ<br/>ООП АНТЕНИ АС-3</b>                                                                                        | <b>315</b> |
| Кир'янчук І.<br><b>РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ<br/>ТОЧНОСТІ ПРИЛАДУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ<br/>РОЗМІРІВ КОНІЧНИХ ОТВОРІВ</b>                                          | <b>316</b> |
| Кусий Ю.<br><b>РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ<br/>ОПОРНО-ПОВОРОТНИМ ПРИСТРОЄМ<br/>ДЛЯ ОРІЄНТАЦІЇ СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ</b>                                          | <b>317</b> |
| Малюта М.<br><b>ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РОЗМІРІВ<br/>ДЕТАЛЕЙ ІЗ НИЗЬКОМОДУЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ</b>                                                              | <b>318</b> |
| Наконечна Л., Керенцева О.<br><b>МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ<br/>ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b>                                                                              | <b>319</b> |
| Перун О.<br><b>ПОБУДОВА УЗГОДЖЕНОГО<br/>ФІЛЬТРУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ<br/>КОМПЛЕКСУ "СПАЙК-ХВИЛЯ"<br/>ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМИ</b>                                     | <b>320</b> |

|                                                                                                                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Питляр Л.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК<br/>ДАТЧИКА В УСТАНОВКАХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ<br/>ПОВЗУЧОСТІ ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВОК ПІД ДІЄЮ<br/>НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b> | <b>321</b> |
| Рудяк О.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІАЛЬНОГО БИТТЯ<br/>ГАЛЬМІВНОГО БАРАБАНА</b>                                                                                     | <b>322</b> |

Секція:

**Фізика**

|                                                                                                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Бахуринський О.<br><b>НОВІТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОСМІЧНОГО<br/>ПРОСТОРУ З ДОПОМОГОЮ ОРБІТАЛЬНИХ<br/>ОБСЕРВАТОРІЙ</b>                                              | <b>323</b> |
| Полудняк О.<br><b>ОТРИМАННЯ ZNS ДЛЯ ОПТОЕЛЕКТРОНІКИ<br/>МЕТОДОМ ГАЗОВОГО ТРАНСПОРТУ</b>                                                                     | <b>324</b> |
| Бачинський Т.<br><b>ФІЗИКА ФЕНОМЕНУ AURORA BOREALIS</b>                                                                                                     | <b>325</b> |
| Гудований І., Дунець Б., Мудрий І.<br><b>РАДІАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ<br/>МІКРОРАЙОНУ "ЦЕНТР"</b>                                                                 | <b>326</b> |
| Барановська Т.<br><b>ОСОБИСТІСНА ОРІЄНТАЦІЯ ЯК МЕХАНІЗМ<br/>ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЕТЕНТНІСНОГО<br/>ПІДХОДУ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИЦІ</b>                         | <b>327</b> |
| Ващук Н.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ РОЗСІЯННЯ НОСІЇВ ЗАРЯДУ<br/>В ОДНОВІСНО ДЕФОРМОВАНИХ КРИСТАЛАХ<br/>КРЕМНІЮ ТА ГЕРМАНІЮ З<br/>ГЛИБОКИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ РІВНЯМИ</b> | <b>328</b> |
| Домбровський Т.<br><b>ЕЛЕКТРООПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ</b>                                                                                                          | <b>329</b> |
| Дьока Т.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ ДАХОВИХ КОТЕЛЕНЬ<br/>В ЯКОСТІ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ</b>                                                                        | <b>330</b> |
| Зубрик Л., Прудивус А., Безверхна Н.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ<br/>СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ЗАХВОРЮВАННЯХ</b>                                         | <b>331</b> |

|                                                                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Кадира О., Чолка О.<br><b>АКУСТИЧНИЙ ЕФЕКТ ДОПЛЕРА В МЕДИЦИНІ</b>                                                                                              | <b>332</b> |
| Клименко О.<br><b>МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ<br/>ОБ'ЄМНОЇ І ПОВЕРХНЕВОЇ<br/>ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ<br/>СТРУКТУР НА ОСНОВІ PbI<sub>2</sub></b>                             | <b>333</b> |
| Клименко О.<br><b>РІВЕНЬ ФЕРМІ В n-ГЕРМАНІЇ ПРИ<br/>НАЯВНОСТІ ГЛИБОКИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ<br/>РІВНІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО І РАДІАЦІЙНОГО<br/>ПОХОДЖЕННЯ</b>                | <b>334</b> |
| Коваль Л.В.<br><b>ВПЛИВ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ НА<br/>КІНЕТИЧНІ ЕФЕКТИ В МОНОКРИСТАЛАХ<br/>АНТИМОНІДУ КАДМІЮ</b>                                                      | <b>335</b> |
| Козбур І.<br><b>КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ ТА<br/>ПОТЕНЦІАЛ НАНОТЕХНОЛОГІЙ</b>                                                                                            | <b>336</b> |
| Лисанюк Б.; Марчук І.; Пастернак Р.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ<br/>АБСОРБЦІЙНИХ СПЕКТРІВ</b>                                                                | <b>337</b> |
| Магера І., Петрашук О.<br><b>БАГДАДСЬКА БАТАРЕЯ - МІФ ЧИ РЕАЛЬНІСТЬ?</b>                                                                                       | <b>338</b> |
| Мельничук К., Маслов Р., Горбачевська М.<br><b>ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІЇ ЛАМБЕРТА<br/>ДЛЯ АНАЛІЗУ ІНЖЕКЦІЙНИХ СТРУМІВ У<br/>ШИРОКОЗОННИХ МАТЕРІАЛАХ</b>             | <b>339</b> |
| Пастернак Р., Пастернак М.<br><b>ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ<br/>ХАРАКТЕРИСТИК ВИСОКООМНИХ ЗРАЗКІВ</b>                                                         | <b>341</b> |
| Пахольчук Г.; Ярмолук К.<br><b>ЗМІНА ПОЛОЖЕННЯ ГЛИБОКОГО<br/>ЕНЕРГЕТИЧНОГО РІВНЯ А-ЦЕНТРИТУ<br/>В КРИСТАЛАХ n-Si ПРИ ДІЇ ОДНОВІСНОЇ<br/>ПРУЖНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ</b> | <b>342</b> |
| Сейтасанова Е.<br><b>ТЕМПЕРАТУРНІ ЗМІНИ ПИТОМОГО<br/>ОПОРУ В МАГНІТНОМУ МАТЕРІАЛІ<br/>НА ОСНОВІ СПОЛУКИ SmCo</b>                                               | <b>343</b> |

Секція: **Хімія. Хімічна, біологічна та харчова технології.**

|                                                                                                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Гладиш А., Тихоненко Я.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ<br/>ВЛАСТИВОСТЕЙ ЙОГУРТІВ</b>                               | <b>344</b> |
| Галенко О.<br><b>ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ<br/>ШКАРАЛУПИ ПЕРЕПЕЛИНИХ ЯЄЦЬ В<br/>ТЕХНОЛОГІЇ ГЕРОДІЄТИЧНИХ ПРОДУКТІВ</b> | <b>345</b> |
| Глух О.<br><b>НОВІТНІ ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ</b>                                                                            | <b>346</b> |
| Грицюк К.<br><b>РОЗРОБКА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ<br/>ТЕХНОЛОГІЇ ОВОЧЕВО-ФРУКТОВИХ СОУСІВ</b>                                | <b>347</b> |
| Дзюбінська І.<br><b>ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ<br/>ВИКОРИСТАННЯ ЙОШТИ ДЛЯ<br/>ВИРОБНИЦТВА СОКІВ</b>                     | <b>348</b> |
| Жадан С., Біленька Ю.<br><b>МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ МЕТАНОВОГО<br/>БРОДІННЯ ПТАШИНОГО ПОСЛІДУ</b>                       | <b>349</b> |
| Захарова М.<br><b>РОЗРОБКА НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСЕРВІВ<br/>“КРЕМ З КАВБУЗА ”</b>                                       | <b>350</b> |
| Калашнікова М.<br><b>ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВИХ ВОЛОКОН,ОСОБЛИВОСТІ<br/>ВИКОРИСТАННЯ</b>                                    | <b>351</b> |
| Кезля К.<br><b>БІОТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ<br/>ВОД МОЛОЧНИХ ВИРОБНИЦТВ</b>                                         | <b>352</b> |
| Клец О.<br><b>ХІМІЧНІ РЕЧОВИНИ ЯК ТАЄМНІ ЧОРНИЛА</b>                                                                  | <b>353</b> |
| Козак Я.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ ФЕРУМУ В ЛІКАРСЬКИХ<br/>ПРЕПАРАТАХ З ПРОТИАНЕМІЧНОЮ ДІЄЮ</b>                                | <b>354</b> |
| Комаренко Г.<br><b>СИНТЕЗ НОВИХ<br/>БОРОДИПРОМЕТЕНОВИХ БАРВНИКІВ</b>                                                  | <b>355</b> |
| Конюшенко І.<br><b>ФІЗИКО – ХІМІЧНІ І БІОЛОГІЧНІ<br/>ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНЕТИТУ</b>                                        | <b>356</b> |

|                                                                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Курячанська В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ<br/>ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕДУ</b>                                                                             | <b>357</b> |
| Луценко О.<br><b>ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО АКТИВНІ<br/>ФОРМИ ОКСИГЕНУ ПО ВІДНОШЕННЮ<br/>ДО КЛІТИННИХ СТРУКТУР</b>                                          | <b>358</b> |
| Майовська Ю.<br><b>КАВБУЗ, ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕСЕРТІВ</b>                                                                                    | <b>359</b> |
| Мироненко А.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ НА<br/>ОСНОВІ АЦЕТИЛСАЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ</b>                                                   | <b>360</b> |
| Муха Ю., Дацюк М.<br><b>АДСОРБЕНТИ НА ОСНОВІ<br/>ПРОДУКТІВ ПІРОЛІЗУ САПРОПЕЛЮ</b>                                                                      | <b>361</b> |
| Осипова А.<br><b>ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ ТВЕРДОФАЗНОЇ ЕКСТРАКЦІЇ ТА<br/>ХРОМАТОГРАФІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ<br/>СИНТЕТИЧНОГО ХАРЧОВОГО БАРВНИКА E151</b> | <b>362</b> |
| Павловський Д.<br><b>СИНТЕЗ І ЗАСТОСУВАННЯ АНТИОКИСНЮВАЛЬНИХ<br/>ПРИСАДОК В ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ</b>                                          | <b>363</b> |
| Писків С.<br><b>УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ<br/>ВИРОБНИЦТВА ПОВИДЛА ІЗ СЛИВ</b>                                                                           | <b>364</b> |
| Сабірова О.<br><b>HOW TO EAT FAST FOOD<br/>WITHOUT HARM FOR HEALTH</b>                                                                                 | <b>365</b> |
| Самойленко І.<br><b>ГІДРОКОЛЛОЇДИ. ПЕРСПЕКТИВИ<br/>ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ</b>                                                                     | <b>366</b> |
| Самсоненко М.<br><b>УТИЛІЗАЦІЯ СИРОВАТКИ – ПЕРШОЧЕРГОВА<br/>ЗАДАЧА ЕКОЛОГІЗАЦІЇ МОЛОЧНИХ ЗАВОДІВ</b>                                                   | <b>367</b> |
| Сачук О.<br><b>ВИВЧЕННЯ РОЛІ МІКРООРГАНІЗМІВ<br/>В ПРИРОДНИХ ПРОЦЕСАХ УТВОРЕННЯ МІНЕРАЛІВ</b>                                                          | <b>368</b> |
| Святненко І.<br><b>ЗЕЛЕНА ХІМІЯ: ДОСЛІДЖЕННЯ БІОПОЛІМЕРУ ХІТИНУ</b>                                                                                    | <b>369</b> |
| Сейтасанова Е., Самошук Р.<br><b>АДСОРБЦІЯ АЦЕТАТНОЇ КИСЛОТИ<br/>ПРОДУКТАМИ ПІРОЛІЗУ САПРОПЕЛЮ</b>                                                     | <b>370</b> |



|                                                                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Сидорко М.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ ВИПАРНИХ УСТАНОВОК З<br/>ТЕРМОІНЖЕКТОРОМ В ХІМІЧНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ</b>                                   | <b>371</b> |
| Сичевська І.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ<br/>БАГАТОШАРОВИХ КАРБОНОВИХ НАНОТРУБОК</b>                                             | <b>372</b> |
| Штокало М., Богоніс І.<br><b>МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ</b>                                                                               | <b>373</b> |
| Філоненко М.<br><b>УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ<br/>КОТЛЕТ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛАМІНАРІЇ</b>                                               | <b>374</b> |
| Фурман С.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ СУЧАСНИХ<br/><math>\beta</math>-ЛАКТАМНИХ АНТИБІОТИКІВ</b>                                      | <b>375</b> |
| Харчук А.<br><b>СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ<br/>ОВОЧІВ В УКРАЇНІ</b>                                                            | <b>376</b> |
| Хребтов М.<br><b>ВИВЧЕННЯ ДИНАМІКИ ВИХОДУ<br/>ПРОЛІЗНОГО ГАЗУ ТА ВУГІЛЛЯ<br/>В ПРОЦЕСІ КАРБОНІЗАЦІЇ ТОРФУ</b>                      | <b>377</b> |
| Целюх К., Хай В., Хай Н.<br><b>ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ КЛЕЇВ НА<br/>ОСНОВІ ФЕНОЛО-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ СМОЛ</b>                            | <b>378</b> |
| Самойленко І., Цинкевич Н.<br><b>РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕМУЛЬСІЙ ДЛЯ<br/>ВИГОТОВЛЕННЯ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ<br/>ВИРОБІВ</b>     | <b>379</b> |
| Чоповдя Т., Микитин М.<br><b>РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ<br/>ГІДРОГЕЛІВ З ВИСОКИМИ<br/>ПРУЖНОДЕФОРМАЦІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ</b> | <b>380</b> |
| Чумакова Ю.<br><b>СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО «ЗВ'ЯЗАНУ»<br/>ВОДУ У СТРУКТУРІ ГЛИН</b>                                                    | <b>381</b> |
| Юзва Ю.<br><b>ВПЛИВ УМОВ ЗБЕРІГАННЯ І ВМІСТУ<br/>ВІТАМІНІВ А ТА Е НА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ<br/>СКЛАД БАД «АЛЬФА+ОМЕГА»</b>                | <b>382</b> |
| Галич Ю.<br><b>ІМУНОМОДУЛЯТОРНІ ВЛАСТИВОСТІ<br/>ПРОДУКТІВ ПРОТЕОЛІЗУ КАЗЕЇНІВ</b>                                                  | <b>383</b> |

|                                                                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Юкало А.<br><b>КАЗОКІНІНИ – ІНГІБІТОРИ<br/>АНГІОТЕНЗИНПЕРЕТВОРЮЮЧОГО ФЕРМЕНТУ</b>                                  | <b>384</b> |
| Степанюк Ю., Мриглод Я.<br><b>ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ЗАМОРОЖУВАННЯ<br/>НА ВЛАСТИВІСТЬ ПРОДУКТУ</b>                        | <b>385</b> |
| Шупляк В.<br><b>БІОАКТИВНІ ПЕПТИДИ БІЛКІВ СИРОВАТКИ МОЛОКА</b>                                                     | <b>386</b> |
| Петрик М.М<br><b>РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ<br/>ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОЕФІЦІЄНТІВ МОНОДИFUЗІЇ</b>                | <b>387</b> |
| Процик С.<br><b>СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПАКУВАЛЬНИМИ<br/>АВТОМАТАМИ</b>                                                  | <b>388</b> |
| Процик С.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСПОРТНОГО УПАКУВАННЯ</b>                                                           | <b>389</b> |
| Процик С.<br><b>СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВАКУУМНОГО<br/>УПАКУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ</b>                                | <b>390</b> |
| Процюк Ю.<br><b>ВЛОВЛЮВАЧ ВАЖКИХ ДОМІШОК З<br/>ТРАНСПОРТЕРНО-МИЙНОЇ ВОДИ</b>                                       | <b>391</b> |
| Салманов І.<br><b>ПУЛЬСАЦІЙНИЙ САТУРАТОР<br/>ДЛЯ ЦУКРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ</b>                                        | <b>392</b> |
| Саранчук Л.<br><b>АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ<br/>ДЛЯ ФАСУВАННЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ</b>                        | <b>393</b> |
| Сирник В.<br><b>АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПРОТИРАННЯ<br/>М'ЯКОТІ КІСТОЧКОВИХ ПЛОДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ<br/>ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ</b> | <b>394</b> |
| Стецько Т.<br><b>ПАЛИВНА СКЛАДОВА СОБІВАРТОСТІ<br/>ЦУКРУ - ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ РІШЕННЯ</b>                            | <b>395</b> |
| Чорній Н. –<br><b>АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФІЛЬТРУВАННЯ<br/>СОКУ ПІСЛЯ САТУРАЦІЇ<br/>ТА ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ</b> | <b>396</b> |

|                                                                                                         |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Шадхіна І.<br><b>РОЗРОБКА МАШИНИ ДЛЯ<br/>ЗМІШУВАННЯ РЕЦЕПТУРНИХ<br/>КОМПОНЕНТІВ В'ЗКОПЛАСТИЧНИХ МАС</b> | <b>397</b> |
| Шейко Т.<br><b>ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗМОЧУВАННЯ ШУНГІТА</b>                                                  | <b>398</b> |

Формат 60×90 Папір ксероксний.  
Обл.вид.арк 18,9  
Наклад 60 прим. Зам. № 1631-04.11

Видавництво Тернопільського національного  
технічного університету імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001  
**E-mail :vydavnytstvo@tu.edu.te.ua**

© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Навчально-методична література